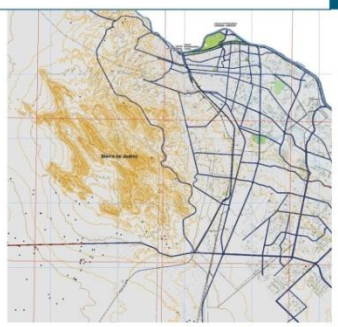
ATLAS DE RIESGOS DE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA

ACTUALIZACION 2010



ABRIL 2011







ontenido

Capítulo I Antecedentes e Introducción

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

Contenido

I. Antecedentes e Introducción 107
I.1. Antecedentes del Municipio de Juárez en Materia de Prevención de Desastres 107
I.2. Fundamento Jurídico del Atlas de Riesgos Naturales 110
I.3. Objetivos 113

Capítulo I Antecedentes e Introducción
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)
Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

I. Antecedentes e Introducción

I.1. Antecedentes del Municipio de Juárez en Materia de Prevención de Desastres

En México y en el resto del mundo, las ciudades se encuentran sujetas a la presencia eventual de perturbaciones de origen natural, mismos que han causado daños y desastres en los asentamientos humanos a través de los años. Siendo así que las acciones que en un principio se perfilaban como reactivas a los desastres, han pasado a ser de carácter preventivo,

en la medida que se han instrumentando planes y programas de fortalecimiento institucional, y en la proporción en que se han derivado recursos técnicos y financieros para los distintos órdenes de gobierno, mitigando así los efectos propios de la naturaleza. Aún con los esfuerzos y avances obtenidos en los últimos años, como consecuencia del alto grado de incidencia de los fenómenos naturales, principalmente los de índole hidrometeorológica en el país, continúan registrándose un importante número de desastres de distinta magnitud con pérdidas de vidas y daños al patrimonio de la población.

Ciudad Juárez no se encuentra ajena a la presencia de sistemas de perturbación, siendo así que el impacto de los distintos fenómenos de perturbación ha sido manifiesto a lo largo de su historia. La ciudad se ubica en la parte norte del estado de Chihuahua, geográficamente localizado en 31^0 44' latitud norte y a 106^0 29' longitud oeste y a 1140 msnm, representa el 1.4% del total del territorio del Estado de Chihuahua (datos de INEGI). Siendo Ciudad Juárez la localidad con la economía más fuerte y de mayor población, se le considera la más importante del municipio; el centro de población de Ciudad Juárez tiene una extensión territorial, de 1,219.743 km² y una mancha urbana de 300.52 km² (datos del Instituto Municipal de Investigación y Planeación, IMIP); con una población estimada al 2009 de 1´395,023 habitantes (IMIP, proyecciones de población de CONAPO), y dada la tasa de crecimiento del 1.63% que se tiene en Ciudad Juárez, se considera que la población al año 2010 puede llegar 1'418,036 habitantes.

Ciudad Juárez, se encuentra expuesto a la ocurrencia de diversos fenómenos destructivos, naturales o generados por la mano del hombre, por tal motivo, el conocimiento preciso de los agentes perturbadores a los que está expuesta la población, es de vital importancia, no sólo para el desarrollo de estrategias de prevención, sino también para una adecuada planeación de las actividades de auxilio, sobre todo cuando los efectos de una calamidad llegan a convertirse en una situación de emergencia. La presencia de fenómenos de perturbación en la ciudad distingue los de origen hidrometeorológico, y en menor grado los fenómenos de tipo geológico debido a las condiciones propias de la región. Durante el año 2005, con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Social, se promovió la elaboración del primer Atlas de Peligros Naturales para Ciudad Juárez, mismo que a partir de su publicación, permitió avanzar en estudios de carácter multidisciplinario, enfocados a generar las estrategias y los proyectos de ingeniería para ser implementados en obras de mitigación de riesgos, así como de favorecer los procesos de investigación, desarrollo tecnológico, difusión y capacitación para fortalecer una cultura de prevención y autoprotección en la población, necesarios para reducir la vulnerabilidad frente a los principales fenómenos naturales o inducidos por el hombre.

La estructura de la ciudad, tiene una influencia determinante, propiciada por la planicie o llanura, que conforma la franja que media entre la Sierra de Juárez y el Río Bravo, otorgándole así, características que inciden sobre los distintos fenómenos de perturbación, tanto de tipo geológico como hidrometeorológico. Desde la perspectiva de los efectos manifiestos a través de los años, y por su ubicación geográfica como de la conformación geológica de la región, los efectos de tipo geológico sísmico que ocurren en las provincias tectónicas colindantes, no se han manifestado hasta la fecha de una manera tal, que sea perceptible para los habitantes de esta ciudad, sin embargo existen perturbaciones geológicas, como son fallas de orden cuaternario, asociadas a la falla local conocida como el Rift Río Grande, cuyos acomodos han

registrado valores de hasta 3.8 en escala de Richter; los estudios realizados por la [1]Universidad de Texas en el Paso (Ávila Amaya Víctor y Esparza Oscar) han detectado una falla importante que se encuentra activa y atraviesa el centro de la ciudad de El Paso, Texas y de Ciudad Juárez, Chih.

En cuanto a los asentamientos humanos localizados en las laderas de la Sierra de Juárez, estos se han venido acrecentando con la apertura de nuevas vialidades, tales como el periférico Camino Real (2006), el cual modificó durante su construcción las condiciones propias de estabilidad de los macizos rocosos de la Sierra de Juárez, generando nuevas zonas con fracturamiento e inestabilidad de las rocas localizadas en el Mirador Hidalgo y Mirador Navojoa, representando riesgos de nivel alto a bajo por la inestabilidad que guardan las paredes, siendo así que los efectos apenas empiezan a ser evidentes.

Los fenómenos de perturbación generados por precipitaciones o lluvias, son quizá el peligro o riesgo que con mayor frecuencia se percibe, dado que la presencia de las lluvias aprecia un nuevo patrón en los últimos 6 años, manifestándose con lluvias más intensas y focalizadas, situación que durante el año 2006, afectó una parte importante del Sur de la ciudad, en lo que se conoce como El Barreal, y en el caso del poniente de la ciudad, se registró quizá uno de los eventos de mayor relevancia por sus efectos destructivos, siendo esta una fuerte avenida en el arroyo del Indio, el cual se origina en la sierra de Juárez, y cuya crecida destruyó en su paso, un número cercano a las 250 viviendas, ubicadas en las colonias Morelos, Socosema, Libertad, Aztecas, Luis Olague, Independencia y Tierra y Libertad. Otro suceso extraordinario fue el acontecido el 26 de julio del 2008, por los remanentes de la tormenta tropical *Dolly*, que provocó una intensa lluvia, lo que ocasionó desbordamiento del Río Bravo y del dren colector Acequia del Pueblo además de serias inundaciones en mas de la mitad de la ciudad por el colapso que sufrió el sistema de drenaje y el riesgo que presentaron cuatro diques por desbordamiento. Entre las colonias más afectadas por esta tormenta están las de la Zona El Barreal, Infonavit Casas Grandes, La Cuesta, Lomas de San José y Felipe Ángeles, ubicadas al poniente de la ciudad.

Las administraciones municipales han venido realizando importantes esfuerzos por dotar de infraestructura para controlar las avenidas en los arroyos provenientes de la sierra, y evitar inundaciones en las partes bajas, sin embargo un porcentaje importante de los efectos generados por los sistemas de perturbación, se encuentran asociadas a procesos económico productivos como la extracción de materiales pétreos en las parte media y baja de la Sierra de Juárez, la invasión de derechos de vía de los arroyos y la urbanización en zonas con baja aptitud para el desarrollo urbano; todo ello se ha traducido en daños y pérdidas de vidas.

De la misma manera otros eventos hidrometeorológicos, como los vientos, han jugado un papel importante, durante las temporadas de primavera-verano y otoño-invierno,

[1] *Ávila Amaya Víctor y Esparza Oscar.* Mapping Quaternary Faults In The El Paso-Ciudad Juarez Region Using Digital Geology And Gravity. GEOS, Vol. 24, No. 2, Noviembre, 2004.

manifestándose con intensidades más agudas y con mayor frecuencia, provocando derribo de árboles y anuncios panorámicos en varios sectores los que solamente en el 2006 contabilizaron 185 siniestros, a la vez que incendios y daños en la red de distribución eléctrica de la ciudad, así mismo las heladas, que registraron 156 eventos, manifestándose con mayor frecuencia en el 2007 con 36, y tormentas eléctricas cuyos registros a partir de 1942 a la fecha nos da 2,099 eventos, llegando a ser el año 2007 el más intenso, en el que se alcanzaron 54 tormentas.

Atendiendo al análisis de la actuación de los procesos económicos, políticos y sociales, se considera que se encuentran indisolublemente interrelacionados, y casi inevitable a una mayor drasticidad de los impactos producidos por los fenómenos naturales, al haberse propiciado y permitido los asentamientos en sitios que se traducen en riesgos potenciales, que afectan finalmente a importantes sectores urbanos, y se traducen inevitablemente en zonas de riesgo casi permanente, dependiendo su seguridad de la infraestructura que ya construida o no, pueda mitigar el peligro y reducir la vulnerabilidad de la población. Esto nos ha llevado a reflexionar, que los desastres son eventos sociales más que naturales, y nos obliga a considerar a la protección civil como un tema social, que juega un papel clave en los procesos que inciden en los indicadores de desarrollo, de las distintas causales que han propiciado la amplificación de los fenómenos perturbadores en Ciudad Juárez y por consecuencia de mayores afectaciones en la población.

De los aspectos importantes que han sido identificados, es el reconocimiento de la *resiliencia* social en algunos sectores en peligro o riesgo por inundaciones, siendo este un nuevo concepto el cual se plantea y entiende como un comportamiento para reaccionar con efectividad y rapidez a los efectos de los desastres por parte de la comunidad que se ubica en zonas de riesgo, que reconoce su vulnerabilidad ante cierto fenómeno de perturbación natural, siendo así que esta condición, les ha permitido enfrentarse a riesgos conocidos y previstos, sin embargo pueden ser muy vulnerables a nuevos riesgos.

En Ciudad Juárez se cuenta actualmente con un programa permanente de elaboración de proyectos en materia de riesgo por inundaciones así como programas de prevención para la temporada de primavera, verano, otoño e invierno, así como la formación de brigadas de emergencia.

I.2. Fundamento Jurídico del Atlas de Riesgos Naturales

Es importante señalar, que si bien es cierto, las normas jurídicas que integran el Derecho Urbanístico Mexicano se enfocan en aspectos de planeación, esto no se realiza de manera aislada o superficial, sino que se aplica de manera integral, considerando los diferentes factores que debe incluirse en un desarrollo armónico como lo es el aspecto de la protección de la ciudadanía en cuestión de riesgos, lo cual está plenamente sustentado de inicio en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, derivando de esta Carta Magna como legislaciones secundarias, los ordenamientos que sustentan en este caso la generación del **ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS NATURALES DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA**, mismos que se mencionan a continuación: Plan Nacional de Desarrollo, Ley General de

Protección Civil, Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley del Sistema Estatal de Protección Civil, Reglamento de la Ley del Sistema Estatal de Protección Civil, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Sustancias Químicas Peligrosas, Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chihuahua, Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua, Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016, Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua, Ley de Planeación del Estado de Chihuahua, Reglamento de Protección Civil, Reglamento Municipal de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Juárez, Chihuahua, Plan Municipal de Desarrollo de Juárez Chihuahua, Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Ciudad Juárez, Chihuahua.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos respecto a las garantías constitucionales, es el instrumento tutelar tanto de los derechos fundamentales como de las atribuciones de los órganos de gobierno.

Con relación a la protección civil de la población, de sus bienes y patrimonio, es menester atender en cuanto al riesgo de la misma, las garantías de propiedad y de seguridad pública, establecidas en los artículos 26, 73 y 115 de la Carta Magna, en donde el primero de estos artículos hace referencia al sistema de Planeación del Desarrollo Nacional, numeral que en lo conducente establece lo siguiente: "...*La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo...";* El artículo 73, establece las facultades que tiene el congreso de la Unión, *"Fracción XXIX-I.- Para expedir leyes que establezcan las bases sobre las cuales la Federación, los Estados, el Distrito Federal y Municipios; coordinarán sus acciones en materia de protección civil."; y el a*rtículo 115*. señala "Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes: II.....Los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal".* Los Municipios de conformidad con los términos de la Constitución, y las diversas Leyes Federales y Estatales que de ella emanan, están facultados para instrumentar el Sistema Municipal de Protección Civil, mediante el conjunto de disposiciones, medidas y acciones destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre. Formular, aprobar planes de desarrollo urbano a nivel municipal o de centro de población, administrar la zonificación de los mismos, participar en los planes de desarrollo regional, autorizar, controlar y de manera general vigilar la utilización del suelo en su jurisdicción territorial e intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra.

Por decreto del Poder Ejecutivo Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de Mayo de 1986, se aprobaron las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil, que en su artículo tercero, responsabiliza a la Secretaría de Gobernación, para coordinar las acciones que en el ámbito de la Administración Pública Federal, se deben realizar a fin de lograr la adecuada y oportuna integración y operación del propio sistema, en este mismo orden de ideas, El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece como una de sus estrategias, hacer de la *Gestión Integral del Riesgo* una política de desarrollo sustentable incorporando la prevención de desastres en las herramientas de planeación del desarrollo territorial, social y ambiental.

Dentro de los instrumentos normativos de política en materia de prevención de desastres, la Ley General de Protección Civil (2000) establece los lineamientos básicos del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) cuyas disposiciones, medidas y acciones están destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre.

El Programa Nacional de Protección Civil 2008-2012, se ha elaborado en cumplimiento del Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y su publicación se efectúa de acuerdo con lo establecido en la Ley de Planeación y la Ley General de Protección Civil. Persigue una política pública de concertación y coordinación que trasciende en la consolidación de una cultura de prevención y autoprotección; que hace transversal el enfoque del manejo integral de riesgos entre los tres órdenes de gobierno y los sectores social y privado; que brinda soluciones de fondo mediante estrategias efectivas de prevención, una adecuada planeación, administración y atención de las emergencias, que optimiza y transparenta el uso de sus recursos y que sin duda, genera respeto, cercanía y confianza de la ciudadanía hacia la institución, siendo así que el Sistema Nacional de Protección Civil es una figura de coordinación multi-institucional, en la cual la concurrencia de los tres órdenes de gobierno y la participación de la sociedad civil y las comunidades, organiza las facultades y funciones gubernamentales en materia de protección civil con el fin de proteger la vida, el ambiente y el patrimonio de la sociedad.

La SEDESOL a partir del *Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio* (PNDUOT), define que actualmente en las 364 ciudades y zonas metropolitanas que integran el Sistema Urbano Nacional (SUN) y en particular la franja fronteriza norte, el crecimiento demográfico de las ciudades ha sido más intenso, se ha traducido, entre otras manifestaciones, en el hacinamiento y la ocupación irregular de espacios generalmente inapropiados para el desarrollo urbano, vivir en áreas de difícil acceso y de alto riesgo, con una infraestructura frágil y en viviendas inseguras, por lo que obliga a fortalecer las acciones para la prevención de desastres y el mejoramiento ambiental, con especial énfasis a reducir el grado de exposición de los hogares pobres frente a las amenazas de origen natural, por lo que contempla las acciones dirigidas a mejorar los sistemas de prevención-alarma con: la elaboración de planes de contingencias y organización de la sociedad para su aplicación; el desarrollo de estudios territoriales y urbanos de riesgo; la elaboración y aplicación de planes y reglamentos de control y uso del suelo; así como el estudio, planeación, proyecto, gestión y ejecución de obras de infraestructura para protección y control ante fenómenos que originan desastres.

I.3. Objetivos

Objetivo general:

La actualización del Atlas de Peligros y Riesgos Naturales para Ciudad Juárez, tiene como objeto principal, contar con un documento que contenga los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad en el centro de Población de Ciudad Juárez, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologados, compatibles y complementarios.

Objetivos específicos

- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan a la población del centro urbano de Ciudad Juárez como parte del territorio nacional.
- Identificar y zonificar las áreas de riesgo natural mitigable y no mitigable en la mancha urbana del municipio de Juárez.
- Identificar y zonificar las áreas de riesgos antropogénicos en la mancha urbana del municipio de Juárez.
- Elaborar la actualización 2010, con el consenso y a satisfacción de las autoridades locales, municipales y estatales competentes en la materia.
- Apoyar al Sistema Municipal de Protección Civil (SMPC), en lo referente a la prevención, auxilio a la población, restablecimiento de los servicios en caso de desastre y aplicación de programas de apoyo, todo ello en estricto apego a la reglamentación local y legislación federal existente.
- Fortalecer las acciones de la estructura, organización y procedimientos de operación específicos, para el funcionamiento del SMPC.
- Diseñar e implementar el sistema informático que permita la actualización permanente y dinámica del SMPC.
- Homologar el diccionario de datos con la finalidad de obtener instrumentos confiables y capaces de integrarse a una base de datos nacional.

De acuerdo con los objetivos planteados este documento permitirá a través de la cartografía, identificar y correlacionar las zonas propensas al desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable para la infraestructura, vivienda, equipamiento y factores socioeconómicos entre otros, para que en función de esta correlación, se establezcan la prioridades aplicables y acciones tendientes a establecer un mejor ordenamiento territorial, prevención de desastres, reducción de riesgos y todas aquellas acciones congruentes con los niveles de vulnerabilidad detectados a fin otorgar seguridad a los asentamientos humanos.

I.4. Alcances

Los presentes Términos de Referencia incluyen los criterios del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), y los planteados en el Programa HABITAT de la SEDESOL; todo ello en concordancia con la ordenación del territorio, la cual se entiende como una política en un diagnóstico interdisciplinario que tiene como objetivo fundamental el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio. Asimismo la elaboración de este Atlas de Peligros y Riesgos Naturales atiende a los Términos de Referencia que se encuentran circunscritos al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 en el cual se precisa como una estrategia, “hacer de la Prevención de desastres y la Gestión del Riesgo una política de desarrollo sustentable” incorporando la prevención de desastres en las herramientas de planeación del desarrollo territorial, social y ambiental.

a) Territorial:

El Sistema de Protección Civil de Ciudad Juárez, Chihuahua, abarca la superficie urbana del municipio que equivale a 300.52 km² y su correspondiente límite de centro de población, con una superficie de 1,219.74 km², lo que se constituye como el área de estudio. Dichas superficies quedan comprendidas en la superficie territorial del municipio de Juárez (3,567.84 km²).

b) Contenido:

Con base en los objetivos planteados, el contenido del trabajo incluye los siguientes aspectos:

El análisis y diagnóstico de los agentes perturbadores y de los sistemas afectables y recursos humanos, materiales y naturales disponibles que puedan ser afectados.

Da a conocer las disposiciones, medidas y acciones en los subprogramas de prevención, auxilio, recuperación y apoyo para la población.

c) Metas a mediano plazo:

Un inventario de recursos humanos y materiales que permita conocer la infraestructura existente para la prevención y atención en situaciones de emergencia y cuyo propósito es asegurar la eficacia en las labores de prevención, auxilio y recuperación en caso de desastre.

Diseñar una estrategia de integración, estructura y organización: con manuales de organización, actualización de planes de contingencia y procedimientos de operación; contenidos en los subprogramas de prevención, auxilio, recuperación y apoyo.

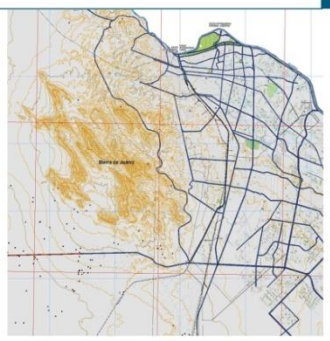
Generar una propuesta de coordinación y complementariedad con otros sectores sociales e instancias estatales y federales, respecto a planes existentes, así como con los medios de comunicación masivos que se utilizarán para que la población cuente oportunamente con información eficiente y eficaz.

Realizar los trabajos de consulta ciudadana para presentar los resultados de la zonificación de riesgos naturales y antropogénicos a quienes habiten las áreas de mayor vulnerabilidad.

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO







Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Capítulo II Determinación de la Zona de Estudio

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

Contenido

II. Determinación de la Zona de Estudio 119
II.1. Área Territorial 119
II.10. Contenido del Atlas de Riesgos 124

Capítulo II Determinación de la Zona de Estudio
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)
Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

II. Determinación de la Zona de Estudio

II.1. Área Territorial

El municipio de Juárez, Chihuahua, comprende 356,786.06 Ha, habiéndose determinado como superficie de estudio para actualización aplicación del Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales la superficie que corresponde al polígono que delimita el Centro de Población. Este polígono que constituye el área de estudio fue definido, tomando en cuenta los procesos urbanos actuales y futuros, siendo así que en dicha superficie, queda comprendida un área de 121,974.34-64.241 Ha, dentro de la cual queda inserta la cabecera del municipio de Juárez, con una mancha urbana que ocupa 30,052 Ha (IMIP 2009)

Los vértices que conforman el polígono del área de estudio se muestran en el cuadro de construcción que se presenta continuación, así como el mapa en que se indican los límites municipales, el polígono del centro de población y la mancha urbana actual.

CENTRO DE POBLACION DE CD. JUAREZ CHIHUAHUA. 2007								
Lado			distancia		Coordenadas UTM			
esta -pv		Rumbo	metros	Vertice	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud
1	2	N 89%%d11'13.15" W	711.663	1	355161.0930	3517501.0710	31°47'2.021979" N	106°31'47.109198" W
2	3	N 89%%d11'17.31" W	1,186.74	2	354449.5020	3517511.1690	31°47'2.024055" N	106°32'14.162653" W
3	4	N 89%%d10'43.14" W	666.142	3	353262.8860	3517527.9840	31°47'2.023187" N	106°32'59.275568" W
4	5	N 89%%d10'31.29" W	1,044.04	4	352596.8120	3517537.5330	31°47'2.024337" N	106°33'24.598428" W
5	6	N 89%%d10'03.99" W	1,364.79	5	351552.8820	3517552.5590	31°47'2.025270" N	106°34'4.286558" W
6	7	N 89%%d10'33.56" W	7,565.56	6	350188.2350	3517572.3820	31°47'2.027173" N	106°34'56.167578" W
7	8	N 89%%d07'33.52" W	32,802.89	7	342623.4610	3517681.1840	31°47'1.895970" N	106°39'43.758929" W
8	9	S 01%%d07'33.00" W	32,802.89	8	335726.0293	3517786.4094	31°47'1.814515" N	106°44'5.975771" W
9	10	N 85%%d41'13.09" E	6,205.48	9	335081.5104	3484989.8489	31°29'16.727307" N	106°44'10.652708" W
10	11	N 13%%d03'03.92" E	2,114.85	10	341269.4199	3485456.5353	31°29'35.000614" N	106°40'16.477955" W
11	12	S 85%%d10'54.13" E	9,323.06	11	341746.9940	3487516.7530	31°30'42.126266" N	106°39'59.569439" W
12	13	S 86%%d22'07.72" E	8,308.82	12	351037.1030	3486733.6530	31°30'21.152311" N	106°34'7.060947" W
13	14	S 53%%d22'16.15" E	1,203.49	13	359329.2459	3486207.4238	31°30'7.811428" N	106°28'52.535238" W
14	15	S 03%%d34'16.41" E	5,701.76	14	360295.0676	3485489.3865	31°29'44.918798" N	106°28'15.568158" W
15	16	S 71%%d13'41.82" E	4,766.42	15	360650.2264	3479798.6954	31°26'40.293436" N	106°27'59.227440" W
16	17	S 89%%d12'58.82" E	1,537.18	16	365163.1160	3478364.8680	31°25'52.413227" N	106°25'7.552771" W
17	18	N 25%%d09'55.93" E	5,369.86	17	366700.1480	3478243.8440	31°25'52.371479" N	106°24'9.335540" W
18	19	N 25%%d03'43.26" E	2,514.13	18	368983.6012	3483104.0152	31°28'31.128999" N	106°22'45.173244" W
19	20	N 64%%d14'48.04" E	12,393.46	19	370048.5830	3485381.4370	31°29'45.514093" N	106°22'5.899560" W
20	1	EJE CAUCE DEL RIO BRAVO		20	381211.0377	3490766.3639	31°32'44.708990" N	106°15'5.199609" W

El mapa con los límites del Centro de Población y Límite del Territorio Municipal, se presenta en la Figura II.1 siguiente:

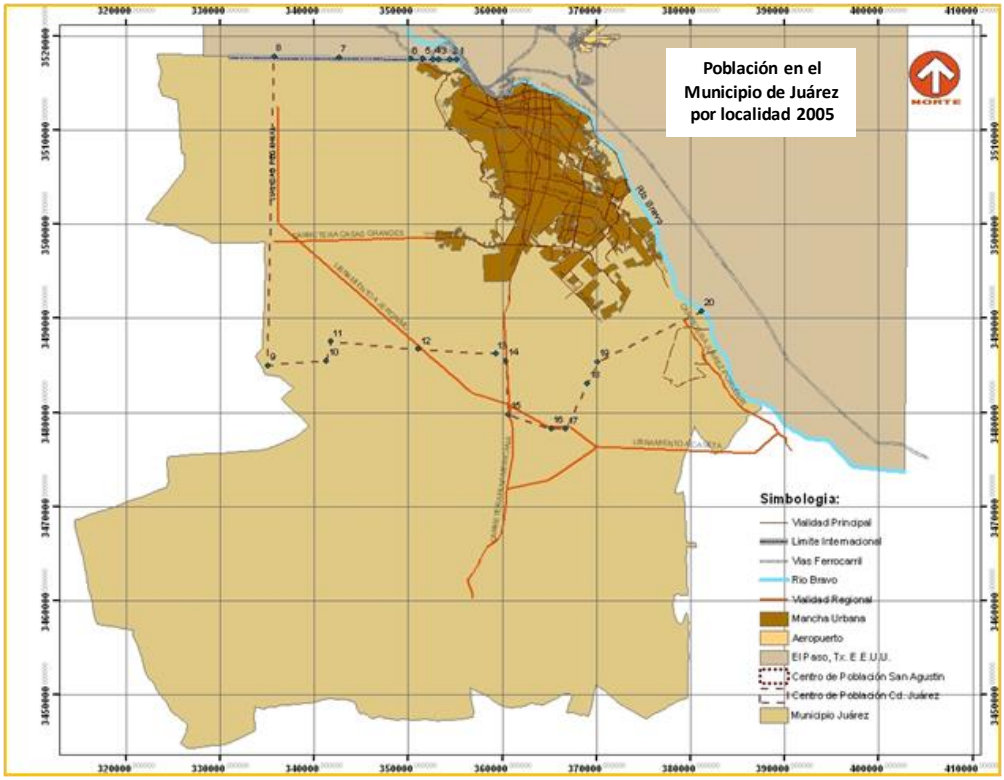


Figura II.1. Límites del centro de Población y Límites del Territorio Municipal

El centro de población con 1,219.74 km², superficie que de acuerdo con su conformación topográfica y relieve general, manifiesta una zonificación que se ha delimitado de acuerdo con las cotas o pendientes identificadas en zonas con pendientes fuertes, medias, bajas y muy planas. La superficie ocupada por asentamientos humanos en pendientes fuertes, que van desde 18° a 12°, partiendo de la cota 1300 hasta llegar a la 1220 msnm., dicha superficie corresponde a 58.2935 km², siendo esta una franja localizada en el frente oriental de la Sierra de Juárez y la porción sur de la misma, teniendo como límites físicos el Periférico Camino Real y la Av. de los Aztecas en el sector poniente de la mancha urbana, y la franja localizada al sur de la sierra, cuyo límite es la Carretera No. 2 Juárez-Janos-Agua Prieta, Sonora. Desde el punto de vista urbano los usos de suelo son preponderantemente habitacionales, aún cuando en estas franjas se asientan 310,527 habitantes.

II.2. Contexto Regional y Municipal

Ciudad Juárez y El Paso forman la región binacional más importante del norte del país, por lo que la interacción entre ambas ciudades es muy estrecha. El mapa II.2. muestra la región binacional entre los principales municipios de Chihuahua y los condados de El Paso, Texas y Dona Anna, Nuevo México.

Desde el contexto local, Ciudad Juárez es la localidad más poblada del Municipio de Juárez, representando el 99.09% de la población del mismo, las otras 6 localidades principales

representan el 0.91% de la población del Municipio, por lo tanto Ciudad Juárez juega un papel fundamental en el Municipio y en el Estado, siendo el mayor centro de población y el principal centro industrial de la entidad.

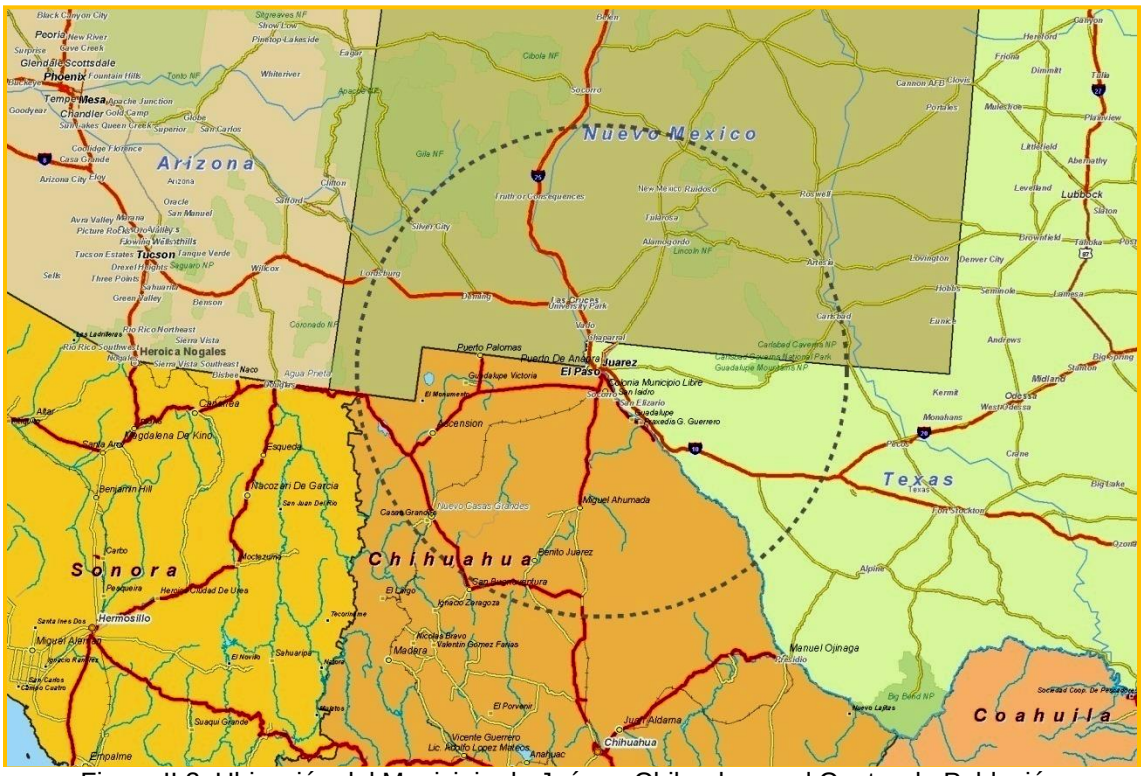


Figura II.2. Ubicación del Municipio de Juárez, Chihuahua y el Centro de Población en el Contexto Regional, indicándose las principales vías de comunicación

II.3. Vías de comunicación

La vías principales de comunicación regional con que cuenta Ciudad Juárez, es la carretera Panamericana, México 45 con jerarquía regional, que permite la comunicación terrestre Norte-Sur, convirtiéndose asimismo en una vía intercontinental al unirse con la carretera interestatal No.10 en los Estados Unidos, la cual alcanza la comunicación con Canadá. El enlace en sentido Oriente-Poniente, corresponde a la Carretera Federal No. 2 Juárez –Janos, también de jerarquía regional y que permite articular la Carretera México 15 del Pacífico.

II.4. Ferrocarril

Actualmente la comunicación por medio de ferrocarril se tiene una línea Norte-Sur, conectando con el Chihuahua al Pacífico, siendo solo el servicio de transporte de carga. Respecto a la comunicación internacional, la empresa Ferromex tiene conexión con las empresas ferroviarias estadounidenses.

II.5. Aérea

La ciudad cuenta con 5 líneas aéreas nacionales, las cuales dan servicio a todo el país, con conexión internacional.

II.6. Estructura Urbana

La estructura urbana corresponde a organización polinuclear con una red de nodos integrados por los corredores urbanos de la ciudad en donde se concentran las actividades comerciales y de servicio. El crecimiento de la Industria Maquiladora se ve reflejado en el espacio urbano de la ciudad y forma parte importante de la estructura urbana. Su ubicación se hace bajo la lógica de accesibilidad a vialidades principales y a puentes internacionales. Se concentran principalmente en los Parques Industriales: Omega, Bermúdez, Azteca, Intermex, Rio Bravo, Aeropuerto, Américas, Salvárcar. De esta manera la ciudad tiene una estructura actual multicéntrica.

II.7. Usos de suelo

Los usos de suelo que se observan en la ciudad se han visto modificados a partir del 2003 debido al impacto en la expansión del territorio, provocando que el uso predominante en toda ciudad; el habitacional, haya disminuido de 45.17% a 40.69%, en consecuencia la superficie baldía se ha triplicado, la superficie vial se ha visto incrementada sustancialmente, representando el 17.40% de la mancha urbana. Actualmente la densidad poblacional en la ciudad es de 35 viviendas por Ha encontrándose las densidades de población más bajas en la zona oriente, donde se ubican sectores residenciales entre 0 a 50 habitantes por Ha; en la zona poniente de la ciudad se observa un proceso de densificación y subdivisión de predios, así como la ocupación de baldíos; por el contrario, la zona sur oriente presenta un alta densidad con un promedio de 200 habitantes por Ha, debido a la ubicación de desarrollos inmobiliarios de carácter institucional; en contraste la zona norte ha sufrido una pérdida de población, por ello presenta densidades entre 60 y 80 habitantes por hectárea.

II.8. Constitución del suelo

La constitución del suelo se caracteriza por rocas calizas en las partes altas, conglomerados y calizas-lutitas en la zona de transición con la fracción de la mancha urbana cuyos asentamientos se dan en pendientes consideradas como medias, con un gradiente que va de 12° a 6°, a partir de la cota 1220 a la 1160 msnm, aproximadamente, y cuya litología responde a suelos de calizas-lutitas, suelos aluviales y eólicos. La zona con pendientes bajas se ubica principalmente en el área ocupada por los asentamientos históricos de la ciudad, cuyas cota de altura van de la 1160 a la 1115 msnm, toma como límite superior el Eje Vial Juan Gabriel hasta su límite con el margen del cauce del Río Bravo. Las pendientes en toda esta zona van desde 0° a 6° en lo general, que se alteran con la presencia de pequeñas bandas que se internan al interior de este polígono en sentido diagonal al río, exhibiendo pendientes de 6°-12°. El suelo con una litología predominante de tipo aluvial, solo variando en las bandas donde el tipo suelo corresponde a conglomerado con estrías superiores de origen eólico (arenas).

II.9. Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico la ciudad se ubica en la cuenca RH-24 Río Bravo de acuerdo a la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, siendo el Río Bravo la única corriente perene. Dentro de los límites del centro de población, la ciudad cuenta con 15 corrientes intermitentes ó arroyos principales, los cuales se presentan en la Tabla II.9.(1), aún cuando se tienen 168 identificados.

Al sur de la mancha urbana se observa una área conformada por la presencia de una zona lacustre de origen endorreico denominada El Barreal, que se delimita entre la cota 1185 a la 1184 msnm, y que exhibe pendientes promedio de 0.005 en una superficie de 15.99 km².., siendo muy significativo esta condición, debido a que los escurrimientos bajan desde la cota 1315 para depositarse en esta parte baja, la cual se ha venido urbanizando, siendo el principal uso de suelo el habitacional, mezclado con polígonos industriales y algunos equipamientos de orden educativo y de salud. El tipo de suelo es de conglomerado con capas superficiales de arcillas compactadas hasta una profundidad de 14 m, en las zonas no urbanizadas sobreyace una capa de arena de origen eólico de gran movilidad.

Tabla II.9.(1) Arroyos Principales	
De las Víboras	El Indio
El Tapo	Jarudo
Mimbre	Lomas del Rey
Colorado	Tapioca
El Panteón	Zaragoza
San Antonio	Patria
Tepeyac	Ocotilloso

El mapa topográfico Figura II.9.(1), describe la configuración del relieve presente en el Centro de Población, indicando con la presencia de curvas aglomeradas las partes altas y sobresalientes de la Sierra de Juárez, con elevaciones que llegan por arriba de la cota 1800 msnm.

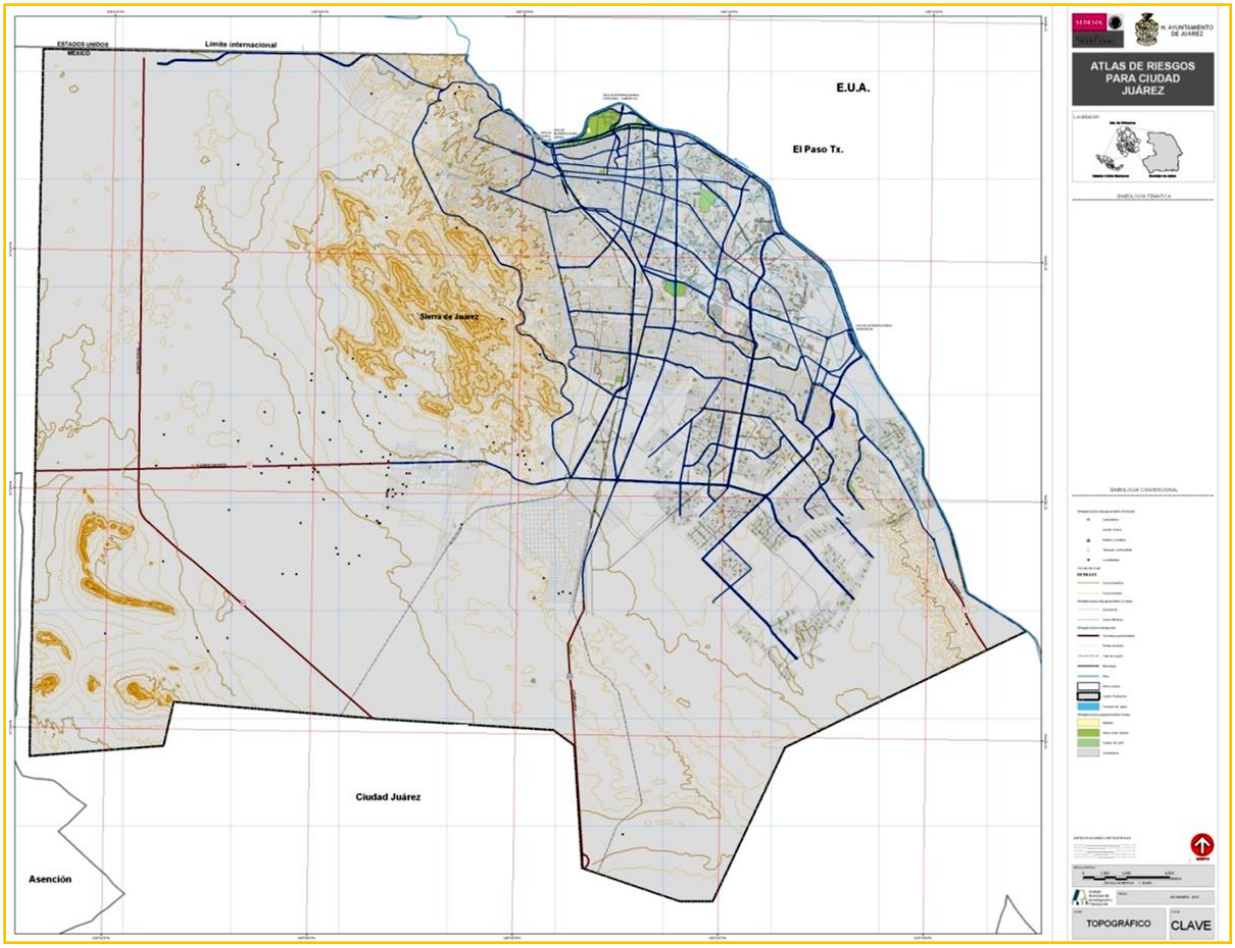


Figura II.9.(1) Mapa topográfico del Centro de Población

II.10. Contenido del Atlas de Riesgos

Con base en los objetivos planteados, el contenido del trabajo incluye los siguientes aspectos:

- Antecedentes, fundamento jurídico, objetivos y determinación de la Zona de estudio.
- Caracterización de los elementos del medio natural.
- El análisis y diagnóstico de los agentes naturales perturbadores y de los sistemas afectables.
- La identificación geográfica en el centro de población de Ciudad Juárez, de áreas y sitios con evidencia de riesgo natural, distinguiendo el tipo y nivel de peligro existente de acuerdo con el agente de perturbación.
- La zonificación de áreas de acuerdo a nivel de vulnerabilidad y riesgo por agente perturbador.
- Las medidas y acciones de mitigación, así como la información pertinente para la toma de decisiones y la implementación de planes y programas de prevención, auxilio, recuperación y apoyo para la población.

- Las metas que se requiere lograr a corto y mediano plazo que se recomiendan para llevar a cabo los procesos de prevención y mitigación de los riesgos detectados.

Capítulo II Determinación de la Zona de Estudio

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL







Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Capítulo III. Caracterización de los Elementos del Medio Natural

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

Contenido

III. Caracterización de los elementos del medio natural 130
III.1. Fisiografía 130
III.2. Geología 131
III.3. Geomorfología. 136
III.4. Edafología. 136
III.5. Hidrología. 137
III.6. Climatología. 138
III.7. Usos de Suelo y Vegetación. 140
III.8. Áreas Naturales Protegidas. 141
III.9. Ordenamiento Ecológico Territorial 142
III.9.1. Líneas estratégicas para el ordenamiento general del territorio 142
III.9.2. Unidades de gestión ambiental 145

III. Caracterización de los elementos del medio natural

III.1. Fisiografía

La ciudad se asienta sobre un sistema de terrazas que descienden en sentido oeste-sureste, así como norte-sur-este, siguiendo el curso del Río Bravo. Forma parte de la Subprovincia denominada Llanuras Médano (INEGI, 2000). Las topoformas dominantes incluyen sierras plegadas y escarpadas, orientadas en varias direcciones como NW y SE. Las asociaciones más comunes son bajadas y lomeríos. **(Mapa anexo AT-T).**

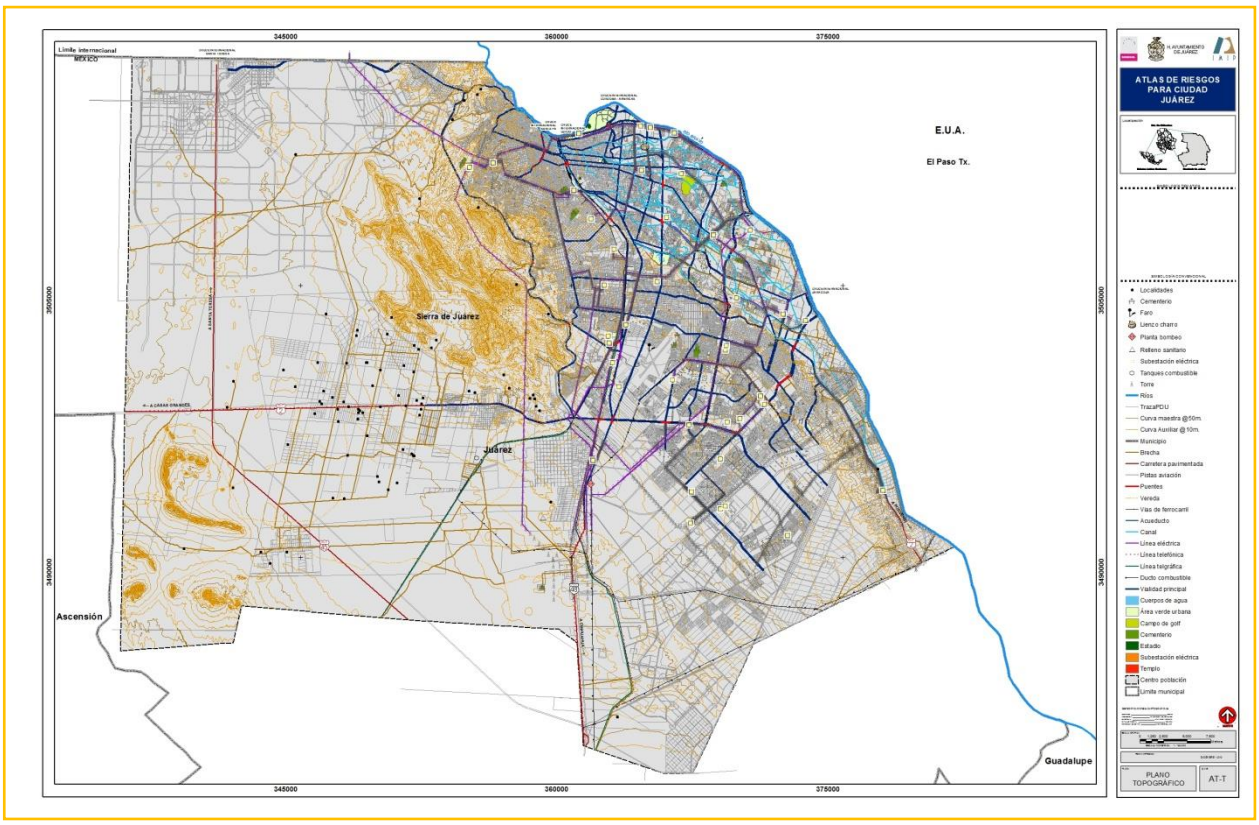


Figura III.1. Topoformas de acuerdo con el Mapa Topográfico (AT-T) para el centro de Población

III.2. Geología

- **Sierra de Juárez y llanura**

Separada estructuralmente de las formaciones paleozoicas y precámbricas que conforman las capas basculadas de las Montañas Franklin (Goodell y Lemone, 1998) por el lineamiento de Texas (Haengii, 2002). De manera simplificada, podría decirse, que el escenario geológico es consecuencia de procesos tectónicos en los que un régimen de esfuerzos de tipo compresional ha deformado las unidades sedimentarias que dominan la geología, la cual, sin embargo, muestra también la presencia de cuerpos intrusivos (Drewes y Dyer 1993) que por definición tienden a debilitar las características estructurales de las rocas encajonantes (Monroe y Wicander 1997). Las unidades sedimentarias presentes en la Sierra de Juárez, son tanto rocas calizas de estratificación gruesa, catalogadas como de tipo cristalino y que representan de facto unidades estables para la cimentación y anclaje de estructuras (Flores, et al.2001), rocas calizas de estratificación delgada proclives al proceso de disolución, así como unidades sedimentarias de tipo granular como conglomerados, arcillas y lutitas con alto grado de fisibilidad (Drewes y Dyer 1993). Los planos de estratificación entre unidades estables (calizas

de estratificación gruesa) e inestables (calizas de estratificación delgada y plegada) y unidades sedimentarias granulares (arcillas, lutitas, etc.), se consideran como zonas que han sido debilitadas como consecuencia de los procesos diagenéticos y tectónicos que resultaron en la formación de la Sierra de Juárez en el Cretácico inferior (Drewes y Dyer 1993, Haengii 2002), además del efecto de intemperismo ocasionado por la actividad meteórica (Monroe y Wicander 1997).

Aun y cuando la presencia de evaporitas no está documentada en la Sierra de Juárez (Haengii 2002), es importante entender que la presencia de la formación Cuchillo en la base de la columna estratigráfica, es una evidencia geológica que reviste particular importancia, dado que su litología muestra la presencia de areniscas, lutitas, y limonitas calcáreas, así como la presencia de estratificaciones de evaporitas en las inmediaciones de la Sierra del Presidio (Tovar 1974), siendo esta composición litológica no favorable para el diseño de obras hidráulicas de regulación, dado que la presencia de yeso favorece la formación de cavernas y oquedades, debido a que es cinco veces más soluble en agua que las rocas calizas de estratificación gruesa.

1. Estratos Geológicos.

La sección estratigráfica en el área de estudio (Figura III.2.1) está documentada en diversos estudios realizados en la región (Drewes y Dyer 1993, Haengii 2002, Gómez y Rascón 2007), y se describe brevemente a continuación:

La estratificación de las unidades geológicas que conforman la columna estratigráfica de la zona de la sierra de Juárez, conforme los resultados reportados por Rascón y Gómez (2008) se ha relacionado con el aspecto hidrológico, es decir, de acuerdo a la composición de la roca y a su grado de fracturamiento o porosidad secundaria, mencionándose además de manera cualitativa el grado de permeabilidad de la formación.

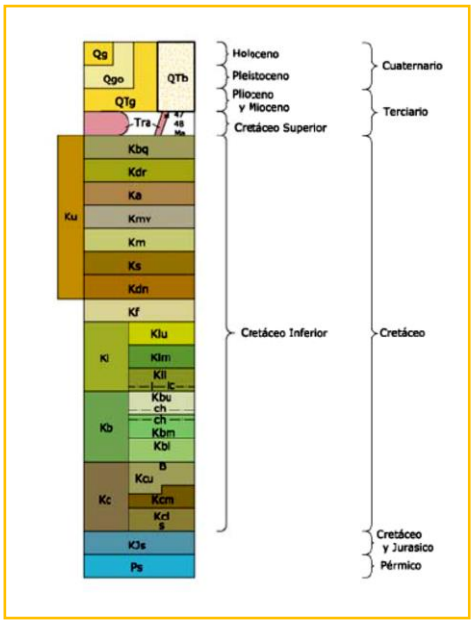


Figura III.2.1. Estratigrafía de la zona de estudio

2. Mesozoico

Las rocas mesozoicas consisten de sedimentos marinos, mixtos y continentales que se depositaron en la cuenca intracratónica de Chihuahua, con un espesor compuesto de más de 7,000 m (Tovar 1981). Son las rocas sedimentarias de mayor distribución superficial y forman gran parte de las sierras hacia el nororiente del estado de Chihuahua (INEGI 1984). En el área

de estudio, la secuencia estratigráfica inicia en el Cretácico inferior (Aptiano). El Cretácico Superior no aparece más que la base (Cenomaniano) en la secuencia estratigráfica del área, continuando hasta el Terciario con unidades ígneas, como volcánicas e intrusivas.

3. Cretácico

Las rocas de este sistema son las de mayor distribución superficial representadas por las siguientes formaciones:

Formación Cuchillo.- Esta formación constituida de caliza lutita y yeso no alcanza a aflorar en superficie, en tanto que el contacto superior es nítido y concordante, definido por la base de la caliza masiva de bancos arrecifales de la **Formación Benigno** perteneciente al Grupo Aurora, Debido a su variación en la constitución litológica, para los objetivos de su mapeo se ha dividido en tres grupos, mismos que se describen de la siguiente manera:

Kc (cz).- Es la parte superior de la Formación Cuchillo, se caracteriza por afloramientos constituidos principalmente de calizas de color amarillento interestratificadas con margas de color gris en estratos delgados, aunque llega a observarse un conglomerado color rojizo de fragmentos de cuarzo y areniscas de grano grueso, cubierto por lutitas verdes en lajas. Generalmente, este grupo se encuentra fracturado por los plegamientos que presenta, debido a los esfuerzos compresivos y distensivos que ha sufrido la zona.

El área de afloramiento que cubre, por el grado de fracturamiento de este grupo, se puede considerar como de una mediana capacidad de infiltración.

Kc (cz-lu).- Es la parte media de la Formación Cuchillo y está constituida por estratos delgados de caliza y arenisca inmersos en estratos mucho más gruesos de lutita calcárea color gris oscuro de estructura físil y deleznable. Esta formación da origen a lomeríos suaves de elevación media a baja debido a su mayor erosión por la presencia de lutita respecto a las formaciones circundantes. A pesar del fuerte fracturamiento que presenta, se considera que su permeabilidad es de media a baja debido a la abundancia de lutita.

Kc (lu-cz).- Es la base de la Formación Cuchillo, está constituida principalmente por lutita de color crema a amarillo, con escasos estratos delgados de caliza y arenisca. La lutita es fácilmente alterable y erosionable, se presenta en las partes más bajas de la sierra y se ve como suelo arcilloso, principalmente hacia la parte norte de la sierra.

Debido a la lutita como constituyente principal, este grupo se considera de poco permeable a impermeable.

Grupo Aurora.- Está constituido por una secuencia de más de 1,000 m de espesor, principalmente de calizas arrecifales con intercalaciones argiláceas y calizas arcillosas hacia la cima; comprende varias formaciones: Benigno, Lágrima, Finlay, Benevides, Loma de Plata, Del Río y Buda, (C.R.M., 1994); conforme a los estudios publicados en el área (Drewes y Dyer 1993, Rascón y Gómez 2008), se concluye que en la zona de estudio es posible encontrar las siguientes litologías: Conglomerado Terciario en el flanco suroeste, conglomerado cementado expuesto como consecuencia de actividad antropogénica, materiales de relleno aluvial con presencia de arcillas, rocas calizas masivas asociadas a la Formación Benigno, paquete de lutita-caliza con buzamiento aproximado de 50º posiblemente asociado a la Formación Lágrima intermedia (Drewes 1993), y/o roca asociada a la Formación Cuchillo (Rascón 2008).

- **Formación Benigno.** Constituida por caliza masiva que lateralmente cambia a caliza nodular, que se depositó en un ambiente nerítico interno a medio con presencia de rudistas. La caliza es del tipo *mudstone* y es de color gris claro, en estratos que varían de gruesos a masivos, presenta rasgos de disolución y contiene nódulos de pedernal y de óxidos, miliólidos, gasterópodos, orbitolinas, se correlaciona con parte con la Formación Glen Rose de Texas Central Kb (cz). Constituye estratos gruesos de caliza color gris oscuro que intemperiza a color gris marrón, forma escarpes con elevaciones altas aunque presenta fracturamiento, sus estratos en algunas partes forman laderas poco permeables por las cuales escurre el agua de lluvia hacia formaciones topográficamente más bajas. Debido su fracturamiento y carsticidad, ofrece buen sistema de conductos para el flujo del agua subterránea.
    - **Kb (cz-lu).-** Formada en un ambiente marino más somero, está constituida por calizas arcillosas gris oscuro a negro, intercaladas con lutitas calcáreas negras, con ocasionales horizontes arenosos color gris de grano fino.
- **Formación Lágrima.** Haenggi (1966) la define como una edad Albiano y la refiere a las rocas que subyacen a la Formación Finlay. Consiste de calizas arcillosas de color gris oscuro y negras, con estratificación gruesa a delgada y horizontes con abundantes orbitoinas únicamente y otros ostrácodos, braquiópodos, rudistas, pelecípodos y turritelas, se intercalan horizontes masivos de caliza y otros laminares de lutitas.El medio ambiente de depósito debió ser parecido al de la formación Benigno, tal vez con más oscilaciones porque sus estratos son más delgados.
    - **Kl (cz).-** Formada en su parte superior por gruesos estratos de caliza gris oscuro, los cuales forman escarpes prominentes y elevados. Presentan fracturamiento y pueden tener buena permeabilidad.
    - **Kl (cz-m).-** Hacia la parte media de la Formación Lágrima, aparece este grueso paquete de caliza nodular de color gris claro de fácil erosión y fractura, depositado en un ambiente de más energía. El fracturamiento de este grupo es fuerte y se considera que muestra áreas de buena permeabilidad para la infiltración de agua de lluvia.
    - **Kl (cz-lu).-** Forma la base de la Formación Lágrima y está constituida por delgados estratos de caliza color gris claro intercalados con otros de lutita calcárea color gris

- **Formación Finlay.-** Constituida por caliza masiva con aisladas capas de areniscas, que se depositaron en un ambiente nerítico interno a medio con presencia de rudistas que indica el desarrollo de bancos arrecifales. La caliza es del tipo mudstone, arcillosa, de color gris oscuro, en estratos que van de medianos a gruesos, contiene espículas de esponja, tuocasias y caprínidos. Se tiene una caliza del tipo wackestone de color gris obscuro, con bandas y nódulos de pedernal, algas, miliólidos, gasterópodos, equinodermos, espículas de esponja, tuocasias y caprínidos. Esta unidad está situada por posición estratigráfica dentro del Albiano Medio y es correlacionable con parte de la Formación Aurora del estado de Coahuila. Su contacto inferior es nítido y concordante y se sitúa al terminar la alternancia de la Formación Calizas y Lutitas Sin Nombre.

- **Formación Benavides.** Está formada por una secuencia de lutitas calcáreas, intercaladas con calizas, limonitas y areniscas de estratos delgados, su depósito es de ambiente de plataforma somera y de poca energía. Su edad es del Albiano Medio Superior.
- **Loma de Plata.-** Unidad constituida por capas de caliza que fueron depositadas en un ambiente nerítico interno a medio; la caliza es del tipo mudstone y grainstone de color gris claro, en estratos que van de medianos a gruesos y contiene pelecípedos, gasterópodos, globigerínidos, amonitas y espículas de esponja. Esta unidad corresponde a la Formación Buda y sus contactos inferior y superior son nítidos y concordantes con la Formación del Río.
- **Del Río.-** Está constituida por una alternancia de calizas y lutitas que se depositaron en un ambiente nerítico interno a medio. La caliza es del tipo mudstone, arcillosa de color pardo, aparece en estratos delgados con Kl(cz), Kl(cz-n) gasterópodos y amonitas hematizadas; está intercalada con calcilutitas y lutitas laminares en colores verde amarillo y café y con esporádicos horizontes de yeso. Descansa concordantemente en los últimos estratos de caliza masiva de la Formación Loma de Plata y subyace concordantemente a los estratos de caliza compacta de la Formación Buda. Su edad es Albiano Superior-Cenomaniano inferior.
- **Buda.-** Constituida por capas de caliza que fueron depositadas en un ambiente nerítico interno a medio, la caliza es del tipo mudstone y grainstone de color gris claro, en estratos que van de medianos a gruesos y contiene pelecípedos, gasterópodos, globigerínidos, amonitas y espículas de esponja. Su contacto inferior es nítido y concordante con la Formación del Río. Esta formación pertenece al Cretácico Superior temprano y es la más joven que aflora de la era mesozoica.

En la figura III.2.(2). Se distinguen las distintas capas de suelo que conforman la estructura geológica del área de estudio, siendo particularmente importante la franja colindante del pie de la sierra con los asentamientos humanos.

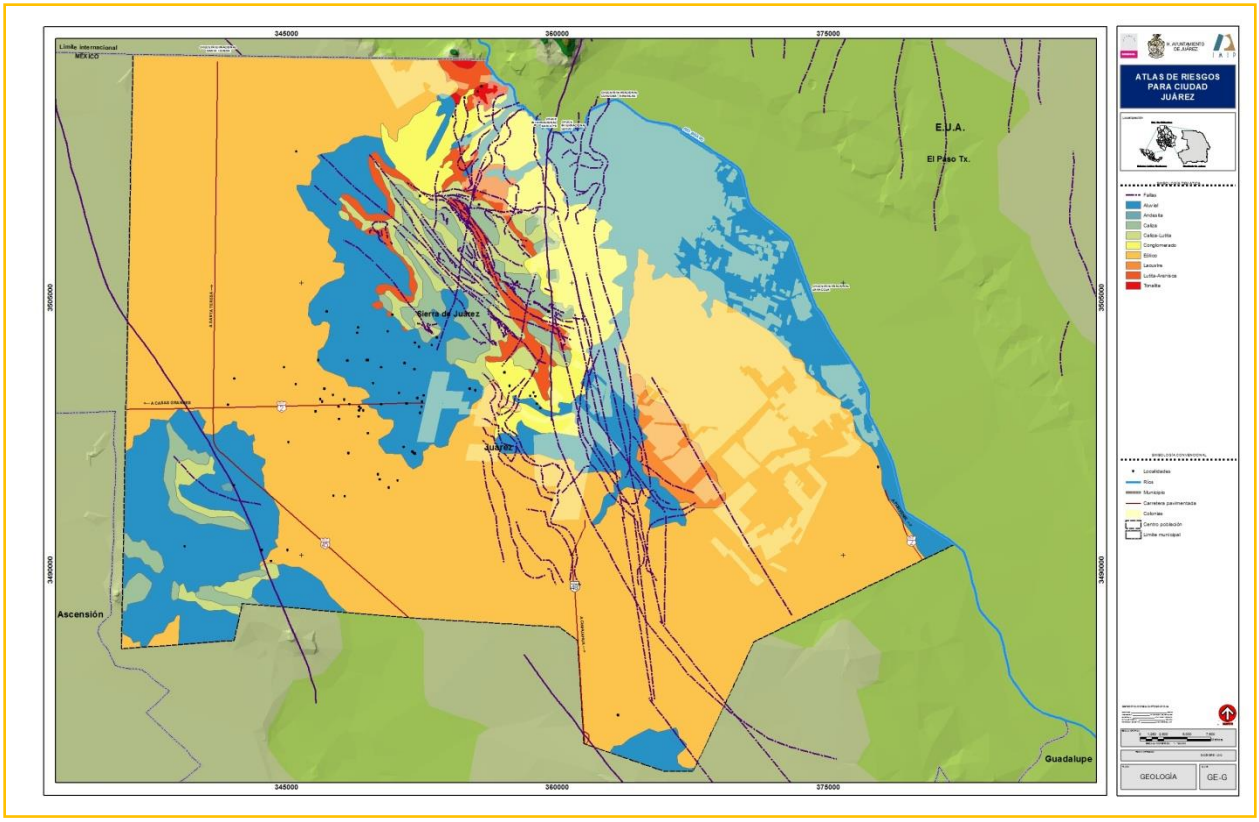


Figura III.2.(2). Mapa Geológico

III.3. Geomorfología.

La geomorfología en términos generales, pertenece a la provincia fisiográfica número IV denominada Sierras y Llanuras del Norte y de manera específica a la Subprovincia denominada Sierras Plegadas del Norte. Forma parte de una extensa área de planicie típica de los desiertos, donde sobresale la principal elevación de la Sierra de Juárez. En la zona inmediata a la mancha urbana, se aprecia una variación de geoformas.

Topográficamente, Ciudad Juárez se divide en el área poniente y el área oriente. La primera presenta un relieve irregular por localizarse al pie de la Sierra de Juárez, lo accidentado de este relieve va disminuyendo conforme se aleja de esta formación montañosa en dirección oriente (COLEF, 2007).

Las principales geoformas identificadas son: llanura plana, semillanura baja medianamente diseccionada, semillanura intermedia ligeramente diseccionada, semillanura intermedia medianamente diseccionada, semillanura alta ligeramente diseccionada, pie de monte medianamente diseccionado, pie de monte altamente diseccionado, lomerío, mesa basculada, mesa ondulada, mesa plana, valle tipo “U”, valle tipo “V”, montaña altamente diseccionada y cima afilada.

III.4. Edafología.

De acuerdo con su constitución, se pueden encontrar cinco tipos de suelo: Litosol, Regosol, Solonchak, Vertisol, y Solonetz (INEGI,2000e). Ver **Mapa anexo GE-EDA.**

Regosol.- Del griego manto, cobija o capa. Es el material suelto que cubre la roca: Son claros y pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. A veces están asociados con litosoles y con afloramiento de roca. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su profundidad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Solonchak.- Del ruso sol: sal. Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos.

Vertisol.- Del latín verteré: voltear, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos especialmente con una marcada estación seca o lluviosa. La vegetación natural puede ser pastizales y matorrales. Tiene un alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo, formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, su color más común es esta zona es rojizo. Es un suelo productivo.

Litosol.- Literalmente suelo de piedra, regularmente se encuentran en sierras o lomeríos, algunas veces en terrenos planos. Su profundidad es menor a 10 centímetros, limitada por la presencia de roca.

Solonetz.- Del ruso sal, etz: fuertemente expresado. Connotativo del suelo con altas concentraciones de sales. Se caracteriza por tener un suelo arcilloso con terrones duros en forma de columnas o prismas debido a su alto contenido de sales de sodio. Su vegetación es escasa o pastizal y matorral (INEGI, 2000a).

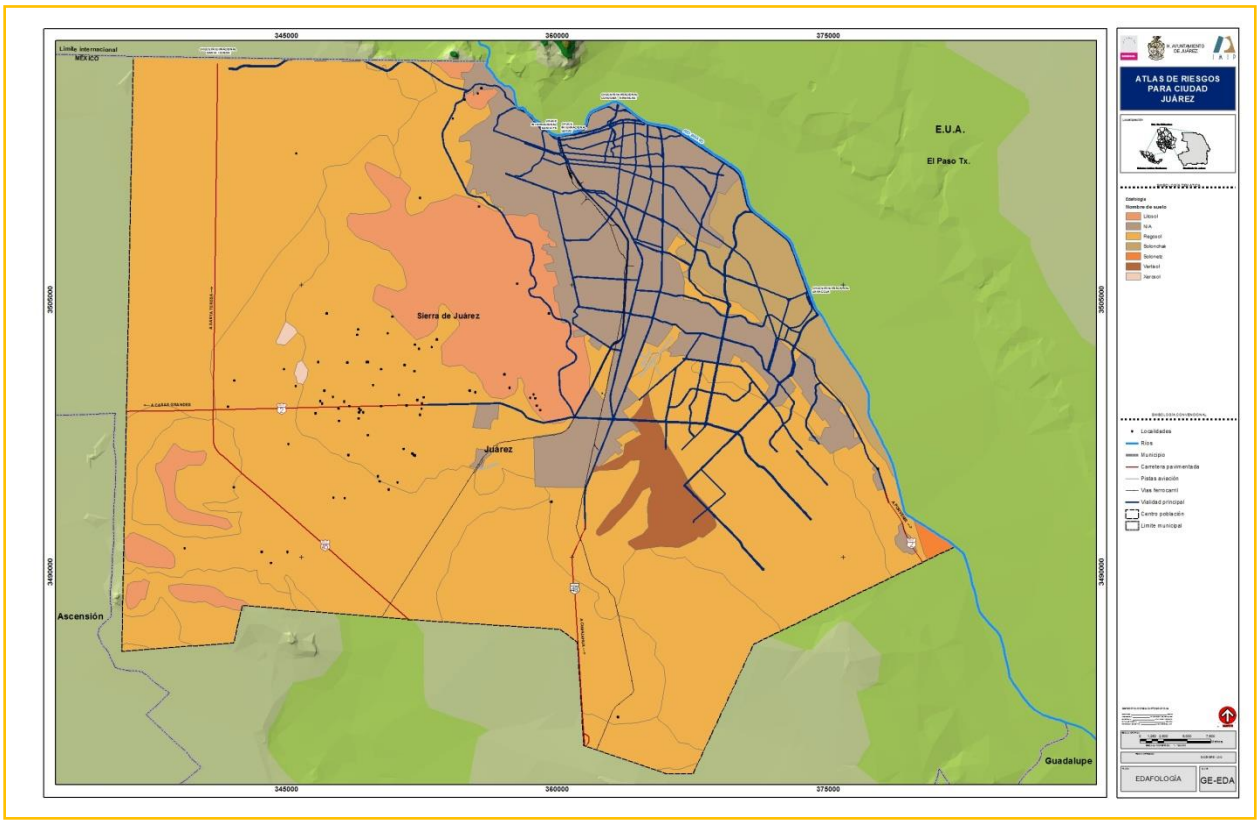


Figura III.4.(1) Mapa de Edafología

III.5. Hidrología.

Según la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales de la Dirección General de Geografía, el nuevo centro de población se encuentra dentro dos regiones hidrológicas: Bravo Conchos RH 24 Cuencas Cerradas, y RH 34, abarcando tres cuencas que sus afluentes principales son: Río del Carmen al sur, Río Bravo al oriente y Río Santa María al poniente. (Ver figura III.5.(1))

Río Bravo.- El Río Bravo se origina en las Montañas San Juan en el sur de Colorado y sigue un curso de 3,030 kilómetros antes de desembocar en el Golfo de México. A lo largo de su curso, el río y sus tributarios drenan un área de terreno de 471,900 kilómetros cuadrados. El río en el Municipio de Juárez se utiliza para riego agrícola en el Distrito de Riego del Valle de Juárez. El cauce del río, define asimismo el límite internacional entre los Estados Unidos de Norteamérica y los Estados Unidos Mexicanos. Este drenaje abarca un paisaje muy variado de los Estados Unidos y México, que incluye montañas, bosques, y desiertos. La cuenca es el hogar de diversas plantas nativas y de vida silvestre, así como de unos 10 millones de personas, 8 millones en México solamente. Aproximadamente dos tercios del curso del río sirve de frontera entre los Estados Unidos y México.

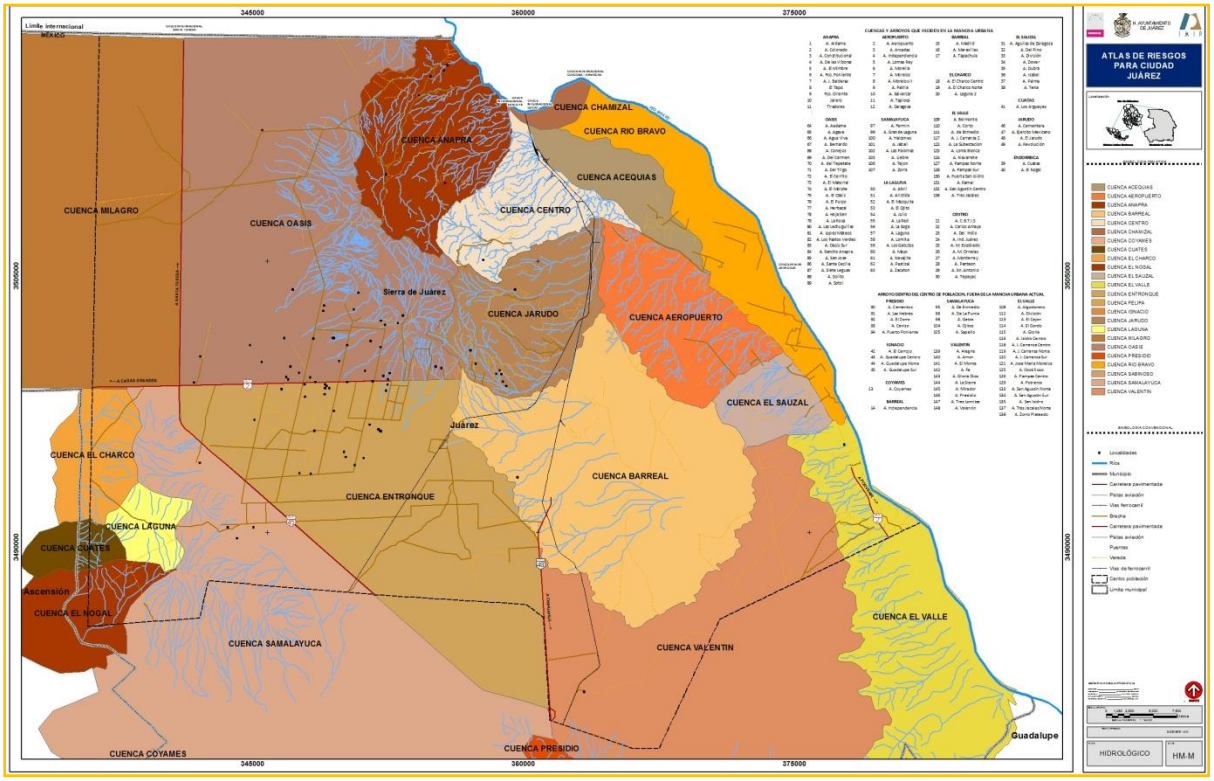


Figura III.5.(1) Mapa de Hidrología

III.6. Climatología.

Esta zona pertenece a climas secos áridos, desértico frío. La temperatura media anual está por debajo de los 18°, con regímenes de lluvias en verano y muy escasas en invierno. El clima de la región se caracteriza por una abundancia de días con sol durante el año, las temperaturas altas en verano (puede rebasar los 40 grados centígrados), pero extremosas, con humedad baja y un invierno frío (nieva y la temperatura puede alcanzar grados bajo cero). Mientras que

en primavera y otoño a pesar de haber una temperatura templada se producen tormentas de aire y las noches pueden ser muy frescas.

La clasificación de climas según Koppen2, identifica a la zona de tipo Bwkx'(e'), que lo define así por su grado de humedad.

Bw = Clima muy seco o desértico

k = Templado, con verano cálido, temperatura media anual entre 12º y 18°C; la del mes más frío es entre -3 y 18°C y la del mes más caliente es mayor a 18°C.

x' = Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno

e' = Muy extremoso, oscilación de temperatura mayor de 14°C.

1. Precipitación.

El promedio anual de precipitación para Juárez, es de 255.1 mm, esto es según datos de 1957-2008, la precipitación máxima es de 536.3 mm y la mínima 116.8 mm. Julio, Agosto y Septiembre han sido los meses más lluviosos a la fecha. De acuerdo a la estación de la Comisión Nacional del Agua, desde 2005 a 2010, el promedio anual de precipitación es de 154 mm, los meses más lluviosos son Julio, Agosto y Septiembre, destacando agosto 2006 con una precipitación de 166 mm.

Tabla III.7.(1).- Precipitación total (mm)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2005	24	28	0	6	42	0	12	94	28	57	0	0
2006	0	17	0	2	10	10	119	166	112	23	0	2
2007	62	5	0	4	56	19	64	4	52	5	41	13
2008	4	0	0	0	3	13	155	66	37	6	3	18
2009	1	1	0	0	38	38	21	26	43	12	27	36
2010	12	40	1	2	0	41	40	30	60	1	0	
Total mensual del periodo	103	91	1	14	149	121	411	386	331	103	71	69
Promedio del periodo	154											

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CNA), estación meteorológica Ciudad Juárez, 2010.

2. Vientos Dominantes.

Se puede afirmar que en la región siempre se presentan vientos con diferentes grados de intensidad, y de acuerdo a los datos históricos para Ciudad Juárez se han observado dos patrones de flujo superficial predominantes; el primero indica un flujo de vientos occidentales, incluyendo las direcciones noroeste, oeste y suroeste, el cual se manifiesta con claridad en los meses de Junio a Noviembre; el segundo patrón en importancia por su incidencia, son los

[2] Carta Temática Climatológica INEGI

vientos orientales, incluyendo las direcciones noreste, este y sureste, que tienen un claro predominio de Julio a Septiembre. Los vientos provenientes del norte y del sur son menos frecuentes y tienen un impacto poco significativo en la circulación local.

III.7. Usos de Suelo y Vegetación.

Matorral desértico micrófilo

Se caracteriza por tener elementos arbustivos de hojas pequeñas. Ocupando las llanuras, los fondos de los valles al pie de las sierras, también se encuentra en los lugares arenosos de la ciudad, ya sea en los suelos de origen eólico o aluvial, los cuales están en pendientes muy bajas que es una característica del municipio. Se subdivide en matorral: inerme y subinerme, espinoso, chollal, izotal y nopalera (Fuente: INEGI, 2000a).

Algunas de las especies de plantas más abundantes y destacadas de este tipo de matorral son el mezquite (Prosopis glandulosa), huizache (Acacia farnesiana) hojasen (Flourencia cernua) y nopales (Opuntia sp). Siendo la especie de mayor distribución la gobernadora (Larrea tridentata) (IMIP, 2007), Fotos III.7.(1 y 2):



Foto III.7.(1) Matorral Desértico Micrófilo

1. Matorral Desértico Rosetófilo.

Se encuentra al pie de monte o bien en las laderas, o como la geomorfología lo menciona, en pie de monte y montaña, en las pendientes más altas, las cuales tienen una altura entre 1350 y 1400 m. Dominan las especies con hojas en roseta con o sin espinas. Se encuentran sobre xerosoles y litosoles, en las partes más altas de los abanicos aluviones y sobre los conglomerados. Entre las plantas más características están el agave lechuguilla (Agave lechuguilla), yucas o palmitas (Yuca elata, Yucca torreyi) (INEGI, *op. cit*.)



Foto III.7.(1) Matorral Desértico Rosetófilo

2. Vegetación Halófila.

Está constituida por comunidades dominantes arbustivas o herbáceas, se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas (INEGI, ibidem). Una de las especies de halófilas más representativa y que tiene importancia en la ganadería como alimento del ganado bovino es el chamizo (Atriplex sp). También podemos encontrar diferentes especies de pastos o zacates.

3. Vegetación de desiertos arenosos.

Está formada principalmente por arbustos que se agrupan en manchones sobre las dunas de arena, las especies de arbustos son semejantes a las de los matorrales antes mencionados. La vegetación existente al poniente donde se encuentra la sierra de Juárez según estudios realizados es de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, por lo tanto podemos encontrar una gran variedad de cactáceas de gran importancia como Epithelantha micromeris (Foto III.7.(2)) que se encuentra en protección especial. Al norte se encuentra el Río Bravo y al sur una gran extensión de arenales o dunas donde la vegetación representativa está formada por matorral micrófilo y matorral halófilo siendo las familias de plantas más abundantes la Poaceae (pastos o zacates), Asteraceae (arbustos con flores), Cactaceae (cactus) y Fabaceae (hierbas y arbustos como el mezquite) (Gatica, Díaz, UACJ, 2000).



Foto III.7.(2) Epithelantha micromeris

III.8. Áreas Naturales Protegidas.

Dentro del municipio solo se cuenta con un Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre de los Médanos de Samalayuca, sin embargo su ubicación se encuentra fuera del límite de población.

III.9. Ordenamiento Ecológico Territorial

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Juárez, integra el espacio en un marco de ordenamiento territorial y ecológico, estableciendo las políticas urbanas y ambientales para cada zona del municipio, con la finalidad de lograr una mejor administración del territorio, mediante el establecimiento de criterios de regulación ecológica, para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro del Municipio de Juárez, Chihuahua, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes. El ordenamiento del territorio es una herramienta fundamental para orientar los procesos de usos y ocupación del territorio considerando los impactos al ambiente. El ordenamiento ecológico del territorio, se plantea como un sistema complejo integrado por los subsistemas natural, social, económico, urbano-rural y productivo con múltiples interrelaciones entre sí.

Centro de Población

En cuanto al centro de población (Figura III.9.(2)), el programa de ordenamiento ecológico propuso una regionalización que fue empleada en la actualización del citado instrumento que se decretó el año de 2009. Cabe destacar que la propuesta busca la preservación de los macizos montañosos de la Sierra de Juárez para permitir la recarga de acuíferos, disminuir el riesgo que pueden tener los asentamientos humanos que se ubiquen en las zonas cerriles y mantener sus ecosistemas, así como las terrazas fluviales del Río Bravo que cuenta con ecosistemas “riparios” (zonas cercanas a cuerpos o flujos de agua) y zonas inundables. Es pertinente señalar que en este programa se incluyen los criterios de regulación ecológica para el centro de población en cumplimiento con el artículo 20 bis 4 III de la LGEEPA.

III.9.1. Líneas estratégicas para el ordenamiento general del territorio

Las estrategias que se plantean por el **Proyecto de Zonificación y Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Juárez**[3], definen las siguientes líneas estratégicas, que guían la propuesta del modelo de ordenamiento territorial:

Conservar el recurso Agua

a. Buscar fuentes alternas.
b. Recarga de acuíferos.
c. Fomentar la cultura del agua.
d. Fomentar actividades productivas que tengan un bajo consumo de agua.
e. Establecer un programa de monitoreo de muestras y análisis de la calidad del agua de agua superficial y subterránea.
f. Negociación con agricultores del Valle de Juárez para el intercambio de agua.

Bajar los índices de contaminación atmosférica

a. Reducir el parque vehicular implementando y fomentando nuevas formas de movilidad.
b. Ampliar la capacidad de monitoreo.
c. Revisar, aplicar y actualizar la normatividad.

[3] ZOET JUAREZ, CONACYT, MPIO. JUAREZ, COLEF, SEMARNAT (2009)

d. Monitorear las emisiones de la CFE y fomentar el uso de tecnología para disminuir los contaminantes

- **Medio Urbano-Rural**

Desarrollo Regional

a. Lograr un desarrollo regional equilibrado y sustentable.
b. Dotar de Infraestructura que logre la conectividad regional entre los diferentes asentamientos del municipio.
c. Mejorar y eficientizar el sistema de transporte intraurbano e intramunicipal.
d. Dar prioridad a la cobertura de infraestructura educativa, cultural, de salud y de recreación a nivel municipal, haciendo énfasis en las zonas de alta marginación.

Desarrollo Agrícola

El desarrollo agrícola y la protección ambiental están estrechamente relacionados, dado que la agricultura hace uso de los recursos naturales, pueden generar resultados tanto beneficiosos como perjudiciales para el medio ambiente. El impacto de esta actividad puede ser local (la agricultura es con frecuencia la actividad que consume más cantidad de agua, por ejemplo) o mundial (genera hasta un 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero).

Por ende, la mejora de las prácticas agrícolas puede generar impactos beneficiosos en diversos niveles: la fuerte impronta ambiental de la agricultura se puede reducir, los sistemas de explotación agrícola pueden volverse menos vulnerables al cambio climático y puede sacarse provecho de la agricultura para promover una mejora ambiental más generalizada y a la vez producir beneficios en el nivel local.

Mejorar las condiciones de las actividades pecuaria y agrícola

a. Como parte de la diversificación de la economía, rescatar la actividad agrícola.
b. Tomar medidas para mejorar la calidad del agua y suelo, diversificar los cultivos y buscar nuevas formas de financiamiento que ayuden a capitalizar el campo.
c. Promover los servicios ambientales que brinda la agricultura a la hora de abordar el cambio climático y la conservación de la diversidad biológica
d. Promover nuevas tecnologías que impliquen menor uso de agua, como riego por aspersión y por goteo.
e. La planeación territorial tiene que asegurar que la frontera agrícola se mantenga cerca del recurso agua.
f. Promover producción agropecuaria sustentable.

- **Usos de suelo**

a. Respetar la aptitud del suelo.
b. Prohibir asentamientos en zonas no aptas para el desarrollo urbano.
c. Desarrollar proyectos integrales de reubicación y/o mejoramiento de instalaciones peligrosas y control de ladrilleras, Yonkes y granjas porcícolas.

- **Medio natural**

Preservar los elementos naturales del municipio:

- Vera del Río Bravo, Dunas de Samalayuca, Sierra de Juárez, Sierra del Presidio, Sierra de Samalayuca y Cerro El Mesudo.

Dado que los elementos contiguos a la mancha urbana, corresponden a Vera del Río Bravo, y la Sierra de Juárez, se describen a continuación las siguientes acciones:

- **Vera del Río Bravo y Valle de Juárez**

a. Conservar el límite agrícola restringiendo el crecimiento de la mancha urbana a las zonas agrícolas.
b. Regular las descargas urbanas y sanear el agua de riego con un tratamiento secundario.
c. Iniciar estudios que ayuden a la desalinización del agua de pozo y suelo. Incluye los estudios fisicoquímicos del agua y suelo y sus tendencias, estudios de los sistemas subterráneos.
d. Elaborar un plan de desarrollo productivo de las localidades del Valle
e. Elaboración de inventarios biológicos, dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del ambiente y definir un programa de monitoreo de la biodiversidad y de las especies introducidas.
f. Monitoreo de la calidad del agua del río Bravo, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad y considerar el agua como recurso estratégico y como área de refugio para especies.
g. Establecer un programa de restauración de vegetación.

- **Sierra de Juárez**

a. Declararla con la categoría equivalente a nivel estatal o local de la figura de Área natural protegida.
b. Evitar cualquier tipo de asentamientos humanos y actividades extractivas en la zona núcleo de la Sierra.
c. Restaurar las condiciones naturales de escurrimientos y conservarlas.
d. Establecer un programa de restauración de vegetación.
e. Regular la extracción de materiales, evitar aquellos que representen riesgos y vigilar el cuidado de las condiciones naturales.
f. Fomentar y difundir los estudios de flora y fauna de la sierra para coadyuvar en la educación ambiental.
g. Regulación de las actividades productivas
    i. Promover actividades económicas alternativas de bajo impacto ambiental.
    ii. Regular las actividades económicas que exploten los recursos naturales.
    iii. Reconversión tecnológica para la disminuir del impacto ambiental.
    iv. Promover la inversión de actores económicos en bienes y servicios ambientales.
    v. Aplicar y adecuar las normatividad existente a las condiciones ambientales especificas de la Sierra de Juárez

- **Políticas ambientales**

a) **Aprovechamiento sustentable**

Se asigna a aquellas áreas que por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con usos de suelo actual o potencial, siempre que estas no sean contrarias o incompatibles con las aptitudes del territorio. Se tiene que especificar el tipo de intensidad del aprovechamiento ya que de ello dependen las necesidades de infraestructura, servicios y áreas de crecimiento.

b) **Preservación**

Se usa como sinónimo de protección en el Ordenamiento Ecológico Territorial, y corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. La política de preservación de áreas naturales implica un uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. Quedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.

c) **Conservación**

Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales es opcional. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.

d) **Restauración**

Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y re establecimiento de las condiciones que propicien la evolución continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejen de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro. En la regulación, inducción y fomento de las actividades de los sectores en el área a ordenar, se consideraran aquellas políticas sectoriales que establezca el marco jurídico respectivo de manera congruente con las políticas ambientales.

III.9.2. Unidades de gestión ambiental

Tomando en cuenta que una UGA es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial, aunado a esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientando las estrategias hacia un desarrollo que transite a la sustentabilidad; el gobierno federal (SEMARNAT), conjuntamente con el estado y municipio, las organizaciones

de la sociedad civil y las académicas, han definido las Unidades de Gestión Ambiental, estableciendo las políticas y lineamientos correspondientes para nuestro Municipio.

Para el manejo de las Unidades de Gestión Ambiental, se establecieron las estrategias ecológicas (Figura III.9.2.), en las que se incluye la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos, que fueron establecidas en la política y lineamientos reconocidos de manera colegiada, mismos que se describen a continuación como parte de la estrategia ecológica territorial, con apoyo del mapa correspondiente:

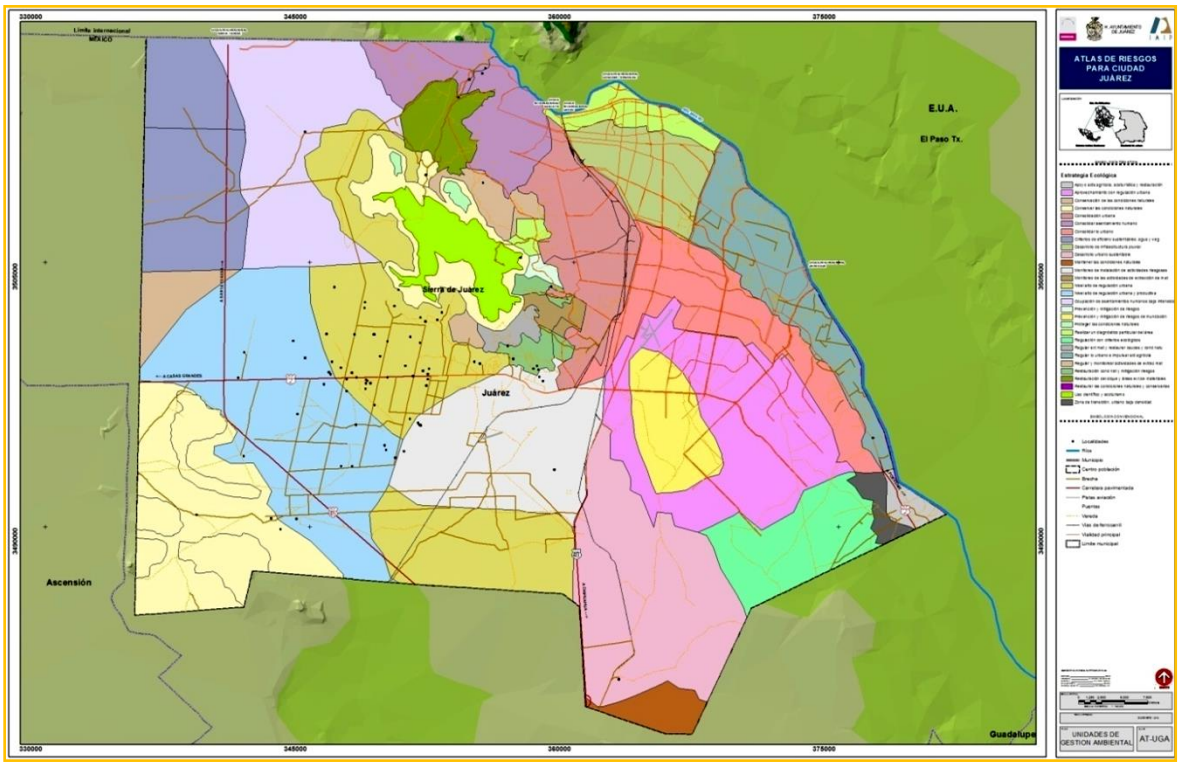


Figura III.9.2. Mapa de las UGA's - Estrategia Ecológica
Fuente: ZOET JUAREZ, CONACYT, MPIO. JUAREZ, COLEF, SEMARNAT (2009)

Unidades de Gestión Ambiental
Estrategia Ecológica

- Apoyo acts agrícola, ecoturística y restauración
- Aprovechamiento con regulación urbana
- Conservación de las condiciones naturales
- Conservar las condiciones naturales
- Consolidación urbana
- Consolidar asentamiento humano
- Consolidar lo urbano
- Criterios de eficienc sustentables: agua y veg
- Desarrollo de infraestructura pluvial
- Desarrollo urbano sustentable
- Mantener las condiciones naturales
- Monitoreo de instalación de actividades riesgosas
- Monitoreo de las actividades de extracción de mat
- Nivel alto de regulación urbana
- Nivel alto de regulación urbana y productiva
- Ocupación de asentamientos humanos baja intensidad
- Prevención y mitigación de riesgos
- Prevención y mitigación de riesgos de inundación
- Proteger las condiciones naturales
- Realizar un diagnóstico particular del área
- Regulación con criterios ecológicos
- Regular ext mat y restaurar cauces y cond natu
- Regular lo urbano e impulsar act agrícola
- Regular y monitorear actividades de extrac mat
- Restauración cond nat y mitigación riesgos
- Restauración del dique y áreas ext de materiales
- Restaurar las condiciones naturales y conservarlas
- Uso científico y ecoturismo
- Zona de transición, urbano baja densidad

A continuación se presenta la propuesta de recomendaciones ecológicas (Tabla III.9.2.(1), tanto general como particular para las subunidades del centro de población, así como la estrategia ecológica y la superficie por cada una:

Tabla III.9.2.(1) Recomendaciones Ecológicas ZOET-Juarez, Chihuahua

Número Sub-Unidad	Política General	Política Particular	Lineamiento Estratégico	Estrategia Ecológica	Sup. Has.
CP1	Conservación	Conservación con alta regulación urbana	Conservación con posibilidad de desarrollo urbano condicionado a criterios sustentables	Criterios de eficiencia sustentables agua y vegetación	83553458
CP2	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación urbana	Aprovechamiento con regulación	Ocupación de asentamientos humanos baja intensidad	80944438
CP3	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con consolidación urbana	Aprovechamiento con uso urbano	Consolidar asentamiento humano	17963548
CP4	Conservación	Conservación con uso pasivo	Conservación con uso pasivo	Restauración del dique y áreas extracción de materiales	16616123
CP5	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con consolidación urbana	Aprovechamiento con uso activo y consolidación	Consolidar asentamiento humano	24389679
CP6	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con consolidación urbana	Aprovechamiento con uso activo y consolidación	Consolidación urbana	26678712
CP7	Protección	Protección con restauración y monitoreo periódico	Restauración con impulso de infraestructura recreativa	Realizar un diagnóstico particular del área	14758338
CP8	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación urbana	Aprovechamiento con regeneración urbana e introducción de infraestructura pluvial	Desarrollo de infraestructura pluvial	32398638
CP9	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación urbana	Aprovechamiento con regulación alta urbana de acuerdo a criterios sustentables	Nivel alto de regulación urbana	26389011
CP10	Conservación	Conservación con uso pasivo	Conservación con uso pasivo	Conservar las condiciones naturales	24905800
CP11	Protección	Protección con uso pasivo	Protección con uso ecoturístico y científico	Proteger las condiciones naturales	589979
CP12	Protección	Protección con uso pasivo	Protección con uso ecoturístico y científico	Uso científico y ecoturismo	23776057
CP13	Protección	Protección con uso pasivo	Protección con uso ecoturístico y científico	Proteger las condiciones naturales	1327018

CP14	Conservación	Conservación con uso pasivo	Conservación con uso pasivo	Conservar las condiciones naturales	1638002
CP15	Conservación	Conservación de las condiciones naturales	Conservación con uso pasivo	Conservar las condiciones naturales	10256030
CP16	Restauración	Restauración con monitoreo periódico	Restauración con mitigación del riesgo	Realizar un diagnóstico particular del área	3161048
CP17	Restauración	Restauración con condiciones naturales	Restauración con mitigación del riesgo	Prevención y mitigación de riesgos	2031745
CP18	Restauración	Restauración de condiciones naturales	Conservación con aprovechamiento sustentable de uso de suelo y restauración con mitigación de riesgo en la cuenca Jarudo y uso controlado	Restauración condiciones naturales y mitigación riesgos	2686396
CP19	Conservación	Conservación de condiciones naturales	Aprovechamiento con uso regulado	Regular y monitorear actividades de extracción de materiales	2683303
CP20	Restauración	Restauración de condiciones naturales	Aprovechamiento con uso regulado	Regular extracción de materiales y restaurar cauces y condiciones naturales	4573234
CP21	Conservación	Conservación con regulación	Aprovechamiento con criterios de sustentabilidad	Monitoreo de las actividades de extracción de material	5071535
CP22	Restauración	Restauración de condiciones naturales	Conservación con aprovechamiento sustentable de uso de suelo y restauración con mitigación de riesgo en la cuenca Jarudo y uso controlado	Restauración condiciones naturales y mitigación de riesgos	6328869
CP23	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con consolidación urbana	Aprovechamiento con uso activo y consolidación	Consolidación urbana	21829510
CP24	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con consolidación urbana	Aprovechamiento con regulación y consolidación urbana	Consolidar lo urbano	54427700
CP25	Conservación	Conservación de condiciones naturales	Aprovechamiento con criterios de sustentabilidad y regeneración de la vera del Río Bravo para detener la degradación de matorrales micrófilos	Regular lo urbano e impulsar actividad agrícola	52816031
CP26	Conservación	Conservación con uso pasivo	Aprovechamiento con regulación	Conservación de las condiciones naturales	209861347

CP27	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento de las condiciones naturales	Aprovechamiento restringido a usos que no requieren de agua	Nivel alto de regulación urbana y productiva	131803693
CP28	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación urbana	Aprovechamiento restringido a usos que no requieren de agua	Nivel alto de regulación urbana	61525245
CP29	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación productiva	Aprovechamiento para instalaciones de riesgo	Monitoreo de instalación de actividades riesgosas	77012810
CP30	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación	Aprovechamiento con regulación	Aprovechamiento con regulación urbana	89030665
CP31	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con alta regulación urbana	Prevención y mitigación del riesgo y construcción de infraestructura pluvial	Prevención y mitigación de riesgos de inundación	28787319
CP32	Conservación	Conservación de las condiciones naturales	Conservación con regulación de las actividades	Conservar las condiciones naturales	86609698
CP33	Conservación	Conservación de la vegetación del lugar	Conservación de la vegetación	Conservar las condiciones naturales	10440233
CP34	Conservación	Conservación de la vegetación del lugar	Conservación de la vegetación	Conservar las condiciones naturales	5188870
CP35	Conservación	Conservación de la vegetación del lugar	Conservación de la vegetación	Conservar las condiciones naturales	3996458
CP36	Conservación	Conservación de la vegetación del lugar	Conservación de la vegetación	Conservar las condiciones naturales	15167137
CP37	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación	Aprovechamiento con regulación urbana	Nivel alto de regulación urbana	124927176
CP38	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con regulación	Aprovechamiento con regulación urbana	Desarrollo urbano sustentable	94615126
CP39	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento con alta regulación urbana	Aprovechamiento con regulación	Regulación con criterios ecológicos	52739959
CP40	Conservación	Conservación con uso pasivo	Aprovechamiento con regulación ecológica y urbana	Zona de transición, urbano baja densidad	10399112
CP41	Conservación	Conservación con impulso agrícola y turístico	Conservación con uso agrícola	Apoyo acts agrícola, ecoturística y restauración	25521109
CP42	Conservación	Conservación con regulación productiva	Conservación con protección de especies amenazadas	Mantener las condiciones naturales	53560842
CP43	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	251598
CP44	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	91305

CP45	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	72396
CP46	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	123844
CP47	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	91640
CP48	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	737274
CP49	Restauración	Restauración con protección de las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales	Restaurar las condiciones naturales y conservarlas	986316

Fuente: ZOET JUAREZ, CONACYT, MPIO. JUAREZ, COLEF, SEMARNAT (2009)

Estrategias ecológicas

Una vez que se establecen las políticas y los lineamientos ecológicos, se integraron las estrategias ecológicas, las cuales la conforman los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas, los plazos y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos establecida la política y lineamiento.

De acuerdo al ejercicio de participación social que se obtuvo con las entrevistas, los talleres con sectores y talleres estratégicos con investigadores del COLEF y expertos de otras instituciones, se definieron los objetivos específicos, las acciones y los proyectos así como la programación y responsables. En general, los objetivos específicos se enfocan a la reducción de la presión de las amenazas en las UGA´s con política ambiental de protección o conservación. En el caso de interacciones entre sectores y su competencia por recursos principalmente el crecimiento urbano y su creciente demanda del recurso suelo, el objetivo es generar estándares de uso y aprovechamiento sustentable que reduzca y prevenga conflictos.

A continuación se presentan las estrategias recomendadas para cumplir con los lineamentos y criterios ecológicos presentados anteriormente, de forma particular se señala lo referente a las zonas ambientalmente prioritarias. Cabe subrayar que en este programa se considera de corto plazo un periodo de tres años, de mediano plazo un periodo de seis años y el largo plazo se refiere a un lapso de tiempo mayor a 6 años.

Para efecto de este documento solo se presentan las estrategias que inciden sobre el área de estudio “Centro de Población”:

Estrategia ecológica para la conservación de la vera del Río Bravo y los recursos naturales en el Valle de Juárez

La vera del Río Bravo está considerada por CONABIO como un sitio prioritario y tradicionalmente en Juárez su zona aledaña se ha utilizado para actividades agrícolas por la vocación natural del suelo. Actualmente esta área está fuertemente impactada por el desplazamiento de la frontera agrícola y tierras de cultivo están siendo ocupadas por asentamientos humanos (Tabla III.9.2.(2)).

Tabla III.9.2.(2) Estrategia ecológica para la conservación de la vera del Río Bravo y los recursos naturales en el Valle de Juárez

Política	Estrategia ecológica	Responsable(s)				Plazo para lograr el objetivo
		Federación	Estado	Municipio	Sociedad Civil/Academia	
Conservación	Conservar el limite agrícola estableciendo un limite de crecimiento urbano		SEDUE	Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología IMIP		CORTO PLAZO
	Regular las descargas urbanas y sanear el agua de riego con un tratamiento secundario. Iniciar estudios que ayuden a la desalinización del agua de pozo y suelo	CILA COCEF	SEDUE	DIRECCION DE ECOLOGIA	UACJ	CORTO A MEDIANO PLAZO
	Elaborar un plan de desarrollo productivo de las localidades del Valle	SEMARNAT, SEDESOL DESARROLLO RURAL	SEDUE	DIRECCION DE ECOLOGIA Y PROTECCION CIVIL;	UACJ	CORTO PLAZO
	Elaboración de inventarios biológicos, dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del ambiente y monitoreo del estado actual de la biodiversidad y de las especies introducidas,	SEMARNAT-INE	SEDUE	DIRECCION DE ECOLOGIA IMIP	UACJ	CORTO PLAZO
	Estudios fisicoquímicos del agua y suelo y sus tendencias, estudios de los sistemas subterráneos	SEMARNAT CNA	SEDUE	DIRECCION DE ECOLOGIA IMIP	UACJ	CORTO PLAZO
	Monitoreo de la calidad del agua y suelo, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad y considerar el agua como recurso estratégico y como área de refugio para especies	CNA -INE	SEDUE	DIRECCION DE ECOLOGIA IMIP	UACJ	CORTO PLAZO
	Establecer un programa de restauración de vegetación	SEMARNAT	SEDUE	DIERCCION DE ECOOGIA	UACJ	MEDIANO PLAZO

Fuente: ZOET JUAREZ, CONACYT, MPIO. JUAREZ, COLEF, SEMARNAT (2009)

Estrategias ecológicas para el control del crecimiento urbano

Esta estrategia muestra dos escenarios de ocupación del territorio, uno es a partir de proyectar las tasas históricas de crecimiento urbano y de la superficie de la mancha urbana y el otro escenario es si se aplicara una política de densificación urbana. Estos escenarios están

proyectados hasta el año 2030. Se considera que la propuesta de densificación de la población es la estrategia central debido a la presión y deterioro ambiental resultante de la expansión de la mancha urbana (Tabla III.9.2.(3) y (4)). Se observa claramente que de aplicarse esta política de densificación, la superficie urbana al año 2030 evitaría una expansión innecesaria de aproximadamente 6,000 Ha.

Tabla III.9.2.(3) Proyecciones de ocupación del suelo urbano, considerando el proceso de expansión

Período	Proyección de población resultados CONTEO 2005	Proyección de población (media)	Densidad de la población en la localidad de Ciudad Juárez*	Superficie de la mancha urbana (datos 2005) hectáreas	Superficie de la mancha urbana (media) Ha	Incremento de la mancha urbana (Ha) (datos 2005) Ha	Incremento de la mancha urbana (Ha) (proyección media) Ha
1950	276995	276995	147.3	1,880.48	1,880.48		1,195.87
1960	424135	424135	75	5,655.13	5,655.13	3,774.65	3,774.65
1980	567365	567365	60.32	9,405.92	9,405.92	3,750.79	3,750.79
1990	797679	797679	52.66	15,147.72	15,147.72	5,741.80	5,741.80
2000	1217818	1217818	57.99	21,000.48	21,000.48	5,852.76	5,852.76
2005	**1313338**	**1313338**	**56.5**	**23,244.92**	**23,244.92**	**2,244.44**	**2,244.44**
2010	1413072	1545646	55.01	25,687.55	28,097.54	2,442.63	4,852.62
2015	1540118	1698591	53.52	28,776.49	31,737.50	3,088.95	3,639.96
2020	1639401	1844773	52.03	31,508.76	35,455.95	2,732.27	3,718.45
2025	1728509	1981910	50.54	34,200.81	39,214.68	2,692.05	3,758.73
2030	1804146	2105279	49.05	36,781.77	42,921.07	2,580.96	3,706.39
Incremento de la mancha urbana 2005-2030						13,536.85	19,676.15

Tabla III.9.2.(4) Proyecciones de ocupación del suelo urbano, considerando una política de densificación

Período	Proyección de población resultados CONTEO 2005	Proyección de población (media)	Densidad de la población en la localidad de Ciudad Juárez*	Superficie de la mancha urbana (datos 2005) Ha	Superficie de la mancha urbana (media) Ha	Incremento de la mancha urbana (Ha) (datos 2005) Ha	Incremento de la mancha urbana (Ha) (proyección media) Ha
1950	276995	276995	147.3	1,880.48	1,880.48		1,195.87
1960	424135	424135	75	5,655.13	5,655.13	3,774.65	3,774.65
1980	567365	567365	60.32	9,405.92	9,405.92	3,750.79	3,750.79
1990	797679	797679	52.66	15,147.72	15,147.72	5,741.80	5,741.80
2000	1217818	1217818	57.99	21,000.48	21,000.48	5,852.76	5,852.76
2005	**1313338**	**1313338**	**56.5**	**23,244.92**	**23,244.92**	**2,244.44**	**2,244.44**
2010	1413072	1545646	55.01	25,687.55	28,097.54	2,442.63	4852.62
2015	1540118	1698591	56.29	**27,360.42**	30,175.72	1,672.87	2078.18
2020	1639401	1844773	57.57	28,476.65	32,044.00	1,116.24	1868.28

2025	1728509	1981910	58.16	29,719.89	34,076.86	1,243.24	2032.86
2030	1804146	2105279	58.75	30,708.87	35,834.53	988.97	1757.67

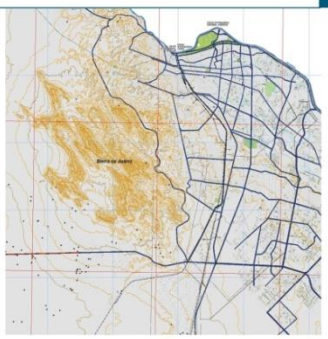
Fuente: ZOET JUAREZ, CONACYT, MPIO. JUAREZ, COLEF, SEMARNAT (2009)

Finalmente, con respecto al proyecto propuesto, de realizarse se constituiría como un eje que integraría la mayor parte de las unidades de gestión ambiental cuya política general es conservación y protección y de esta manera se aseguraría el cumplimiento de las políticas derivadas de la presente propuesta de Programa de Ordenamiento Ecológico-Territorial y se protegerían los aspectos naturales y los sitios arqueológicos.

CAPITULO IV

Diseño de Cartografía Base y Temática







Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Contenido

IV.1. Mapa base (Topográfico) 158
IV.1.1. Fallas y Fracturas 159
IV.1.2. Sismicidad local 159
IV.1.3. Aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años 160
IV.1.4. Periodos de retorno para aceleraciones de 15% de g o mayores 160
IV.1.5. Geología de valles aluviales 160
IV.1.6. Vulcanismo 161
IV.1.7. Deslizamientos 162
IV.1.8. Flujos de lodo, tierra y suelo 162
IV.1.9. Flujos de avalancha de detritos 163
IV.1.10. Flujos de creep o reptación 163
IV.1.11. Lahares 164
IV.1.12. Hundimientos 164
IV.1.13. Erosión hídrica 164
IV.1.14. Erosión eólica 165
IV.1.15. Erosión marina 165
IV.1.16. Erosión kárstica 166
IV.1.17. Huracanes 166
IV.1.18. Ondas tropicales 166
IV.1.19. Heladas 167
IV.1.20. Sequías 167
IV.1.21. Vientos 167
IV.1.22. Tormentas eléctricas 168
IV.1.23. Inundaciones 168
IV.2. Fotointerpretación y procedimientos fotogramétricos 169
IV.2.1. Métodos básicos de fotointerpretación 169
IV.2.2. Imágenes fotogramétricas y satelitales de apoyo 170
IV.3. Metadatos 171

Capítulo IV Diseño de Cartografía Base y Temática
Instituto Municipal de Investigación y Planeación @ 2010

IV. Diseño de Cartografía Base y Temática

IV.1. Mapa base (Topográfico)

El mapa base es un conglomerado de información espacial compuesto por imágenes y datos vectoriales básicos que representan generalmente topografía, infraestructura y equipamiento urbano, localidades urbanas, divisiones administrativas y políticas por mencionar algunos, los cuales servirán de referencia geográfica para la proyección de elementos específicos de la temática (peligros, vulnerabilidad y riesgos) que comprende este documento. Ejemplo ver figura IV.1.

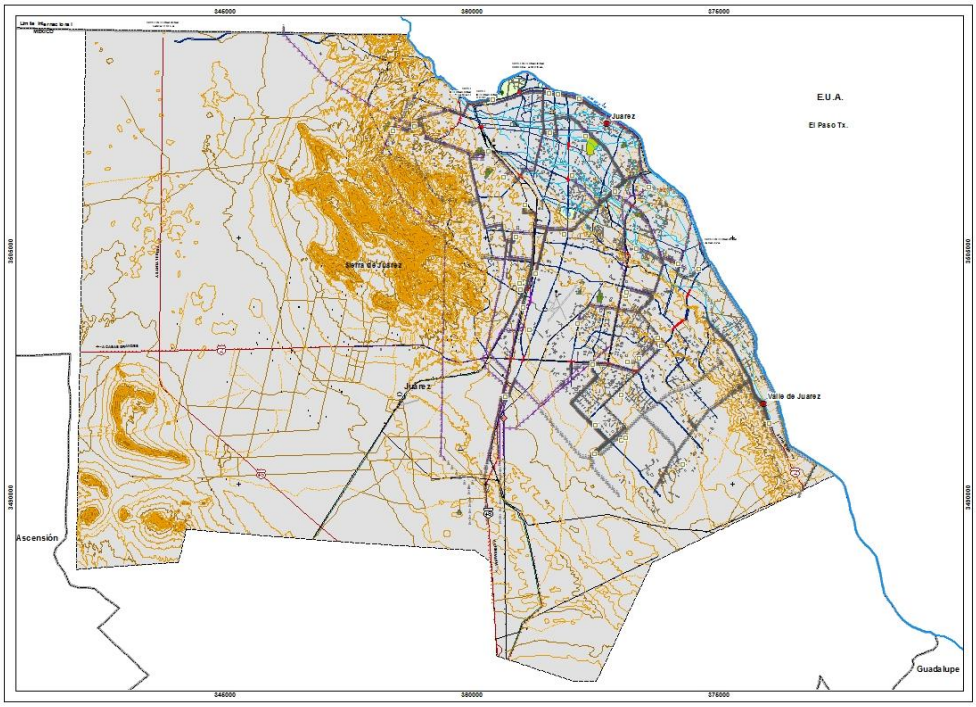


Figura IV.1. Mapa Base (Topográfico)

Así mismo para cumplir la con los estándares de la temática que señala la guía para la elaboración de Atlas de Riesgo por parte de la SEDESOL, la totalidad de las capas vectoriales en su formato SHP o Shape, fueron denominadas de la siguiente manera:

Municipio (Línea) Límite del área de estudio (Municipio).

Area urbana (poligono) Nombre de la localidad urbana, superficie, población.

Localidades (Punto) Se recomienda asociar datos de población total de INEGI.

Cpo_agua (Área) Extensión del cuerpo de agua, uso.

Cur_niv (Área) Tipo de curva de nivel

Rios (Línea) Ríos. Tipo de corriente.

Infr_eqpto_a (Área) Tipo de infraestructura o equipamiento.

Infr_eqpto_l (Línea) Tipo de infraestructura o equipamiento de carácter lineal.

Infr_trans (Línea) Infraestructura relacionada con vías de transporte.

Infr_eqpto_p (Punto) Infraestructura y equipamiento representado de forma puntual

IV.1.1. Fallas y Fracturas

Fallas (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, tipo, orientación, evidencia en el terreno y estado de actividad.

Fracturas (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, orientación, evidencia en el terreno.

Pozagua (Punto).- Se incluye la información relacionada la localización del pozo, profundidad y relación con procesos de licuefacción como evidencia de actividad de las fallas.

Litología (Área).- Información relacionada con la el tipo de roca, edad, ubicación, afloramientos, situación estratigráfica.

Tectónica (Área).- Se incluye la información relacionada con los principales rasgos tectónicos de la zona de estudio.

Zon_afec (Área).- Descripción del tipo de infraestructura dañada por el fenómeno así como otras evidencias encontradas.

IV.1.2. Sismicidad local

Sismos (Punto).- Se incluye la información relacionada con la ubicación de los epicentros, magnitud del sismo, duración.

Zon_sis (Área).- Información relacionada con la clasificación y características de las regiones sísmicas del país.

IV.1.3. Aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años

Per_ret_10 (Área).- Se incluye la información referente a las zonas de periodo de retorno en el periodo de tiempo señalado.

Per_ret_100 (Área).- Se incluye la información referente a las zonas de periodo de retorno en el periodo de tiempo señalado.

Per_ret_500 (Área).- Se incluye la información referente a las zonas de periodo de retorno en el periodo de tiempo señalado.

IV.1.4. Periodos de retorno para aceleraciones de 15% de g o mayores

Per_ret_15 (Área).- Se incluye la información referente a las zonas de periodo de retorno con aceleración de 15% de g o mayor.

IV.1.5. Geología de valles aluviales

Fallas (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, tipo, orientación, evidencia en el terreno y estado de actividad.

Fracturas (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, orientación, evidencia en el terreno.

Pozagua (Punto).- Se incluye la información relacionada la localización del pozo, profundidad y relación con procesos de licuefacción como evidencia de actividad de las fallas.

Litología (Área).- Información relacionada con la el tipo de roca, edad, ubicación, afloramientos, situación estratigráfica.

Licu_aren (Área) .- Información relacionada con las zonas con potencial de licuación de arenas, periodo de ocurrencia del proceso.

IV.1.6. Vulcanismo

Volc_act (Área).- Se incluye la información relacionada con la clasificación de los volcanes de acuerdo a su actividad, edad, tipos de erupción.

Dep_cenz (Área).- Áreas con presencia de depósitos de caída, grosor de los depósitos, extensión que cubren.

Fluj_pir (Área).- Áreas con presencia de flujos piroclásticos, grosor de los depósitos, extensión que cubren.

Lahar (Área).- Áreas con presencia de lahares, grosor de los depósitos, extensión que cubren, periodicidad de los flujos, recorrido.

Derram (Área).- Áreas ocupadas por derrames lávicos, clasificación de los derrames de acuerdo a su Composición

Derr_aval (Área).- Zonas ocupadas por derrumbes y avalanchas, tipo de material, extensión del depósito.

Mant_cal (Punto).- Información de la ubicación puntual de manantiales calientes, temperatura, composición química.

Eman_vapo (Punto).- Información de la ubicación puntual de emanación de vapores, temperatura, composición química.

Fallas (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, tipo, orientación, evidencia en el terreno y estado de actividad.

Fract (Línea).- Se incluye la información relacionada con la longitud, orientación, evidencia en el terreno.

Pun_mues (Línea).- Información recabada en cada punto, ubicación, objetivo del muestreo.

IV.1.7. Deslizamientos

Desl_ant (Área).- Información relacionada con zonas de deslizamiento antiguas, tipo de material, extensión

Desl_pro (Área).- Información relacionada con áreas susceptibles, tipo de roca, dirección.

Desl_Tray (Línea).- Información relacionada con la trayectoria de los movimientos, tipo de deslizamiento, distancia recorrida por el material.

Desl (Área).- Información del tipo de deslizamiento, material, origen del proceso.

Desl_emis (Área).- Información de las áreas emisoras del material, tipo de material, causas del proceso

Desl_transp (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso.

Desl_recep (Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso.

IV.1.8. Flujos de lodo, tierra y suelo

Flu_ant (Área).- Información relacionada con zonas de flujo antiguas, tipo de material, extensión

Flu_pro (Área).- Información relacionada con áreas susceptibles, tipo de material, dirección.

Flu_tray (Línea).- Información relacionada con la trayectoria de los movimientos, tipo de flujo, distancia recorrida por el material.

Flujos (Área).- Información del tipo de flujos (lodo, tierra y suelo).

Flu_Fren_Lob (Área).- Información de las zonas identificadas como frentes lobulares, distancia hacia la fuente emisora.

Flu_emis (Área).- Información de las áreas emisoras del material, tipo de material, causas del proceso

Flu_transp (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso.

Flu_re cep(Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso.

IV.1.9. Flujos de avalancha de detritos

Det_ant (Área).- Información relacionada con zonas de avalanchas antiguas, tipo de material, extensión

Det_pro (Área).- Información relacionada con áreas susceptibles, tipo de material, dirección.

Det_tray (Línea).- Información relacionada con la trayectoria de los movimientos, tipo de flujo, distancia recorrida por el material.

Det_Avalan (Área).- Información del tipo de avalancha.

Det_emis (Área).- Información de las áreas emisoras del material, tipo de material, causas del proceso.

Det_transp (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso.

Det_recep (Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso.

IV.1.10. Flujos de creep o reptación

Creep_ant (Área).- Información relacionada con zonas de creep antiguas, distancia recorrida

Creep_pro (Área).- Información relacionada con áreas susceptibles, dirección.

Creep_tray (Línea).- Información relacionada con la trayectoria de los movimientos, distancia recorrida por el material.

Creep_Escalon (Área).- Identificación y clasificación de las zonas con escalonamientos

Creep_Acu_agua (Área).- Información de las áreas con acumulación de agua, periodo de ocurrencia.

IV.1.11. Lahares

Lah_ant (Área).- Información relacionada con zonas de lahares antiguos, tipo de material, extensión

Lah_pro (Área).- Información relacionada con áreas susceptibles, dirección.

Lah_tray (Línea).- Información relacionada con la trayectoria de los movimientos, tipo de flujo, distancia recorrida por el material.

Lahar (Área).- Información del tipo de lahar, periodo de ocurrencia.

Lah_transp (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso.

Lah_recep (Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso.

IV.1.12. Hundimientos

Hund_ant (Área).- Información relacionada con zonas de hundimientos antiguos, tipo de material en el que se generó el proceso.

Hund_pro (Área).- Información relacionada con áreas propensas, tipo de hundimiento, origen, material en el que se presenta el proceso

IV.1.13. Erosión hídrica

Ero_Geohid (Área).- Información relacionada con la clasificación de geoformas hídricas, procesos

Ero_lam (Área).- Información relacionada con la clasificación de acuerdo al grado de erosión laminar, evidencias en el terreno, superficie.

Ero_vert (Área).- Información relacionada con la erosión producto de la acción erosiva de los cauces, profundización de cárcavas, procesos.

Ero_tipo (Área).- Información del tipo de erosión, procesos

Ero_transo (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso, tipo de materiales, granulometría.

Ero_recep (Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso, granulometría.

IV.1.14. Erosión eólica

Ero_eol_geof (Área).- Información relacionada con la clasificación de geoformas, procesos.

Ero_eol (Área).- Información relacionada con la clasificación de acuerdo al grado de erosión eólica, evidencias en el terreno, superficie.

Ero_eol_transp (Área).- Información de las áreas de transporte, características del proceso, tipo de materiales, granulometría.

Ero_eol_recep (Área).- Información de las áreas de recepción del material, características del proceso, granulometría.

IV.1.15. Erosión marina

Ero_mar_geof (Área).- Información relacionada con la clasificación de geoformas, procesos

Ero_mar_acnt (Área).- Áreas con presencia de acantilados rocosos, evidencias del proceso.

Ero_mar_plya (Área).- Áreas con procesos de erosión-acumulación de materiales, granulometría

Ero_mar_veg (Área).- Áreas con vegetación costera, tipo de vegetación, superficie

Ero_mar_vtray (Línea).- Trayectoria de las corrientes de deriva litoral en verano, dirección, importancia para la presencia del proceso.

Ero_mar_itray (Línea).- Trayectoria de las corrientes de deriva litoral en invierno, dirección, importancia para la presencia del proceso.

Ero_mar_fond (Área).- Características de la morfología del fondo marino, profundidad, importancia para el proceso

Ero_mar_olas (Línea).- Trayectoria del oleaje por dirección y periodo,.

IV.1.16. Erosión kárstica

Ero_kar_geof (Área).- Información relacionada con la clasificación de geoformas, procesos.

Ero_kar_tip (Área).- Clasificación del tipo de erosión producida por este proceso.

Ero_kar_tray (Línea).- Trayectorias de movimiento subsuperficial de materiales, influencia de éste para la ocurrencia del proceso.

IV.1.17. Huracanes

Hur_mar (Línea).- Información relacionada con el nombre, dirección, temperatura del agua.

Hur_Isobar (Área).- Zonas con los sistemas isobáricos locales, valores de cada zona.

Hur_tray (Línea).- Trayectorias históricas de los huracanes, dirección, duración del fenómeno.

IV.1.18. Ondas tropicales

Trop_mar (Línea).- Información relacionada con el nombre, dirección, temperatura del agua.

Trop_isobar (Área).- Zonas con los sistemas isobáricos locales, valores de cada zona.

Trop_tray (Línea).- Trayectorias históricas, dirección, duración del fenómeno

IV.1.19. Heladas

Hel_cult (Área).- Zonas ocupadas y tipos de cultivo como indicadores de la ocurrencia del proceso

Hel_isot (Línea).- Isolíneas con los valores promedio de temperatura, relación con las heladas.

Hel_grdo (Área).- Clasificación con los grados de intensidad del fenómeno

IV.1.20. Sequías

Seq_cult (Área).- Zonas ocupadas y tipos de cultivo como indicadores de la ocurrencia del proceso

Seq_Veg (Área).- Tipos de vegetación relacionada con las sequías.

Seq_isoyet (Línea).- Isolíneas con los valores promedio de precipitación, relación con las heladas

Seq_ gdo (Área).- Clasificación con los grados de intensidad del fenómeno

Seq_isoter (Línea).- Isolíneas con los valores promedio de temperatura, relación con el proceso.

IV.1.21. Vientos

Viento_Isog (Línea).- Isolíneas con los valores de la dirección del viento, relación con el proceso

Viento_Isota (Área).- Isolíneas con los valores de la velocidad del viento, relación con el proceso

IV.1.22. Tormentas eléctricas

Tor_elec_grdo (Área).- Clasificación con los grados de intensidad del fenómeno

Nev_isoter (Línea).- Isolíneas con los valores promedio de temperatura, relación con el proceso

Nev_Isoyet (Línea).- Isolíneas con los valores promedio de precipitación, relación con las heladas

Nev_ grdo (Área).- Clasificación con los grados de intensidad del fenómeno

IV.1.23. Inundaciones

Inud_hist (Área).- Información del tipo de inundación, superficie cubierta, año en el que se presentó.

Inund _Afec(Área).- Clasificación de los daños ocasionados, infraestructura afectada, año en que se presentó el Proceso.

Inud_cue_urb (Línea).- Delimitación de cuencas urbanas, dirección de los escurrimientos, valores de caudal.

Inud_Prec_max (Línea).- Isolíneas con los valores asociados al valor de precipitación máxima, relación con el proceso.

Inud_max (Línea).- Valor en metros alcanzado por cada evento, año en el que se presentó el evento.

Inundación (Área).- Información del tipo de inundación, niveles alcanzados, daños ocasionados, duración de la inundación.

IV.2. Fotointerpretación y procedimientos fotogramétricos

IV.2.1. Métodos básicos de fotointerpretación

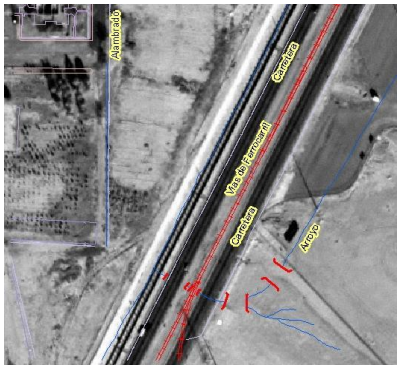
El estudio científico para establecer medidas precisas y crear mapas detallados a partir de las imágenes aéreas se denomina fotogrametría y consiste en la utilización de técnicas, sistemas y procesos de análisis de imágenes por personal capacitado, para dar información segura y detallada acerca de los objetos naturales o artificiales contenidos en la superficie cuya imagen se analiza, y así determinar los factores que implican la presencia, condición y uso de los mismos.

La interpretación de fotografías aéreas u ortofotos (fotografías rectificadas digitalmente con propiedades de escala cartográfica) representan una herramienta de gran utilidad para el levantamiento de mapas, la agricultura, los estudios ambientales o para ayudar a la planificación del crecimiento de las ciudades.

Dentro de los elementos básicos a considerar para llevar a cabo la identificación y zonificación de peligros naturales, es necesario considerar aquellas características presentes en la imagen, que colaboran o sirven de evidencia concurrente para la diferenciación de objetos y su identificación.

La forma como estructura espacial de un objeto, es determinante para su identificación. El valor de la forma para la interpretación radica en que permite delimitar la clase de objetos observados, permitiendo a veces identificaciones concluyentes, ayudando a la comprensión de su significado y función. Un camino y una vía férrea pueden verse parecidos en la fotografía, es necesario señalar las pequeñas diferencias de configuración requeridas por sus distintas funciones. Un camino puede tener fuertes pendientes, curvas cerradas y muchos cruces, mientras que una vía férrea tiene pendientes suaves, curvas amplias y muy pocos cruces. (Figuras IV.2a y IV.2b).





Figuras IV.2a y IV.2b.- Identificación de formas en una fotografía aérea.

Fuente: IMIP, 2005.

Las formas del terreno y del drenaje, y la repetición de éstas en un patrón , están asociadas a un tipo de relieve y este, a su vez, determinado por un tipo de formación geológica. El fenómeno del desplazamiento radial, hace que deba tenerse cierto cuidado en el análisis de este elemento (forma) para objetos de dimensión vertical importante. La forma de la imagen de un mismo objeto, varía dependiendo de su ubicación: en el centro de la fotografía (vertical) o cercana a los bordes del mismo (levemente oblicua).

Para la identificación de las diferentes unidades del terreno o geoformas se delimitan las áreas homogéneas desde el punto de vista del tipo de roca, características de las laderas (longitud, inclinación y forma) y densidad del drenaje. Se delimitan sobre la base de criterios morfogenéticos y morfométricos, utilizando claves fotográficas estándar (tono, textura, patrón, moteado, forma y sitio).

IV.2.2. Imágenes fotogramétricas y satelitales de apoyo

IV.2.2.1. Ortofoto

La ortofoto muestra el crecimiento de la mancha urbana de Cd. Juárez en julio de 1994, con un valor de píxel de 2 m (ver mapa MCJ9 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.2. Carta Topográfica

La carta topográfica representa la planimetría y altimetría de la zona de cd Juárez en el año de 1998 (ver mapa MCJ10 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.3. Modelo digital de elevación

El modelo digital de elevación representa la altitud en su valor de píxel obtenido de las curvas de nivel a intervalos de 5 mts. con un tamaño de píxel de 2.5 mts. ver mapa MCJ11 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.4. Modelo digital del terreno

El modelo representa la iluminación artificial de 315 grados de azimut y 45 grados de elevación que representa a las 10 de la mañana con un tamaño de píxel de 30 mts. (ver mapa MCJ12 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.5. Imagen de satélite LandSat

La imagen de satélite LandSat es del año 2003 con un tamaño de píxel de 30.00 mts. (ver mapa MCJ13 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.6. Imagen de satélite Spot

La imagen de satélite Spot es del año 2004, cuenta con un tamaño de píxel de 10.00 mts. (ver mapa MCJ14 en Anexo cartográfico).

IV.2.2.7. Imagen de Satélite Quick bird

La imagen de satélite Quick Bird es del año 2004 con un tamaño de píxel de 2.00 m (ver mapa MCJ15 en Anexo cartográfico).

IV.3. Metadatos

Los Metadatos son datos que describen otros datos. En general, permiten al usuario entender el contenido de los datos a los que está accediendo, su metodología y regulaciones. Los metadatos describen brevemente la información o las características de un conjunto de datos. En el contexto de la información geoespacial se describe el contenido, quien lo elaboro, fecha, lugar y el proceso de datos.

Los Metadatos describen:

- Contenido
- Calidad
- Condición
- y otras características acerca de los datos

Por lo anterior, cada una de las capas de información (Shape's) utilizadas para la conformación de mapas, fueron complementadas con su metadato correspondiente, tomando

en cuenta los estándares y lineamientos que presenta el formato establecido por la SEDESOL el cual exige el llenado de una serie de aspectos formales con las siguientes características:

Formato para captura de metadatos

PRIMERA SECCION:

INFORMACION DE IDENTIFICACION:
Cita:
Información de Cita:
Originador: _____
Fecha de Publicación (AAAAMMDD):_____

Opciones:
Known
Unknown
Unpublished material
Tiempo de Publicación (HH:MM:SS.SS):_____

Opciones:
Known
Unknown
Si Fecha de Publicación es Unknown o Unpublished material, Tiempo de Publicación debe ser Unknown
Título: _____
Edición: _____
Forma de Presentación de Datos Geoespaciales:_____

Opciones:
Atlas
Diagram
Globe
Map
Model
Profile
Remote-sensing image
Section
View
Información de Publicación:
Lugar de Publicación: _____
Editor: _____
Liga en Línea: _____
Descripción:
Resumen:_____
Propósito:_____
Información
Suplementaria:_____
Período de Tiempo de Contenido:
Información de Período de Tiempo:
Intervalo de Fechas/Tiempos:
Fecha de Inicio (AAAAMMDD):_____
Fecha Final (AAAAMMDD):_____

Opciones:
Single
Range
Multiple
Unknown
Referencia de Actualidad: _____

Opciones:
Publication Date
Ground Condition
Other
Estado:
Avance: _____

Opciones:
Complete
In Work
Planned
Frecuencia de Mantenimiento y Actualización: _____

Opciones:
Continually
Daily
Weekly
Monthly
Annually
Unknown
As needed
Irregular
None planned
Dominio Espacial:
Coordenadas Límite:
Coordenada Límite Oeste: _____
Coordenada Límite Este: _____
Coordenada Límite Norte: _____
Coordenada Límite Sur: _____
Palabras Clave:
Tema:
Thesaurus de Palabra Clave de Tema:
_____

Opciones:
None
Tri - Service Spatial Data Standard
Other
Palabra Clave de Tema (Tantas como sean necesarias):
Lugar:
Thesaurus de Palabra Clave de Lugar: _____

Opciones:
None
Geographic Names Information System
Other
Palabra Clave de Lugar (Tantas como sean necesarias):
_____
_____
_____
Restricciones de Acceso: _____

Opciones:
No Access Constraints
Other
Restricciones de Uso: _____

Opciones:
No Use Constraints
Other
Despliegue Gráfico:
Nombre de Archivo Gráfico: _____
Descripción de Archivo Gráfico: _____
Tipo de Archivo Gráfico: _____
Opciones:
CGM
EPS
GIF
JPEG
PMB
PS
TIFF
XWD
SEGUNDA SECCION:
INFORMACION DE CALIDAD DE LOS DATOS:
Reporte_de_Consistencia_Lógica:_____
Reporte_Completo:_____

Pasos del Proceso:
Descripción del Proceso (Tantos como sean necesarios):
_____
Fecha de Proceso (AAAAMMDD):_____

Opciones:
Date
Unknown
Not Complete
TERCERA SECCION:
INFORMACION DE ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS ESPACIALES:
Método Directo de Referencia Espacial:_____

Opciones:
Point
Vector
Raster
CUARTA SECCION:
INFORMACIÓN DE REFERENCIA ESPACIAL:
Definición del Sistema Horizontal de Coordenadas:
Planar:
Proyección del Mapa:
Nombre de Proyección del Mapa:_____

Opciones:
Lambert Conformal Conic
Transverse Mercator
Lambert Conformal Conic:
Paralelo Estándar:: _____
Paralelo Estándar: _____
Longitud del Meridiano Central: _____
Latitud de Proyección Origen: _____
Falso Este: _____
Falso Norte: _____
Información de Coordenada Planar:
Método Codificado de Coordenada Planar: _____

Opciones:
coordinate pair
distance and bearing
row and column
Representación de Coordenada:
Resolución de Abcisa:_____
Resolución de Ordenada:_____
Unidades de Distancia Planar: _____

Opciones:
meters
international feet
survey feet
texto libre
Modelo Geodésico:
Nombre del Datum Horizontal: _____

Opciones:
Marco de referencia terrestre internacional ITRF92
North American Datum of 1927
Texto libre
Nombre del Elipsoide: _____

Opciones:
Clarke 1866
Sistema Geodésico de referencia de 1980 GRS80
texto libre
Eje Semi-mayor:_____
Factor de Denominador de Achatamiento: _____
QUINTA SECCION:
INFORMACION DE ENTIDAD Y ATRIBUTO:
Descripción Detallada:

Tipo de Entidad:
Etiqueta de Tipo de Entidad o Atributo_____
Definición de Tipo de Entidad o Atributo_____

Fuente_de_Definición_de_Tipo_de_Entidad:_____

SEXTA SECCION:
INFORMACION DE DISTRIBUCION:
Distribuidor:
Información de Contacto:
Principal Organización de Contacto:
Organización: _____
Dirección de Contacto:
Tipo de Dirección: _____

Opciones:
mailing address
physical address
mailing and physical address
Dirección: _____
Ciudad: _____
Estado o Municipio: _____
Código Postal: _____
País: _____
Teléfono: _____
Facsímil: _____
Dirección de Correo Electrónico: _____
Descripción del Recurso: _____
Responsabilidad de Distribución: _____

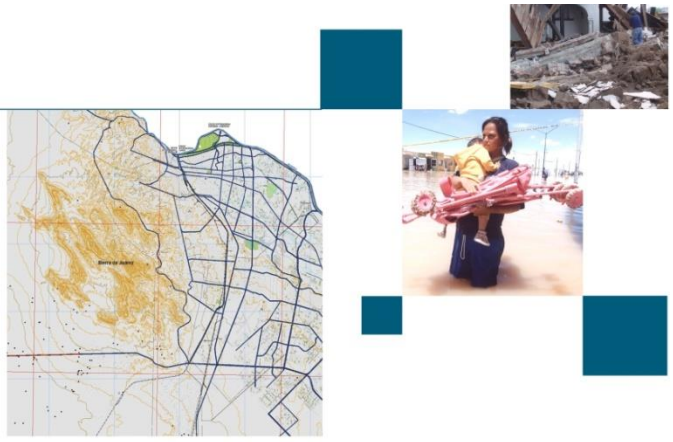
SÉPTIMA SECCION:
INFORMACION DE REFERENCIA DE METADATOS:

Fecha de Metadatos (AAAAMMDD):_____
Fecha de Revisión de Metadatos (AAAAMMDD):_____
Fecha de Revisión Próxima de Metadatos (AAAAMMDD):_____
Contacto de Metadatos:
Información de Contacto:
Principal Persona de Contacto:
Persona: _____
Organización: _____
Dirección de Contacto:
Tipo de Dirección:_____

Opciones:
mailing address
physical address
mailing and physical address
Dirección: _____
Ciudad: _____
Estado o Municipio:_____
Código Postal:_____
País: _____
Teléfono: _____
Facsimil: _____
Dirección de Correo Electrónico:_____
Nombre del Estándar de Metadatos:_____

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS, DEMOGRÁFICOS Y URBANOS



Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Capítulo V Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos, Demográficos y Urbanos

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

Contenido

V. Caracterización de los elementos sociales, económicos, demográficos y urbanos. 180
V.1. Estructura socioeconómica 180
V.1.1. Dinámica demográfica 180
V.1.2. Distribución de la población 181
V.1.3. Mortalidad 183
V.1.4. Densidad de población 184
V.1.5. Características sociales: escolaridad, hacinamiento, marginación, pobreza. 185
V.1.6. Principales actividades económicas en la zona 186
V.1.7.1. Zona Poniente Norte 189
V.1.7.2. Zona Poniente Sur 191
V.1.7.3. Zona Centro-Norte 193
V.1.7.4. Zona de Integración Ecológica 195
V.2. Estructura Urbana 201
V.2.1. Baldíos (vacíos urbanos) 201
V.2.2. Reservas Urbanas 202
V.3. Servicios y comercios 203
V.4. Equipamiento Urbano 203

Capítulo V Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos, Demográficos y Urbanos

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

V. Caracterización de los elementos sociales, económicos, demográficos y urbanos.

A). Datos Básicos a Escala Municipal

V.1. Estructura socioeconómica

V.1.1. Dinámica demográfica

La migración hacia Ciudad Juárez ha mantenido una dinámica alta durante los últimos años. En el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 la población para el municipio de Juárez era de 1'218,817 habitantes, y Ciudad Juárez concentraba el 99.15% de ésta, en el 2005 el II Conteo de Población y Vivienda contaba 1'313,338 habitantes, de los cuales 1'301,452 vivían en Ciudad Juárez (99.09% del total). Ver Tabla V.1.1.(1) de Dinámica demográfica.

Tabla V.1.1. (1)

Dinámica demográfica		
Año	Municipio	Localidad
1995	1'011,786	995,770
2000	1'218,817	1'208,498
2005	1'313,338	1'301,452
2009	1'407,849	1'395,023
2010	1'431,072	1'418,036

Fuente: I Conteo de Población y Vivienda 1995; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI. Proyecciones de población 2006-2030 por municipios, CONAPO. Tasas, cálculos propios con datos de las mismas fuente.

Según estimaciones del CONAPO, a mediados del 2010, la ciudad tenía 1'418,036 habitantes contra 1'431,072. En un análisis de la población de 1995 al 2009, Juárez pasó de tener 1'011,786 habitantes a 1'407,849 -una tasa de crecimiento anual de 2.45%- concentrando el 41.51 % de la población del estado. Los datos del INEGI (2000 y 2005) indican que 4 de cada 10 Chihuahuenses vivían en Ciudad Juárez, mientras que en el 1995 eran 3.6. Ciudad Juárez tuvo una de las tasas de crecimiento más altas del país, 4.45% anual- en contraste entre el 2000 y 2005, donde la tasa fue de 1.32% (Tabla V.1.1.(2)); esto debido a la desaceleración económica estadounidense principalmente. Hasta el 2000 Ciudad Juárez no solamente albergaba al 74.02% de toda la población inmigrante al Estado de Chihuahua, sino también incrementó considerablemente el radio de atracción de la inmigración.

Tabla V.1.1.(2)

Tasa de crecimiento anual 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2009		
Año	Municipio Juárez	Localidad Juárez
1995-2000	4.45	4.20
2000-2005	1.32	1.63
2005-2009	1.63	1.63

2005-2010	1.63	1.63

Fuente: I Conteo de Población y Vivienda 1995; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI. Proyecciones de población 2006-2030 por municipios, CONAPO.

El comportamiento de la densidad de la población en Ciudad Juárez refleja el crecimiento expansivo y disperso en las últimas tres décadas, el cual, paralelo al crecimiento poblacional y la incorporación de suelo a la mancha urbana se disparó en un promedio de 300 Ha anuales de 1960 a 1990, y en 1,037 Ha., por año de 1995 al 2000, para bajar a 423.35 Ha., en el siguiente quinquenio y retomar la explosividad a 2,456 Ha., en tan solo los últimos tres años de 2005 a 2008. (Figura V.1.1.)

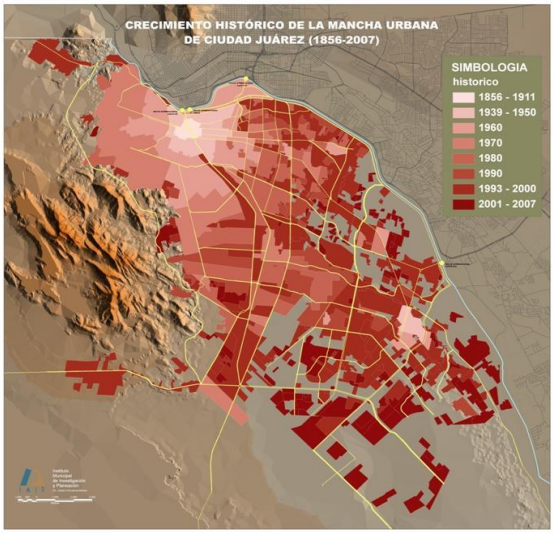


Figura V.1.1. Crecimiento Histórico de la Mancha Urbana

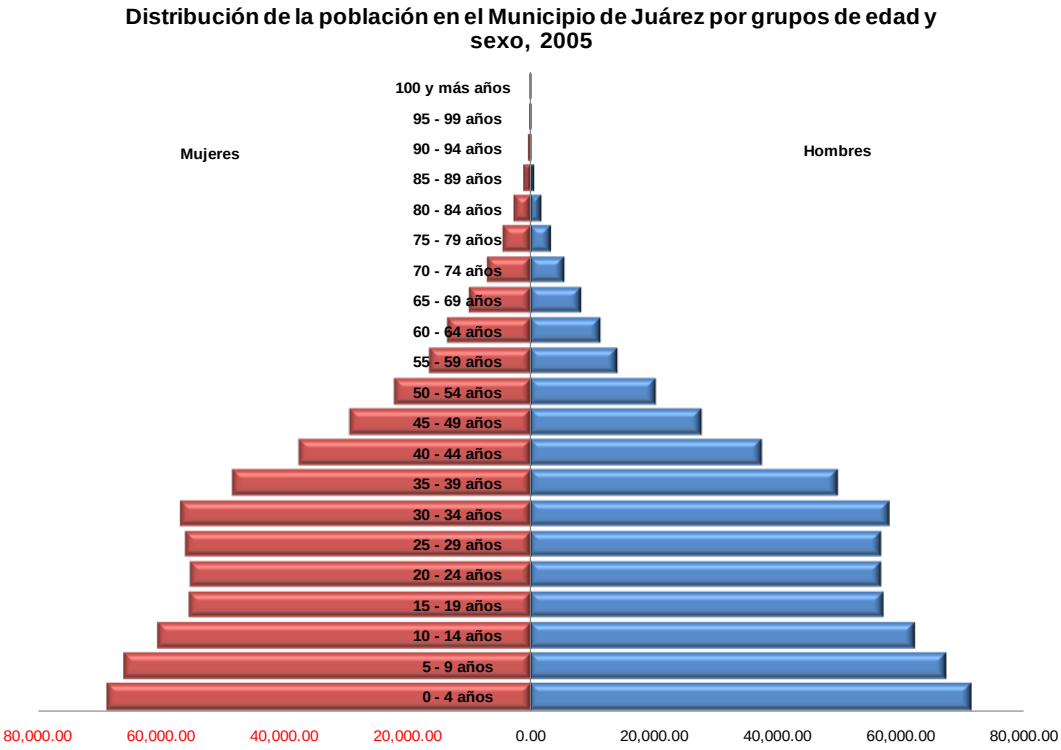
V.1.2. Distribución de la población

- **Pirámide de edades**

La pirámide de población del municipio de Juárez de acuerdo al II Conteo de Población y Vivienda 2005 de acuerdo al Gráfico V.1.2.(1) y (2), muestra una amplia base de niños entre 0 a 4 años y de 5 a 9 años, en la edad de la adolescencia disminuye un poco, sin embargo, agrupando a la población en edad productiva joven, es decir, entre 15 y 34 años se observan rangos de edad muy consistentes, lo que nos habla de gran cantidad de jóvenes que forman parte del mercado laboral, a partir del rango entre 35 a 39 años y hasta 100 años y más, la población muestra una estructura de pirámide perfecta, es decir, la población disminuye cuando aumenta el rango de edad.

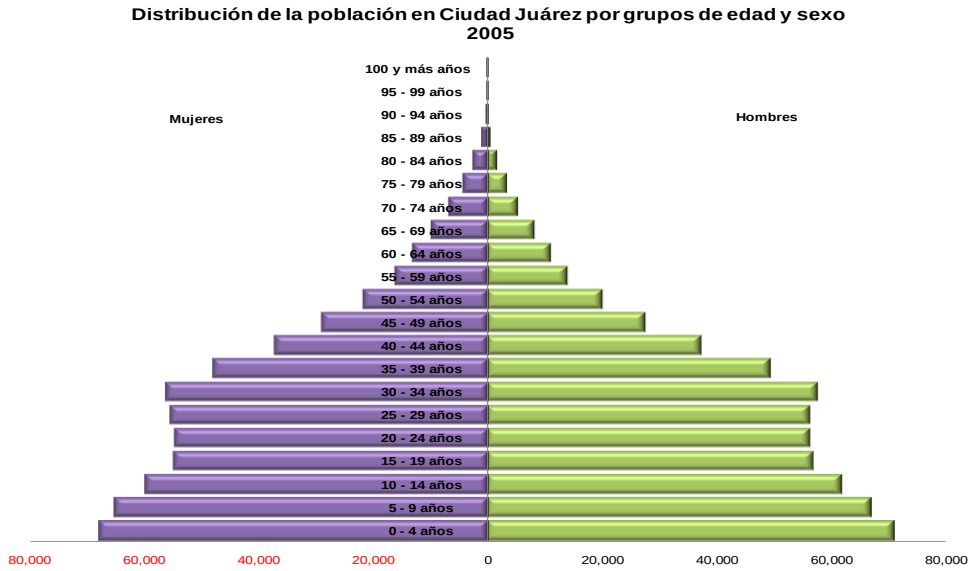
La relación de dependencia económica, personas en edad no productiva de 0 a 14 años y de 65 en adelante entre población en edad productiva -personas de 15 a 64 años- es del 56.8%

Gráfica V.1.2.(1)



Fuente: Elaboración propia con datos del II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Gráfica V.1.2. (2)

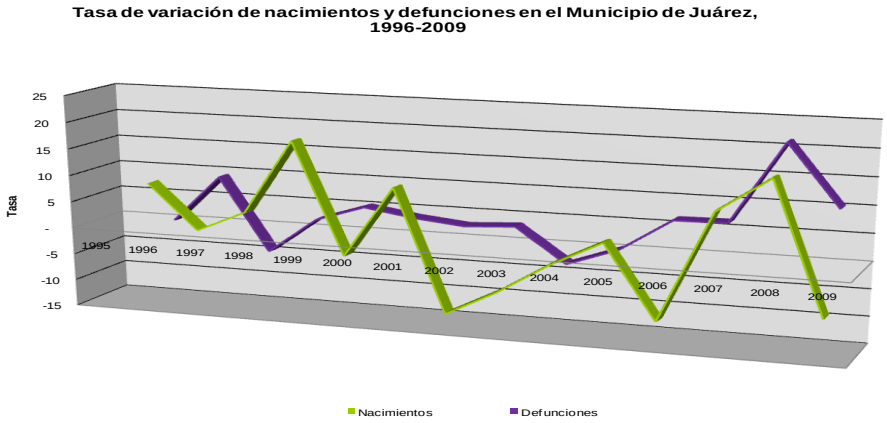


Fuente: Elaboración propia con datos del II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

V.1.3. Mortalidad

Un indicador demográfico importante es el de los nacimientos y las defunciones. Entre 1996 y 2009 los nacimientos en el municipio de Juárez han mostrado tasas superiores al 15% y en otro ha caído hasta cerca de -12%, es decir, no muestran una tendencia definida, en el caso de las defunciones éstas mostraron un crecimiento en el periodo 1998 y 2002, para caer en 2004 y mostrar un crecimiento entre 2005 y 2006 conservando la misma tendencia hasta el año 2008, sin embargo se presentó una ligera variación en la tasa para el año 2009, con respecto a 2008. Ver gráfico V.1.3.(1).

Gráfica V.1.3.(1)



Fuente: Elaboración propia con datos del Registro civil del Municipio de Juárez.

En la tabla V.1.3.(1) se muestra una tasa de mortalidad por cada 100,000 habitantes, con el fin de hacer comparable la mortalidad con otros municipios y analizar si la cantidad de

muertes se puede deber a la inseguridad que se está viviendo en la ciudad o a otros múltiples factores.

Tabla V.1.3.(1)

TASA DE MORTALIDAD POR 100,000 HABITANTES					
Año	Mortalidad	Población, Municipio	Tasa de mortalidad por 100,000 habitantes Municipal	Población, Localidad	Tasa de mortalidad por 100,000 habitantes Localidad
2000	5,616	1,218,817	460.77	1,208,498	464.71
2005	6,010	1,313,338	457.61	1,301,452	461.79
2009	9,076	1,407,849	644.67	1,392,023	652.00

Fuente: Elaboración propia con datos del Registro civil del Municipio de Juárez. I Conteo de Población y Vivienda 1995; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI. Proyecciones de población 2006-2030 por municipios, CONAPO.

V.1.4. Densidad de población

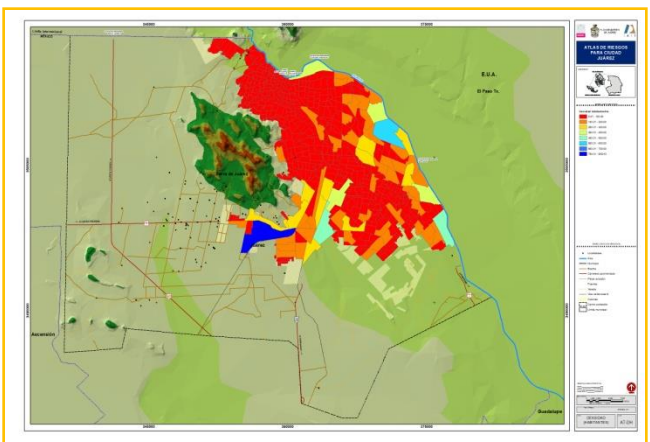
La expansión física de la ciudad a partir de la instalación de la industria maquiladora y el flujo de migrantes del interior del estado y del país, produjo un drástico descenso en la densidad de población. La construcción en gran escala de vivienda de interés social, aunada a las facilidades para adquirirla, así como la disminución de hijos nacidos vivos por mujer han hecho que la densidad domiciliaria sea menor cada evento censal y cada conteo de población.

Tabla V.1.4.

Densidad de población para Ciudad Juárez 1995,2000,2005,2009 y 2010			
Año	Población	Superficie (Ha)	Densidad
1995	995,770	15,363.74	64.81
2000	1,208,498	20,553.00	58.80
2005	1,301,452	22,684.77	57.37
2008	1,371,494	38,011.40	36.08

Nota: La superficie utilizada es la dada para el Limite de Centro de Población.

Fuente: I Conteo de Población y Vivienda 1995; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI. Proyecciones de población 2006-2030 por municipios, CONAPO. Plan de Desarrollo Urbano, Ciudad Juárez 2010, IMIP.



Las zonas que han tenido mayor densificación son: Anapra, el norponiente y oriente de la ciudad. Anapra, es resultado del proceso de subdivisión de los predios;

en el segundo, a las restricciones en el crecimiento hacia la Sierra de Juárez; y en el último, debido a que las áreas de reserva han incorporado modelos de urbanización con lotes con cada vez menor superficie. (mapa ATH-DH).

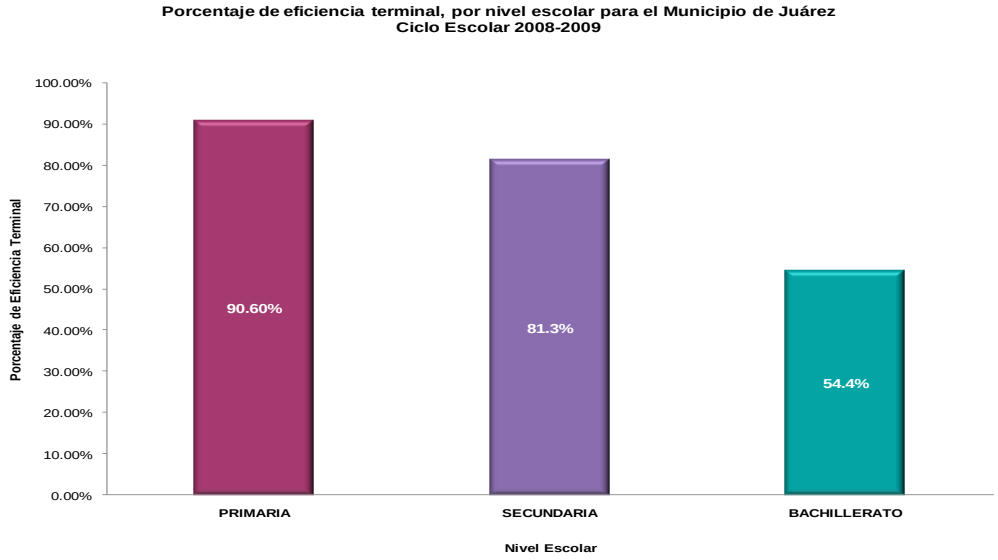
Figura V.1.1. Densidad Hab/Ha. (INEGI, 2005)

V.1.5. Características sociales: escolaridad, hacinamiento, marginación, pobreza.

La educación es un tema fundamental para medir el grado de avance en una sociedad; se le considera como detonante de transformación y se le asigna el papel de sustentar el crecimiento y desarrollo de un país. En Ciudad Juárez, la población en un rango de 12.01 a 14.75 años de escolaridad se concentra en la zona norte y nororiente y los de 9.01 a 12.00 años predominan en la zona central y sur; el mapa del grado promedio de escolaridad está inversamente relacionado con el de población analfabeta, ya que en las zonas donde es menor la población analfabeta, el grado promedio de escolaridad es más alto. El grado promedio de escolaridad en el municipio de Juárez, según el II Conteo de Población y Vivienda era de 8.6 años, es decir, segundo de secundaria, esto representa un avance respecto a los resultados del Censo del 2000 que arrojaba 7.5 años de educación en promedio, haciendo una comparación del municipio de Juárez con el total de estados. Cabe mencionar que el avance del grado promedio de escolaridad se debió principalmente al éxodo de personas en el periodo 2000-2005 no originarias del municipio con bajo nivel de escolaridad. (mapa AT-GP).

En la gráfica se muestra la eficiencia terminal en el municipio para el ciclo 2008-2009 y a nivel primaria el porcentaje es muy alto, aunque disminuyendo conforme se avanza el nivel escolar. (La eficiencia terminal es la proporción entre el número de alumnos que inician el nivel escolar y el número de alumnos que lo termina). Son pocos los alumnos que terminan el bachillerato, esto lo podemos asociar a que al terminar la secundaria, los alumnos ya estan en edad laboral, y muchos por falta de recursos empiezan a trabajar para ayudar a la economia de su hogar.

Gráfica V.1.5.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Servicios Educativos del Estado de Chihuahua, SEECH y Perspectiva estadística Chihuahua, Junio 2010, INEGI.

De acuerdo al II Conteo de Población y Vivienda 2005 de INEGI, había en el Municipio de Juárez 338,900 viviendas particulares habitadas de las cuales 336,031 estaban dentro de Ciudad Juárez, es decir el 99.15%. Entre el año 2000 y 2005 se incrementó en 45,157 el número de viviendas habitadas, mientras que la población aumentó en 94,521 personas, es decir, por cada 2.1 habitantes correspondía una vivienda. Esto nos arroja que el promedio de ocupantes por vivienda era de 3.86 para el municipio y la localidad de Juárez, mientras que para el 2000 el promedio era de 4.15.

En las zonas con muy bajo nivel de [4]bienestar se encuentran 256,604 personas en esa condición, y con bajo nivel 499,710 arrojando un total de 756,314 con bajo y muy bajo nivel de bienestar, lo que porcentualmente representa un 58.1% de los habitantes de Ciudad Juárez. Estas zonas se encuentran ubicadas principalmente hacia el poniente y sur poniente de la ciudad. El nivel medio se concentra en la parte media y corresponde al 9.64% de la población -125,344 personas-. El nivel alto y muy alto significan 418,198 personas y representan el 32.17% de la población total que se localiza geográficamente hacia la parte norte y noroeste de la ciudad. (Figura V.1.5.)

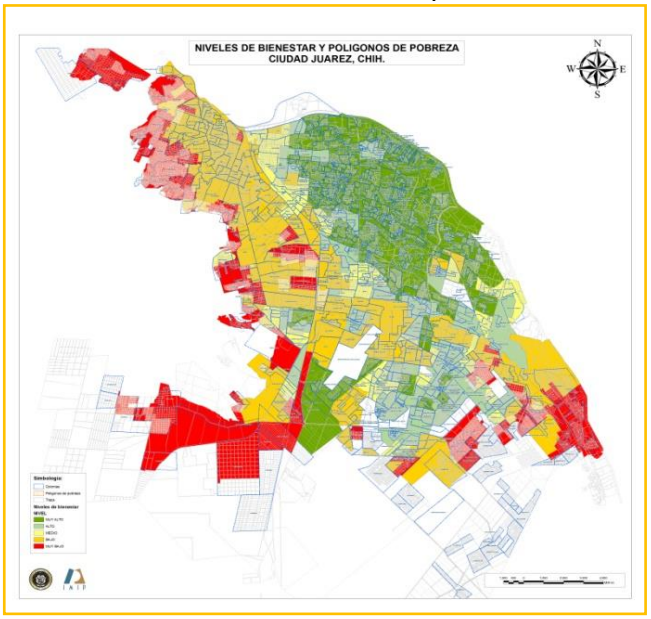


Figura V.1.5. Niveles de Bienestar (Elaboración propia IMIP)

V.1.6. Principales actividades económicas en la zona

Ciudad Juárez mantuvo desde 1980 un crecimiento en términos absolutos de su desarrollo Industrial maquilador. De 1995 hasta el 2000 hubo una importante cantidad de plantas maquiladoras que se instalaron debido al auge maquilador; a partir del año 2001 los programas de maquiladora fueron decreciendo y se recuperaron en 2004, durante el 2005 y 2006 el

[4] Para identificar gráficamente las áreas con menor nivel de bienestar en Ciudad Juárez se tomo como base la información que produjo el II Conteo de Población y Vivienda (INEGI 2005), datos como hacinamiento, porcentaje de analfabetismo, grado promedio de escolaridad, porcentaje con rezago educativo básico, porcentaje de población viviendo en un cuarto dormitorio y de población viviendo en un cuarto. La información se trabajo a nivel de área geoestadística básica, de tal manera que fuera posible determinar en forma desagregada en que espacio se presentan las mayores desigualdades físicos del entorno.

número de plantas permaneció igual. Sin embargo, el número de programas disminuyó en 2006.

La industria maquiladora en la ciudad había generado numerosos empleos hasta fines del 2000, donde se tuvieron grandes pérdidas de empleo, originadas en gran parte por la desaceleración de la economía de Estados Unidos en el 2001. Ciudad Juárez ha sufrido duramente las consecuencias de la crisis económica mundial, presentándose una pérdida de empleos formales durante el año 2009 de 50,251, siendo la industria de transformación la más afectada, debido a que las exportaciones en el país cayeron.

En el cuarto trimestre de 2009, el estado que registró la tasa de desempleo más alta de México fue Chihuahua, donde se ubica Ciudad Juárez, con un 8.5%. Pero aún así es la rama de actividad en la industria de transformación la que registra la mayor cantidad de empleados para los años 2009 y 2010, según datos del IMSS.

Tabla V.1.6

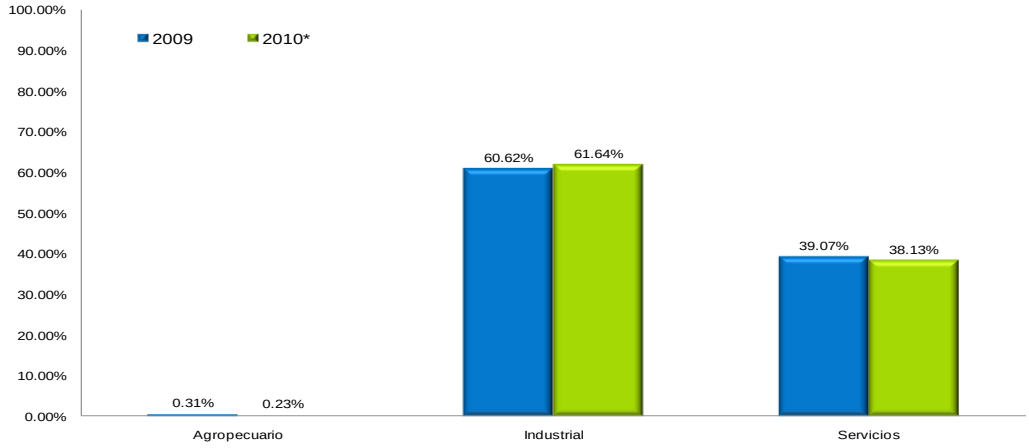
Distribución porcentual de la población ocupada por rama de actividad				
Rama de actividad	2009		2010*	
	ABSOLUTOS	PORCENTUALES	ABSOLUTOS	PORCENTUALES
Agricultura	703	0.23%	738	0.23%
Comercio	40,455	13.38%	39,927	12.57%
Electricidad	2,386	0.79%	2,453	0.77%
Construcción	10,311	3.41%	10,823	3.41%
Comunicaciones y Transporte	10,686	3.53%	10,898	3.43%
Extractiva	34	0.01%	34	0.01%
Servios	66,897	22.12%	70,267	22.12%
Transformación	170,893	56.52%	182,462	57.45%
TOTAL	302,365	100.00%	317,602	100.00%

***Datos a mayo del 2010

Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS

Gráfica V.1.6

Distribución porcentual de la población ocupada por sector para el municipio de Juárez, registrada en el IMSS 2009 y 2010



* Datos a Mayo 2010
Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS

V.1.6.1. Datos Básicos para el Centro de Población

Tomando como base la caracterización de los elementos sociales, económicos, demográficos y urbanos en el contexto municipal, se procedió a realizar un análisis a una escala menor, en atención a la recomendación propuesta por la Dirección General de Desarrollo Territorial de la SEDESOL, optando por la delimitación de zonas en función de las áreas normativas de los planes parciales de desarrollo urbano aprobadas por el municipio.

V.1.7. Zonas y delimitación geográfica

Debido a que sería impráctico y demasiado extensivo hacer un análisis a nivel AGEB, se procedió a revisar las delimitaciones de zonas aprobadas en los diferentes planes parciales en el municipio. El primer paso fue ajustar geográficamente los 22 planes parciales de desarrollo urbano, por lo que se sub-dividieron y agruparon para solo quedar en 6 grandes zonas, Poniente Norte, Poniente Sur, Centro-Norte, Zona de Integración Ecológica, Zona Aeropuerto y Oriente.

Para el análisis de las 6 zonas se utilizó el cálculo de los niveles de bienestar para Ciudad Juárez (IMIP 2009), para identificar las áreas de análisis, tomando como base la información del II Conteo de Población y Vivienda 2005 del INEGI, con datos tales como hacinamiento, % de analfabetismo, grado promedio de escolaridad, % de población con rezago educativo básico, % de población viviendo en un cuarto dormitorio y % de población viviendo en un cuarto. Asimismo y con el fin de dar solidez a los datos, complementariamente se realizó trabajo de campo para corroborar las condiciones de bienestar social de las personas, donde se observó y analizó la situación de la dotación y el abastecimiento de los servicios públicos básicos, tales como drenaje y agua potable entre otros aspectos físicos del entorno.

V.1.7.1. Zona Poniente Norte

Se trata de una zona que comprende las colonias Puerto de Anapra, Rancho Anapra, La Conquista, Lomas de Poleo, 16 de Septiembre, Adolfo López Mateos, Ampliación Felipe Ángeles, Felipe Ángeles, Francisco I Madero entre otras; se ubica al sur del límite internacional y al norponiente de la ciudad. La zona Poniente Norte tiene una superficie de 4,431.14 Ha, y una población total de 303,395 siendo el 50.31% hombres y el 49.66% mujeres para el 2005, con una densidad de 68.59 hab/Ha. Esta zona es la que mayor densificación ha tenido en la ciudad, lo cual es resultado del proceso de subdivisión a que han sido sujetos los predios originales además de las restricciones en el crecimiento hacia la Sierra de Juárez.

Cuenta con un total de 77,772 viviendas habitadas y 284, 896 ocupantes, lo que arroja un promedio de ocupantes por vivienda de 3.88 y de ocupantes por cuarto de 1.20 siendo este polígono uno de los más marginadas de la ciudad, ya que los niveles de bienestar que se observan son bajo y muy bajo; un solo AGEB presenta un nivel medio de bienestar. El grado promedio de escolaridad en la zona es bajo ya que arroja un promedio de 7.17 para hombres y mujeres, mientras que en mujeres es solo del 7.06 y para hombres de 7.29.

Características de la población económicamente activa

La población económicamente activa, son todas las personas de la población que oscilan desde los 12 años hasta los 65 años y que tienen un empleo que les remunera o no un salario, así como la población que anda en busca de uno. La población económicamente inactiva, son las personas entre los 12 y 65 años y que no tienen un empleo y no andan en busca de alguno, debido a que son pensionados, jubilados, estudiantes o amas de casa entre otros.

En la tabla V.1.7.1.(1) se observa que se contaba con una PEA de 130,826 personas, de las cuales el 54.23% estaban empleadas en el sector secundario y el 40.77% en el sector terciario, según datos recabados del Censo del 2000.

Tabla V.1.7.1.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA PONIENTE NORTE					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
130,826	70,950	53,337	105,427	1,283	15,899

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

En la Tabla V.1.7.1.(2) se muestran las jornada de trabajo que se presentaban en esta zona, y se puede observar que las jornadas son extensivas ya que la mayoría de la población trabajaba de 41 a 48 horas a la semana, lo cual es asociado a que la mayoría de la población se emplea en el sector maquilador en el cual las jornadas son largas.

Tabla V.1.7.1.(2)

JORNADA DE TRABAJO ZONA PONIENTE NORTE		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
15,523	32,981	53,562

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

En la tabla V.1.7.1.(3) se muestra el nivel de salario que se tenía en la zona en la cual se observa que la mayoría de la población solo percibía de un y hasta dos salarios mínimos mensuales, lo cual se puede tornar lógico en esta zona debido a que como ya se mencionó al principio del análisis, se localiza en una parte de la ciudad donde los niveles de bienestar son bajo y muy bajo, además de tener grados de escolaridad muy bajos.

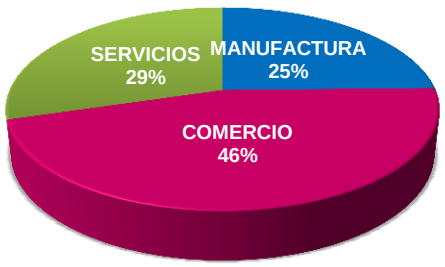
Tabla V.1.7.1.(3)

NIVEL DE INGRESO ZONA PONIENTE NORTE				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
1,964	3,702	58,139	47,146	10,914

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

La población ocupada en el 2004 en la zona era de 28,288 personas, 6,978 en manufactura, 12,930 en comercio y 8,380 en servicios, predominando el sector comercio. El gráfico V.1.7.1.(1) muestra la población ocupada por sector:

Gráfico V.1.7.1.(1) Población ocupada por sector para la Zona Poniente Norte



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI

V.1.7.2. Zona Poniente Sur

La Zona poniente Sur comprende a partir de la Perimetral Carlos Amaya, al poniente lo delimita el periférico Camino Real y hacia el sur la Av. Manuel Talamás Camandari, la colonias que la conforman son 1º. de Mayo, Acacias, Andrés Figueroa, División del Norte, Granjas de Chapultepec, Granjas Santa Elena, La Cuesta II, Independencia II, México 68 entre otras.

Esta Zona cuenta con una superficie de 6,509.04 Ha y una población total de 226,443 con un 51.01 % de hombres y 48.95% de mujeres y una densidad del 34.79 hab/Ha, la cual es muchísimo menor que la arrojada en la zona anterior. Se tiene un total de 54,308 viviendas habitadas y 210,076 ocupantes, con un promedio de ocupantes por vivienda de 3.87 y de ocupante por cuarto de 1.36, y se puede observar que en estas variables no hay mucha diferencia entre la Zona Poniente Norte y Sur, ya que los resultados oscilan en la misma proporción. Aquí se puede observar que la zona muestra los cinco niveles de bienestar, pero cabe resaltar que predomina el nivel bajo y muy bajo, siendo también una zona marginada, ya que gran parte de la zona cuenta con servicios y vivienda de manera dispersa. Hay pequeñas zonas que registran un nivel de bienestar alto y muy alto, y es en los fraccionamientos que se construyeron más recientemente, como viviendas de interés social. El grado promedio de escolaridad es de 7.06; para mujeres de 7.03 y de hombres de 7.11, aquí también existe una similitud en los valores con respecto a la zona anterior.

Características de la población económicamente activa

En la tabla V.1.7.2.(1) se observa que la población económicamente activa en esta zona es mucho menor que para la zona del poniente norte, pero se da el mismo caso en cuanto al sector en el que se emplean, que es el secundario, ya que en la ciudad el sector maquilador es el que más empleos genera año con año.

Tabla V.1.7.2.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA PONIENTE SUR					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
79,240	49,266	26,430	64,381	1,145	9,250

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

La tabla V.1.7.2.(2) muestra las jornadas laborales en el sector, en el cual nuevamente la población tenía jornadas extensivas de trabajo.

V.1.7.2.(2)

JORNADA DE TRABAJO ZONA PONIENTE SUR		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
8,042	17,022	36,139

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

La mayoría de los empleados en esta zona percibían de 1 y hasta 2 salarios mínimos y en segundo lugar de 2 a 5 salarios, si se observa en la tabla V.1.7.2.(3) la diferencia entre uno y otro no es tan grande, pero aun así es un salario muy bajo al mes, lo cual es un foco rojo, dado que los salarios en la ciudad siguen quedándose rezagados, y las grandes corporaciones son las que se ven beneficiadas con esto ya que es una producción que no beneficia al mercado interno puesto que responde a una producción limitada única y exclusivamente a la exportación.

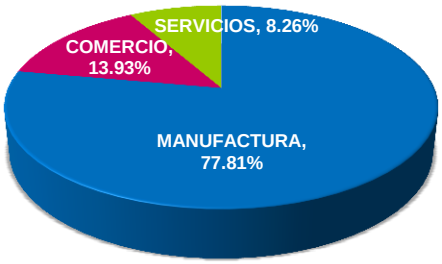
V.1.7.2.(3)

NIVEL DE INGRESO ZONA PONIENTE SUR				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
805	2,682	35,629	29,767	6,975

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

A continuacion se pueden observar en la grafica los datos arrojados por el censo económico del 2004; existia una poblacion ocupada de 44,991 personas, de los cuales 38,900 estaban en el sector manufacturero, 6,964 comercio y 4,127 en servicios.

Gráfica V.1.7.2. Población Ocupada por sector para la Zona Poniente Sur



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI.

Al hacer el análisis de las dos zonas se percibe que esta parte de la ciudad se ha quedado rezagada en la mayoría de las variables analizadas, y la educación es un foco rojo que se debe analizar ya que este es un indicador para medir el grado de avance como sociedad. Las dos zonas han sido afectadas debido al proceso de ocupación que se hizo antes de que hubiera la parcelación y planeación de la urbanización necesaria para un adecuado asentamiento humano.

V.1.7.3. Zona Centro-Norte

Se ubica en el primer cuadro de la ciudad en el llamado centro histórico que se delimita al norte con el Río Bravo, al poniente con el Eje Vial Juan Gabriel y tiene un límite a la altura de la Av. Ramón Rivera Lara, entre las colonias que abarca son la Segunda Burócrata, 9 de Septiembre, Américas, Bosques de Senecú, Campestre San Marcos, Chamizal, Ex – Hipódromo, Infonavit Casas Grandes, entre muchas otras. Tiene una superficie de 4,447.28 Ha y una población de 173,921 personas, predomina la gente joven ya que el mayor porcentaje de población la obtuvo la de 20 a 24 años con un 16.80% de la población total de la zona, en segundo lugar la de 25-29 con un 15.81% y en tercer lugar la 15-19 años con 15.39%, lo que indica que la gente que está en edad productiva es mayor que la que no.

Esta zona abarca la parte más vieja de la ciudad, por lo que se ha generado un decrecimiento progresivo y acelerado de su población, así como el deterioro en la vivienda, dejando de ser zona habitacional para convertirse en comercial y de servicios principalmente. Y a su vez tiene el contraste en la zona norte que cuenta con una desarrollada infraestructura, comercio, servicios, industria y una consolidada área habitacional. En cuanto a la vivienda tiene un total de 51,273 viviendas habitadas y 156,744 ocupantes, por lo que nos arroja un promedio de ocupantes por vivienda de 3.06 y de ocupante por cuarto de 0.70. En esta parte de la ciudad predomina el nivel de bienestar muy alto, alto y medio, y un grado promedio de escolaridad del 11.13 total, del 11.55 para hombres y del 10.76 para mujeres, con lo cual se corrobora que es la zona más consolidada y con los mejores servicios.

Características de la población económicamente activa

En base a la información presentada, se registra un alto nivel de población económicamente activa de la población total de la zona (Tabla V.1.7.3.(1)). De esa proporción hay 28,308 personas que laboran para el sector secundario y 55,182 personas para el sector terciario. De acuerdo a las características de comercio y servicios como principales actividades detonantes, se da un mayor número de personas laborando para el sector terciario. Las condiciones de estructura y servicios, facilitan la instalación y desarrollo de empresas, dándole facilidad de ubicación y centralización para fomentar el consumo.

V.1.7.3.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA CENTRO-NORTE					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
89,000	28,308	55,182	66,584	241	11,523

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

De acuerdo con la Tabla V.1.7.3.(2), la jornada laboral predominante es la de 33 a 40 horas, a diferencia de las dos Zonas del poniente que registraron jornadas más extensivas, pero esta zona es mayormente empleada en el sector terciario por lo que las jornadas no son tan extensivas como lo suelen ser en el sector maquilador. Además es la zona más consolidada y donde mayormente se da la construcción de restaurantes, bares, etc.

Tabla V.1.7.3.(2).

JORNADA DE TRABAJO ZONA CENTRO-NORTE		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
13,711	26,461	26,324

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

Los salarios en esta zona son mejores que en las zonas ya analizadas, aquí la mayoría de la población empleada percibe más de 5 salarios mínimos como se puede observar en la tabla V.1.7.3.(3).

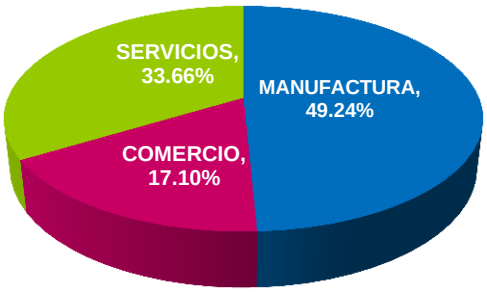
Tabla V.1.7.3.(3).

NIVEL DE INGRESO ZONA CENTRO-NORTE				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
1,255	1,650	16,840	30,020	30,559

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

Según el censo económico del 2004, en la zona existían 120,760 personas empleadas, de las cuales 59,464 trabajaban en manufactura, 20,653 en comercio y 40,643 en servicios, de acuerdo con la distribución por sectores (Gráfico V.1.7.3.(1)).

Gráfico V.1.7.3.(1) Población Ocupada por sector para la Zona Centro-Norte



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI

V.1.7.4. Zona de Integración Ecológica

La zona tiene una superficie de 3,983.47 Ha, al norte colinda con el Río Bravo, al poniente con la zona centro norte y con la avenida Antonio Jaime Bermúdez, al sur con la avenida Paseo de la Victoria en un segmento y al oriente con la avenida Zaragoza y la avenida Ramón Rayón. Como su nombre lo indica es una zona que se pretendía que fuera una reserva ecológica que fungiera como un pulmón de la ciudad y que la construcción de vivienda y de centros comerciales o industriales no se diera en grandes escalas, sin embargo esta situación no se ha dado de la forma que se planteaba por el plan de desarrollo de la zona del mismo nombre.

Cuenta con una población de 66,419 y una densidad del 16.67 hab/Ha, esto lógicamente por la gran proporción de superficie y la poca población que en esta se encuentra. La población de 30 a 34 años es la que tuvo el mayor porcentaje de la población total, pero aquí a diferencia de la zona centro-norte predomina la población en edad no productiva ya que los niños de 4 a 5 años y de 5 a 9 años suman un 35.98% los dos. Cuenta con 17,843 viviendas y 57,032 ocupantes, con un promedio de ocupantes por vivienda de 3.20 y de .077 ocupantes por cuarto, además de un grado promedio de escolaridad del 11.55 total, con 11.92 para hombres y 11.20 para mujeres, el cual es también alto como en la zona centro-norte. Predomina el nivel de bienestar muy alto, los niveles alto, bajo y medio se dan en una muy poca proporción, lo que hace ver que esta zona tiene un gran bienestar, aunque cabe resaltar que muchos de los AGEB no cuentan con información necesaria para el análisis y asignación de un nivel de bienestar.

Características de la población económicamente activa

La PEA en esta zona es mínima (Tabla V.1.7.4.(1)), esto debido a la poca población que aquí se encuentra; se emplean casi en igual magnitud tanto en el sector secundario como en el terciario.

Tabla V.1.7.4.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA INTEGRACIÓN ECOLÓGICA					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
19,850	9,441	9,327	15,696	150	2,219

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

La tabla V.1.7.4.(2) muestra las horas trabajadas en esta zona, donde otra vez se da el caso que la población trabaja de 41 a 48 horas a la semana.

Tabla V.1.7.4.(2)

JORNADA DE TRABAJO ZONA INTEGRACIÓN ECOLÓGICA		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
2,225	4,690	7,986

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

En esta zona, la población en su mayoría percibe de 2 a 5 salarios mínimos, pero hay una gran proporción que percibe un buen salario ya que 6,045 personas recibían en el año 2000 más de 5 salarios mínimos.

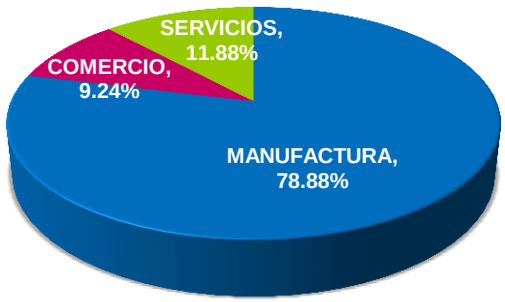
Tabla V.1.7.4.(3)

NIVEL DE INGRESO ZONA INTEGRACIÓN ECOLÓGICA				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
232	324	5,058	6,885	6,045

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

El total del personal ocupado en esta zona fue de 37,602 en el 2004, de los cuales 29,662 se ocupaban en sector manufacturero, 3,473 en comercio y 4,467 en servicios.

Gráfico V.1.7.4.(1) Población Ocupada por sector para la Zona de Integración Ecológica



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI

V.1.7.5. Zona Aeropuerto

(Centro-Sur)

Esta zona se ubica en la parte centro-sur de la ciudad, está conformada por las colonias Granjero, Infonavit Juárez Nuevo, La Cuesta II, Infonavit Ampliación Aeropuerto, Aeropuerto Internacional Abraham González, Parque Industrial Zaragoza, Hacienda de las Torres, Villas del Sur, Valle del Bravo entre otras.

La zona tiene una extensión territorial de 4,857.17 Ha, contando con una población total de 231,684 personas. El total de la población presenta un 49.95% en población masculina y un 50.04% en población femenina. La densidad promedio de población es de 47.70 hab/Ha, la cual se encuentra dentro de los rangos óptimos. Existe un total de 58,949 viviendas habitadas y 217,019 ocupantes. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.68 personas y el promedio de ocupantes por cuarto es de 1 persona. Los niveles de bienestar con mayor ponderación son el nivel bajo y alto. Esto debido a que la zona cubre áreas nuevas residenciales y zonas comerciales importantes de la ciudad, así como el Aeropuerto Internacional Abraham González. De esta manera se presenta un contraste con el nivel de bienestar bajo; debido a zonas registradas como despobladas o marginadas. El nivel de escolaridad total es de 8.92, registrándose en hombres un 9.19 y en mujeres un 8.67. Los niveles promedio de escolaridad en relación con el comparativo de las otras zonas, son mayores.

Tomando en cuenta los datos anteriores y el comparativo entre zonas, se deduce que la zona descrita contiene niveles óptimos de bienestar, escolaridad entre otros indicadores fundamentales para este estudio.

Características de la población económicamente activa

La tabla V.1.7.5.(1), muestra una PEA de 83,774 de la cuales 44,964 se empleaban en el sector secundario y 34,975 en el terciario, volviéndose a dar la tendencia de la población mayormente ocupada en el sector maquilador, siendo que es una zona en la cual se observan viviendas de interés social, las cuales fueron adquiridas mayormente por la población que se empleaba en el sector maquilador.

Tabla V.1.7.5.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA AEROPUERTO					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
83,774	44,964	34,975	69,514	553	8,555

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

Tabla V.1.7.5.(2)

JORNADA DE TRABAJO ZONA AEROPUERTO		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
9,540	18,286	35,991

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

En cuanto los salarios que se perciben dentro de la zona se observa en la tabla V.1.7.5.(3) que la población mayormente percibe de 2 a 5 salarios, y en segundo lugar de 1 hasta 2 salarios, siendo que es una zona con nivel de bienestar bajo y alto, se puede afirmar que la población que percibe estos salarios es la ubicada en el nivel bajo de bienestar, y donde se ubican la vivienda de interés social ya mencionada. Sería importante darse cuenta que el salario no sufre mayores cambios, ya que como se ha observado en casi todas las zonas se perciben este tipo de salarios, esto indica que los empleos que se han generado solo han propiciado que la mano de obra se siga abaratando.

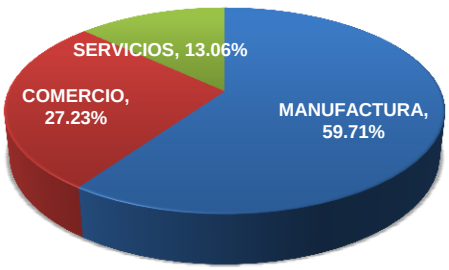
Tabla V.1.7.5.(3)

NIVEL DE INGRESO ZONA AEROPUERTO				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
655	1,700	28,128	35,185	13,099

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

De acuerdo con los datos económicos recabados, se cuenta con un total de 44,429 personas ocupadas; segmentándose de la siguiente manera: 26,528 personas en el área de manufactura, 12,098 en el sector comercio y 5,803 personas en el sector servicios. Enseguida se muestra la grafica donde se puede observar la distribución antes mencionada.

Grafica V.1.7.5.(1) Población ocupada por sector económico para la Zona Aeropuerto



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI

V.1.7.6. Zona Oriente

(Sur Oriente)

Se compone por las colonias Riveras del Bravo, Horizontes del Sur, Eco 2000, Salvárcar, Parajes del Sur, Bosques de Salvárcar, Morelos I, Parque Industrial Río Bravo, Portal del Valle, El Papalote, Zaragoza D.B. entre otras. La extensión territorial es de 6,257.14 Ha con una población total de 305,064 personas. Representando con estas cifras un 50.28% en población masculina y un 49.71% en población femenina. La densidad de población es de 48.75, resultando un nivel promedio, en comparación con las otras zonas de la ciudad. Después de la zona Poniente Norte, la zona Sur Oriente es la segunda área con mayor densidad de población. El área cuenta con 77,387 viviendas habitadas de las cuales hay un total de 289,477 ocupantes. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.74 personas y de 1.26 personas de promedio de ocupantes por cuarto.

Existen cinco niveles de bienestar, de los cuales el nivel bajo, muy bajo y alto son los que presentan mayores cifras. El área cuenta con muchas zonas marginadas, sin colonias y con viviendas de interés social. Para el año 2005 se había presentado un fenómeno de expansión de población, por lo que el número de AGEBs aumentó del 2000 al 2005. Actualmente algunas colonias y fraccionamientos que habían sido producto del crecimiento urbano, ahora se encuentran deshabitadas y en condiciones de vandalismo. En la parte donde se encuentra el cruce internacional del Puente Zaragoza, predominan los pequeños comercios. El promedio total de escolaridad es de 8.36, de esto se deriva un 8.51 para hombres y un 8.20 para mujeres. Presentando un nivel de escolaridad similar al de otras. De acuerdo a los indicadores utilizados, se requiere de dar atención oportuna a un incremento en el nivel de bienestar de la zona, ya que está en los niveles críticos de bienestar en relación con otras zonas de la ciudad.

Características de la población económicamente activa

La zona cuenta con una PEA de 62,121, de la cual se empleaban 40,890 en el sector secundario y 18,425 en el sector terciario, es importante aclarar que es esta zona hacia donde ha ido creciendo la ciudad, por lo que siendo esta información del 2000 (Tabla V.1.7.6.(1)), se cree que en realidad la PEA es mucho mayor, ya que el grueso de la construcción de viviendas de interés social se dio en esa zona. Aunque realmente se torna difícil dar por hecho que la PEA sea mucho mayor o solo un poco mayor, ya que debido a la situación en la que se ha encontrado la ciudad en los últimos 2 años, mucha gente ha dejado la ciudad para regresar a su ciudades de origen, por lo que muchos de los fraccionamientos que se construyeron hoy en día se encuentra prácticamente vacios.

Tabla V.1.7.6.(1)

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y POSICIÓN EN EL TRABAJO ZONA ORIENTE					
Población económicamente activa	Población ocupada en el sector secundario	Población ocupada en el sector terciario	Población ocupada como empleado u obrero	Población ocupada como jornalero o peón	Población ocupada por cuenta propia
62,121	40,890	18,425	53,410	698	4,314

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

Las jornadas en esta zona son de 41 a 48 horas por semana, como se puede observar en la Tabla V.1.7.6.(2), esto también por el hecho de que la mayoría de población se emplea en el sector maquilador.

Tabla V.1.7.6.(2)

JORNADA DE TRABAJO ZONA ORIENTE		
Población ocupada que trabajó hasta 32 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 33 a 40 horas en la semana de referencia	Población ocupada que trabajó de 41 a 48 horas en la semana de referencia
5,439	11,313	33,399

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

La población en esta zona también percibe salarios muy bajos, como se observa en la Tabla V.1.7.6.(3), esto aunado a todos los puntos ya señalados anteriormente en las demás zonas, en donde se da el mismo fenómeno. La ciudad es atractiva por su cercanía geográfica que permite a las corporaciones montar la operación de ensamblaje a pocos kilómetros de las plantas matrices y además de aprovechar la oportunidad de encontrar el trabajo barato de miles de obreros, en su mayoría mujeres, que obtienen salarios muy bajos. Por lo que al ver que la mayoría de las zonas se perciben los mismos salarios, es alarmante darse cuenta que son las grandes corporaciones las que solo se benefician, mientras que en la ciudad sigue sin resolverse el problema del desempleo y bienestar.

Tabla V.1.7.6.(3)

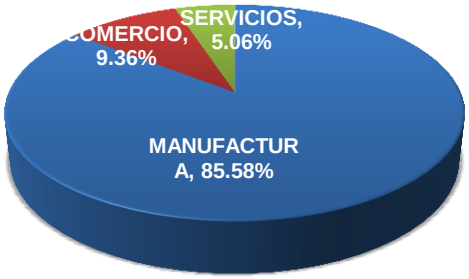
NIVEL DE INGRESO ZONA ORIENTE				
Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo
303	992	23,669	25,151	7,677

Fuente.- XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

En el ámbito de empleo, se tienen datos de 49,104 personas ocupadas para este sector. Distribuyéndose de la siguiente manera: 42,022 personas para el área manufacturera, 4,595 para el sector comercio y 2,487 para el sector servicios. Por diversas partes de la zona Sur-Oriente se ubican diversos parques industriales, colindándoles pequeños comercios y establecimientos. Se puede concluir que la principal economía de empleo en esta zona es el área manufacturera.

Enseguida se presentan gráficamente los datos en virtud de la población económicamente ocupada por sector.

Grafica V.1.7.6.(1) Población Ocupada por sector económico para la Zona Oriente



Fuente: Censos Económicos 2004, INEGI

V.2. Estructura Urbana

La base económica en Ciudad Juárez, las condiciones de la propiedad del suelo y los procesos sociales han determinado la estructura urbana actual. La ciudad pasó de tener una estructura concéntrica a una policéntrica, una organización poli nuclear con una red de nodos integrados por corredores urbanos de la ciudad en donde se concentran las actividades comerciales y de servicio. La comercialización de suelo y vivienda -cambios de políticas crediticias en Infonavit y comercialización de suelo ejidal en los patrones de ocupación de la industria maquiladora, parques pequeños sobre vialidades primarias, aumentaron la expansión de la mancha urbana, principalmente por el desplazamiento de las actividades terciarias y comerciales por el crecimiento urbano al sur y sur-este de la ciudad ocasionando el debilitamiento de los centros urbanos presentados en el periodo anterior (1960 -1989). [5] Ver Figura V.2.(1)

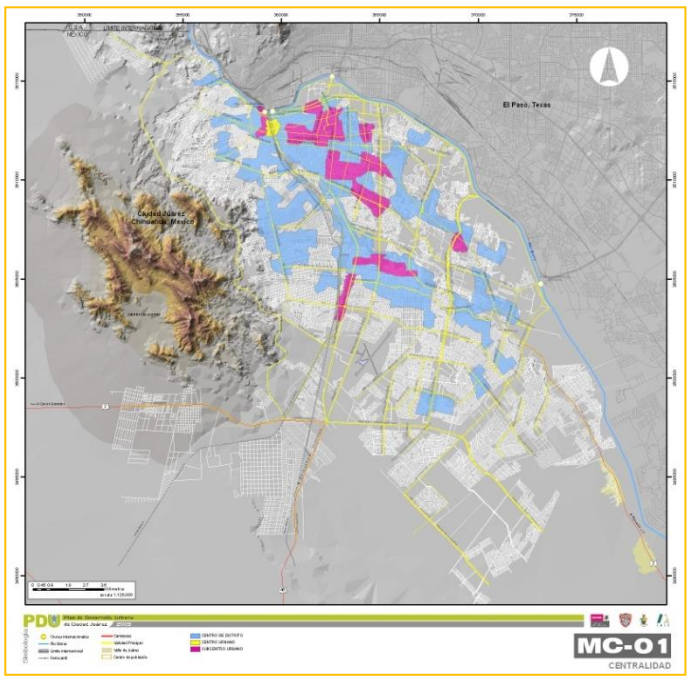


Figura V.2.(1). Centralidades en Ciudad Juárez, Chih.

V.2.1. Baldíos (vacíos urbanos)

[5] Ochoa, *et alt.* 2007

En el 2001 la mancha urbana ocupaba una superficie de 22,122 Ha, de las cuales el 11.30 % correspondía a baldíos; ahora suma 30,052.89 Ha por incorporación de áreas de reserva; estos reúnen una superficie de 9,160.47 Ha, incluyendo los existentes en la mancha urbana, que en total representan el 26.21%.6 Figura V.2.1.(1). Los de superficies significativas se localizan hacia el oriente y sur de la ciudad. En la zona central se han ocupado algunos; sin embargo, existen a la fecha grandes lunares en corredores urbanos y en áreas habitacionales. En parques industriales, hay superficie disponible que aún no se ha desarrollado, así como algunas plantas en desuso.

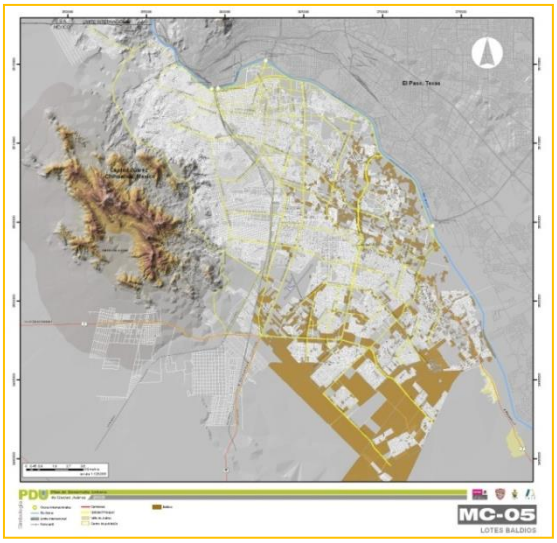


Figura V.2.1.(1) Lotes Baldíos en la Mancha Urbana

V.2.2. Reservas Urbanas

Las reservas urbanas se han dado en función de presiones inmobiliarias con tendencia hacia el suroriente y el Valle de Juárez. Actualmente estas reservas suman un total de 15,701.85 Ha, sin contar la reserva de Jerónimo de 3,502.76 Ha. En el Plan de Desarrollo Urbano, actualización 2003, se estableció una reserva urbana de 2,836.26 Ha, con una proyección de población de 377,560 habitantes (IMIP.2003). Esta reserva fue incorporada en el 2004 al aprobarse el Plan Parcial El Barreal y Oriente San Isidro. De ahí a la fecha, se han abierto cinco reservas más con un total de 16,368.32 Ha de suelo privado. (Tabla V.2.2.(1).

Tabla V.2.2.(1) Reservas Aprobadas

Plan Parcial, Año de Aprobación y Superficie	**(Ha)**
El Barreal y Oriente San Isidro 2003	2,836.26
Oriente XXI 1ª etapa 2005	1,596.91
Oriente XXI 2ª etapa 2007	2,353.26
Zaragoza-San Isidro 2007	5,020.67
San Jerónimo 2007	3,502.73
Camino Real 2007	3,894.75

[6] Datos obtenidos por fotointerpretación, de Catastro, así como de levantamiento en campo

Fuente: IMIP, con datos de: Plan Parcial El Barreal y Oriente San Isidro, Plan parcial Oriente XII 1ª y 2ª etapa, Plan Parcial San Jerónimo, Plan Parcial Camino Real y Plan Parcial Zaragoza San Isidro.

V.3. Servicios y comercios

La población dedicada al sector de servicios y comercio en el 2007 ocupaba el 32.2% respecto a los sectores agropecuario e industrial (INEGI, 2005). El Gráfico muestra la concentración de la población ocupada en el sector comercial, la cual coincide con el centro de la ciudad y parte del PRONAF, así como en corredores urbanos ubicados esencialmente en vialidades principales como las avenidas: 16 de Septiembre, Tecnológico, Oscar Flores, Henequén, de las Torres (entre Santiago Blancas y Manuel J. Clouthier) y de los Aztecas (COLEF, 2008). El caso de los servicios se ubica principalmente en la parte norte de la ciudad, en el área de influencia del centro, del PRONAF, de los parques industriales Omega y Bermúdez, y en menor proporción sobre las avenidas Tecnológico, y Oscar Flores. La población ocupada en las actividades de servicio se ve concentrada en la parte norte de la ciudad, donde se localizan servicios financieros, hoteles, servicios de salud, así como restaurantes. Esta población alcanza una densidad de 3,784 personas por AGEB[7], dejando las áreas periféricas de la ciudad como áreas dormitorio.

V.4. Equipamiento Urbano

Ciudad Juárez ha presentado un crecimiento poblacional acelerado en las últimas décadas lo que ha provocado expansión urbana, y ello contribuyó a demanda de servicios e infraestructura urbana, aunque sin el mismo ritmo de crecimiento y por ende, con importantes rezagos. Entre 1998 y el 2009 han llegado a la ciudad importantes recursos para construcción y operación de equipamiento urbano mediante programas de inversión de los tres niveles de gobierno y la activa participación del sector social y privado para la atención de la población y formación de ciudadanos. Hay conceptos e indicadores que marcan tendencias históricas que hoy en día demandan, ya que la construcción y operación de elementos de equipamiento urbano está sujeta a variables así como a aquellas modificaciones estructurales de demanda y oferta del servicio. Como parte del proceso de actualización del PDU 2010, se realizó el diagnóstico sobre este rubro; la proyección de los requerimientos, elementos existentes y los elementos básicos a especializados. De acuerdo a este análisis, el subsistema educativo es hacia a donde más se ha enfocado la atención, tanto del sector gubernamental como del privado. Las instalaciones educativas tienen una situación muy heterogénea, pues los niveles que la ley establece como obligatorios han sido objeto de especial atención por parte del Estado, a los cuales se le ha destinado la mayor cantidad de recursos públicos, mientras otros niveles han quedado rezagados. El análisis territorial considera al servicio público en los niveles educativos obligatorios, como el elemento que determina coberturas y niveles de atención para la zona urbana. No obstante, es importante el servicio que presta el sector privado en los niveles de secundaria y preparatoria, ha servido para atender a los habitantes que están en

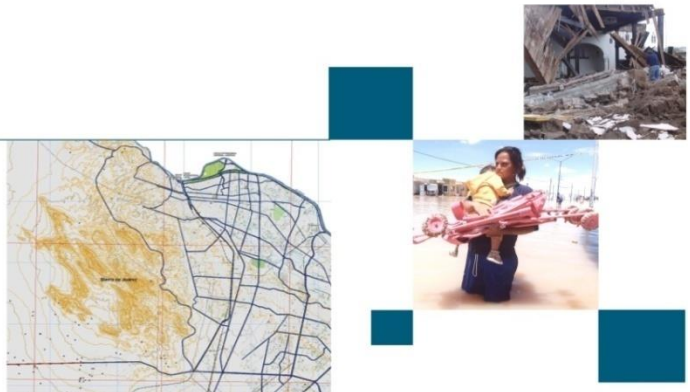
[7] área geoestadística base

edad de recibir esta educación. En cuanto al preescolar se tuvo una matrícula registrada en el ciclo escolar 2007-2008 del sector público que sumó un total de 29,073 alumnos, en un total de 206 planteles dentro del sistema estatal y federal; que atiende al 88.25 % de la matrícula registrada. Mientras que la participación privada suma un total de 70 escuelas, atendieron a 3,541 alumnos, correspondiente al 11.74 % de alumnos que no se atienden por el sector publico. En cuanto a la educación primaria, se estima que atiende al 98% de la población demandante. Cabe subrayar la calidad de las instalaciones, pues la gran parte de las escuelas no cuenta con biblioteca, laboratorios y se carece de adecuados espacios para juegos y canchas deportivas.

Los niveles siguientes presentan déficit en cuanto a las instalaciones propias para recibir educación media y media superior, debido a su ubicación, las cuales no son suficientes para cubrir la demanda de la población en edad. Los espacios para actividades lúdicas son escasos, en espacios verdes hay 5.21 m² por habitante con falta de forestación y mobiliario urbano.

CAPITULO VI

IDENTIFICACION DE RIESGOS PELIGROS Y VULNERABILIDAD



Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Capítulo VI. Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación ® 2010

Contenido

VI. Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad 210

VI.1. Metodología....210
VI.2. Peligros Geológicos....210

VI.2.1. Causas de los peligros geológicos 211

VI.2.2. Peligros Geológicos-Registros Históricos 211

VI.2.3. Identificación de riesgos geológicos 215

VI.2.4. Fallas y fracturas - Peligros 220

VI.2.6. Sismos - Peligro 241

VI.2.8. Tsunamis y Maremotos 261

VI.2.9. Vulcanismo 261

VI.2.10. Peligro - Deslizamientos y derrumbes 261

VI.3. Peligros Hidrometeorológicos 285

VI.4. Causas de los peligros hidrometeorológicos 286

VI.4.1. Corrientes de origen superficial perene 286

VI.4.2. Corrientes de origen pluvial 287

VI.4.3.1. Zonas inundables en zonas urbanas (cuencas endorreicas)....350
VI.4.3.2. Pozos de Absorción....393

VI.9. Sequías 410

VI.4.8. Vientos 419

VI.4.9. Masas de aire. Heladas 427

VI.4.10. Masas de aire. Granizadas 431

VI.5. Vulnerabilidad....440

VI.5.1. Estimación de la vulnerabilidad social 440

VI.6. Zonificación del Riesgo....449

VI.6.1. Determinación del Riesgo 449

VI.6.2. Distribución espacial de la vulnerabilidad....456
VI.7. Zonificación del Riesgo....457

VI.7.1. Determinación del Riesgo 457

VI.7.2. Zonificación de Riesgo Geológico 459

VI.7.2.1. Zonificación Fallas y Fracturas....460

Capítulo VI. Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación ® 2010

VI. Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad

Toda expresión de la naturaleza y actividad de la Tierra es llamada "fenómeno natural", independientemente de su incidencia al hombre y su forma de vida, por lo que los fenómenos naturales no tienen por qué ser considerados siempre como causantes de desastres. La erosión natural del viento y la lluvia son actividades de la naturaleza no desastrosas cuando estas no tienen una interacción directa con los asentamientos humanos o bien cuando la exposición a su intensidad o magnitud no rebasa el umbral o límite del sistema afectable. Los agentes perturbadores que dan lugar a desastres son básicamente fenómenos naturales o de origen humano. Entre los primeros se encuentran los geológicos a hidrometeorológicos y en los segundos los químicos, sanitarios y socio-organizativos.

En este capítulo se hace un análisis del riesgo, peligro y/o vulnerabilidad, tomando en cuenta el análisis para cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural, identificando su periodicidad, área de ocurrencia, y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable, a fin de zonificar áreas de determinada vulnerabilidad expuestas a amenazas (Zonas de Riesgo).

El **riesgo natural** se ha definido como *la probabilidad de que un territorio y la sociedad que habita en ella, se vean afectados por episodios naturales de intensidad o magnitud extraordinario* (en resumen, riesgo = peligrosidad x vulnerabilidad x exposición),

VI.1. Metodología

El procedimiento metodológico que sigue este documento, toma como fundamento la guía: *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo*, elaborado por la SEDESOL en el 2010.

VI.2. Peligros Geológicos

Los riesgos geológicos están asociados a procesos que reflejan el carácter dinámico del medio geológico. La mayoría de las veces estos son procesos netamente naturales, que han alcanzado un punto de equilibrio o estabilidad. Sin embargo, en ocasiones la actividad humana interfiere en la naturaleza modificando las condiciones de equilibrio, o delicado balance de los macizos rocosos, liberando en consecuencia, de forma súbita enormes fuerzas asociadas a la energía potencial acumulada durante millones de años. Siendo así que los fenómenos naturales asociados a los riesgos geológicos pueden dividirse entre los que se originan en el interior de la Tierra (endógenos) movimientos sísmicos, erupciones volcánicas y tsunamis entre otros.

La separación de las grandes placas litosféricas, la deriva continental y la expansión de la corteza oceánica ponen en acción fuerzas dinámicas asentadas a grandes profundidades. El *diastrofismo* es un término general que alude a los movimientos de la corteza producidos por fuerzas terrestres endogénicas que producen las cuencas de los océanos, los continentes, las mesetas y las montañas. El llamado ciclo geotectónico relaciona estas grandes estructuras con los movimientos principales de la corteza y con los tipos de rocas en distintos pasos de su desarrollo.

La *orogénesis*, o creación de montañas, tiende a ser un proceso localizado que distorsiona los estratos preexistentes. La *epirogénesis* afecta a partes grandes de los continentes y de los océanos (sobre todo por movimientos verticales) y produce mesetas y cuencas. Los desplazamientos corticales lentos y graduales actúan en particular sobre los cratones, regiones estables de la corteza. Las fracturas y desplazamientos de rocas, que pueden medir desde unos pocos centímetros hasta muchos kilómetros, se llaman fallas. Su aparición está asociada con los bordes entre placas que se deslizan unas sobre otras por ejemplo, la falla de San Andrés.

VI.2.1. Causas de los peligros geológicos

Los fenómenos naturales de origen geológico como son los sismos, volcanes, tsunamis, y las estructuras geológicas como lo son las fallas, las fracturas y la inestabilidad de laderas, contribuyen en la definición de peligros para una región de una zona urbana (Oropeza, *et. al*., 2001). Para definir la zonificación de los peligros geológicos generalmente se consideran los temas de: fracturas, fallas, erosión, sismos, sismos históricos, volcanes, deslizamientos, hundimientos, derrumbes, flujos de lodo y tsunamis (SEDESOL, 2003).

En el caso del presente documento, se dan a conocer los avances que sobre sismicidad se han obtenido a la fecha, ya que anteriormente no fue considerado en el Atlas de Riesgo 2005 por considerar la zona asísmica, sin embargo este concepto actualmente esta siendo analizado debido que se han venido registrando sismos cercanos al centro de población de pequeña magnitud a partir del 2009, que han alertado a la población que los ha percibido así como a las autoridades gubernamentales, Por otro lado Ciudad Juárez se encuentra en una zona donde no existen volcanes, ni manifestaciones de flujos de lodo o tsunamis.

Por otra parte se tienen registros de fenómenos que se presentan en su parte externa (exógenos), cuyos detonantes son el aire, el sol, la lluvia y otros factores que contribuyen como el tipo de roca y suelo, el relieve y la pendiente del terreno, precipitaciones atípicas que induzcan como es el caso de los deslizamientos y procesos de erosión, de disolución, e incluso de desprendimientos de tierra en laderas, derrubios, etc. Es por eso que la identificación de peligros geológicos en el presente estudio considera los procesos exógenos analizados a través de un modelo analógico, esto es, a partir de la fotointerpretación geomorfológica, la litología, la geología, las pendientes, las estadísticas históricas de daños y trabajo de campo.

VI.2.2. Peligros Geológicos-Registros Históricos

En la Tabla VI.2.2.(1) se presentan algunos de los registros históricos obtenidos de los medios escritos de comunicación, mismos que dan conocer la problemática en materia peligro geológico. En este listado se hace mención de registros de sismos presentados en los últimos años en la cercanía del centro de población como son Col. Esperanza, Praxedis G. Guerrero y Sierra Blanca, los cuales hasta ahora han alcanzado una magnitud de 4.3 en la escala de Richter, y se consideran de bajo riesgo.

Tabla VI.2.2.(1) Registros históricos

Año	Día/mes	Hecho	Fuente
1993	2 de enero	Derrumbes e inundaciones por lluvia causan temor entre familias de la zona.	El Diario
1999	31 de agosto	Reubicaron a 6 familias luego de accidente donde muere niña de 3 años al derrumbarse una barranca sobre su casa.- Alma Figueroa anuncia un estudio para ver cuanto dinero cuesta.	El Diario
2002	6 de febrero	La lluvia de los últimos tres días ocasionó ayer dos derrumbes de viviendas, el colapso de tres colectores de drenaje, inundaciones en pasos a desnivel de la zona centro, además de avenidas anegadas.	El Diario
2002	21 de junio	Once familias de la colonia La Presa viven desde el viernes pasado presas del pánico al encontrarse sus viviendas en peligro de ser aplastadas por el edificio de una maquiladora que, debido a las lluvias, perdió una gran cantidad del suelo sobre el que se encuentra asentado.	El Diario
2003	19 de abril	Cinco casas de la colonia Paso del Norte, ubicadas en los límites de la acequia Madre, se encuentran en riesgo de derrumbe por las condiciones del terreno.	El Diario
2003	29 de julio	Peligran infantes por deslave. Una banqueta en la colonia Vistas del Valle está a punto de derrumbarse sobre un lugar donde juegan los niños que ahí viven.	El Diario
2004	04 de julio	Un barranco hace aparentemente inaccesible el paso de los vehículos. Existe peligro de deslaves y derrumbes.	El Diario
2004	18 de agosto	Derrumban casas y alertan por dique. Viviendas afectadas en colonia Vicente Guerrero, Josefa Ortiz de D. y Obrera. Suelo de los diques saturado de humedad. Dique de la col. Fronteriza alcanzó el 50% de su capacidad.	El Diario
2004	25 de agosto	Suspenden clases por peligro de derrumbe. Una construcción a lado del jardín de niños Yumuare pone en riesgo la integridad de los menores.	Norte de Ciudad Juárez
2004	21 de septiembre	Lluvia causa destrozos. Aula móvil volcada por el viento. Una breve precipitación provoca derrumbes e inundaciones.	El Diario
2004	29 de septiembre	Reparación de hundimientos causados por lluvias causan gastos de 400 mil pesos. Del 13 de agosto a la fecha han sido 76 los desplomes.	El Diario
2004	01 de octubre	Deslaves, inundaciones, averías en autos y semáforos por las precipitaciones. Lluvias con mayor intensidad en Av. Ejército Nacional. Daños en viviendas principalmente en col. Maestros Estatales.	El Diario
2004	27 de octubre	Viviendas que han sido asentadas en zonas de alto riesgo, en colonias alejadas de la ciudad presentan constante deterioro por las lluvias. Aproximadamente 30 familias de la ampliación Palo Chino están asentadas debajo de cerros y a menos de 20 metros de distancia del dique "Palo Chino".	El Diario
2004	18 de noviembre	Provocan las lluvias derrumbe de casa. El sistema climatológico que se registró en la ciudad, en días pasados ocasionó el derrumbe de una casa de dos pisos, en la colonia Partido Romero.	El Diario
2005	07 de febrero	Causan lluvias desgajamientos. Ceden calles y crecen baches; alerta en zonas de alto riesgo. Entre los sectores más afectados está el área de Anapra. Prevén evacuaciones. Entre las colonias que más riesgo tienen se encuentran la Guadalajara Izquierda, la 16 de Septiembre, Juanita Luna	El Diario

		(conocida como Estrella del Poniente), La Galeana, entre otras.	
2005	12 de Febrero	En las zonas de alto riesgo se detectaron 2 derrumbes a causa del remojamiento de los asentamientos menciono. Señalo que un derrumbe ocurrió en una casa habitada en la col. México 68, donde se vino abajo una pared de adobe que colindaba con un barranco donde no se registraron personas lesionadas. El otro derrumbe ocurrió en una vivienda abandonada en la calle Emilio Carranza donde tampoco resultaron personas lesionadas. (calle Chiapas casi esq. con Del 57).	El Diario de Juárez
2005	28 de mayo	Nuevos aguaceros provocan inundaciones y hasta deslaves. En un término de 68 hrs. la ciudad sufrió tres cambios climatológicos que provocaron la presencia de precipitaciones pluviales y que las temperaturas máximas descendieran de 41 a 22 grados centígrados.	Norte de Ciudad Juárez
2005	29 de mayo	74 accidentes y 28 lesionados. Las lluvias también provocan el cierre de 2 pasos a desnivel. Un arroyo en Barrio Azul ocasionó el derrumbe de un cuarto y se registraron inundaciones en cuatro viviendas. El agua se metió a las casas en las colonias Felipe Ángeles y López Mateos, entre otras.	El Diario
2005	30 de mayo	Al menos 300 familias que se encuentran asentadas en los cauces de los arroyos y en las paredes o riscos de las sierras en la ciudad tendrán que ser reubicadas a la brevedad posible, en virtud de que las recientes lluvias afectaron sus viviendas y se espera un periodo de precipitaciones muy intenso.	El Diario
2005	01 de junio	Ubican a 300 familias en riesgo. La mayoría de estos asentamientos se encuentran en el poniente y norponiente de la ciudad y se trata de personas que viven en barrancos que con la humedad se pueden venir abajo. El otro riesgo existente son los asentamientos ubicados dentro de los cauces de los arroyos.	Norte de Ciudad Juárez
2005	14 de agosto	Deslaves, acumulamientos de tierra, arroyos a media calle y baches en las vialidades, es el panorama que vive Ciudad Juárez tras las lluvias torrenciales que se registraron el jueves y viernes pasados.	El Diario
2005	15 de agosto	A punto del colapso el drenaje en el centro. Las intensas lluvias que se registraron el viernes pasado y ayer por la tarde, ocasionaron deslaves, baches, acumulamientos de tierra e inundaciones en calles y decenas de viviendas en diversos puntos de la ciudad, reportaron las autoridades. Los daños son más graves en el Centro.	El Diario
2005	19 de agosto	Una tormenta que cayó la tarde del miércoles en el Valle de Juárez destruyó los caminos de terracería que conducen a dos poblados de Guadalupe Distrito Bravos y derrumbó unas ocho casas que estaban cerca de un arroyo. Se desbordó un río y la infraestructura de un puente del poblado quedó dañada. En el Millón y San Isidro hubo deslaves en la carpeta asfáltica de la carretera del Valle de Juárez y en unos cerros.	El Diario
2005	14 de octubre	Choques, desviaciones de tráfico por inundaciones y una alerta lanzada por Protección Civil ante la posibilidad de desprendimientos en zonas de alto riesgo, han dejado las lluvias abatidas desde la madrugada del jueves, indicaron autoridades municipales.	El Diario
2005	27 de noviembre	Ráfagas de viento de hasta 120 km por hora que duró varias horas provocaron diversos daños, además de la muerte de una persona y tres lesionados. En la colonia Melchor Ocampo cayó una barda sobre una persona. En la colonia Siglo XXI se cayó la barda de una iglesia sobre una vivienda particular en calles Cieneguillas y Héroes de Nacozari. Caída de espectaculares. Temperatura osciló entre 12 y 14º C. Vientos atípicos producto de una corriente de chorro.	El Diario
2006	12 Septiembre	Partes altas de la Sierra de Juárez donde se encuentran asentadas familias, comenzaron a desgajarse como consecuencia de la humedad que prevalece en la tierra a raíz de las precipitaciones pluviales de las últimas semanas (calle Santiago # 2213, col Fronteriza)	El Diario de Juárez

2008	16 Mayo	El camino real ha tenido 6 derrumbes. El último derrumbamiento ocurrió ayer por la mañana cuando a las 7.00 horas se reporto la caída de un cumulo de tierra y piedras sobre un carril de baja velocidad, a la altura de la colonia Granjas Unidas.	El Diario de Juárez
2008	9 Septiembre	El peor desgajamiento en las paredes del Periférico Camino Real se registró ayer a causa de las precipitaciones pluviales, cuando al menos 100 metros cúbicos de piedras cayeron del área del mirador Hidalgo y obstruyeron los tres carriles de norte a sur, a la altura de la colonia Plutarco Elías Calles.	El Diario de Juárez
2009	9 de Junio	Carlos Ramírez / El Mexicano. Ciudad Juárez, Chihuahua.-Habitantes del poblado de Praxedis G. Guerrero, en el Valle de Juárez, aseguraron haber sentido un temblor de mediana intensidad, mientras que las autoridades desconocen los hechos. Las autoridades de Guadalupe Distrito Bravos, municipio cercano, dijeron haber escuchado los rumores, sin embargo, no hay nada oficial al respecto.	Diario El Mexicano
2009	6 de Junio	*El temblor ocurrido el día de ayer, pudo haber sido de más de 4 grados en la escala Richter, ya que sólo así se explican los daños estructurales ocasionados en algunas casas del poblado de Colonia Esperanza. El día de ayer, un grupo de científicos de la Universidad de Texas en El Paso (UTEP) y de la UACJ acudieron a la zona donde se han registrado los temblores para conocer las lecturas del sismógrafo y establecer los daños.* *Durante años, la zona de Sierra Blanca y los poblados del Valle de Juárez, han tenido movimientos telúricos en el subsuelo que son imperceptibles en la superficie. Ayer parece que fue la excepción al registrarse un temblor de 4 grados en la escala Richter, el cual pudo sentirse y provocar daños en las estructuras de las casas. A pesar de que la zona es considerada como sísmica, hasta este momento no se ha presentado un temblor devastador como en otras regiones del país de alta sismicidad, según se informó.*	Diario el Norte de Ciudad Juárez
2009	9 de Julio	A causa de las lluvias dos viviendas ubicadas en un mismo terreno en la colonia Nuevo Galeana se desprendieron parcialmente.	El Diario de Juárez
Fuente: INPRO (Información Procesada, Empresa de Conocimiento e Información)			

.

Las colonias donde se presentaron los registros históricos que en su momento dieron a conocer los medios de comunicación y registros históricos de las dependencias locales están ubicadas en su gran mayoría en la zona norponiente. Estas colonias fueron originadas por asentamientos espontáneos sin previsión de ningún servicio. Su constitución física responde a barreras naturales y artificiales, donde los bordes naturales están constituidos por la Sierra de Juárez al poniente y los arroyos que bajan de la sierra hacia el Río Bravo. El total de colonias documentadas en dichos eventos suman alrededor de 24, en estas se aloja una población de 101,938 habitantes aproximadamente de acuerdo a censo de población 2005 de INEGI. Las colonias identificadas son: Rancho Anapra, Puerto Anapra, La Conquista, Felipe Angeles, Francisco Villa, Josefa Ortiz de Dominguez, Fronteriza, Estrella del Poniente, 16 de Septiembre, Guadalajara, Plutarco E. Calles, Adolfo López Mateos, Vicente Guerrero, Obrera, Barrio Alto, Centro, Partido Romero, Melchor Ocampo, Hermenegildo Galeana, Nueva Galeana, Granjas Unidas, Vista del Valle, Siglo XXI, La Playa y Senderos de San Isidro. El nivel de riesgo en que se clasifican es de medio a bajo. El Mapa GE-EG de la Figura VI.2.2.(1) muestra la ubicación de las colonias mencionadas:

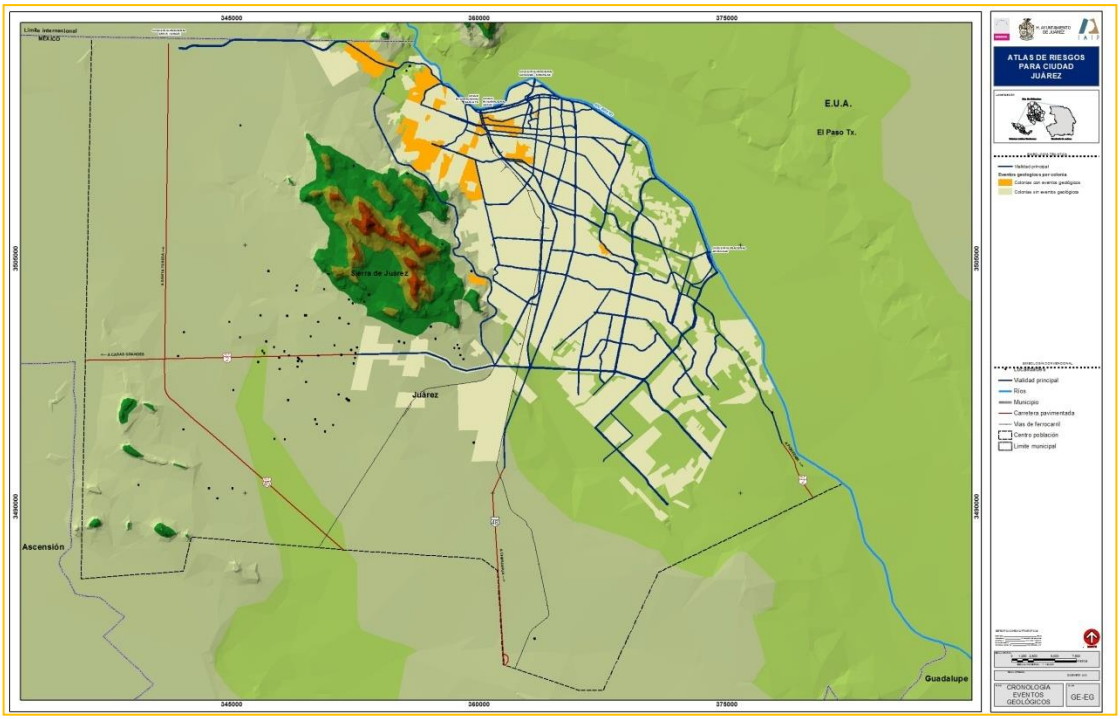


Figura VI.2.2.(1) Mapa de eventos geológicos históricos registrados en medios de comunicación.

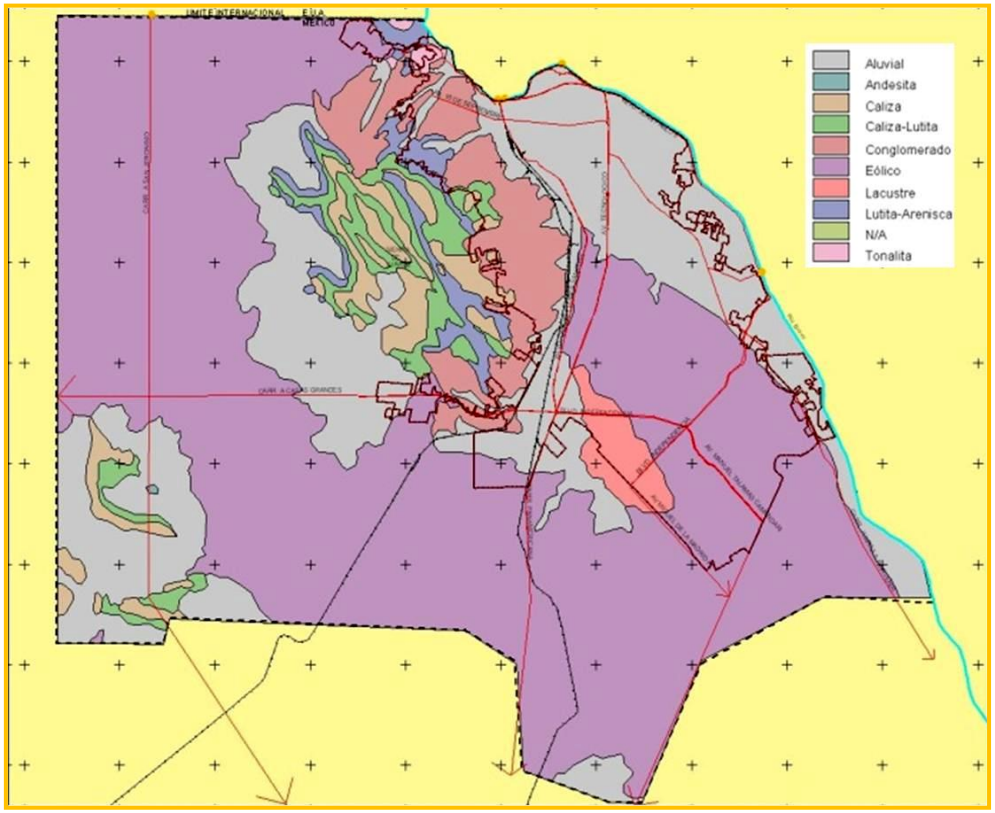
VI.2.3. Identificación de riesgos geológicos

Los riesgos geológicos comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta, tanto de origen natural como en el que interviene el ser humano.

El área urbana de Ciudad Juárez, cubre una superficie de 30,052 Has., en tanto que el polígono del Centro de Población abarca 121,974 Has. La geología del polígono que abarca el centro de población (Figura VI.2.3.(1)), presenta formaciones de los periodos Cretácico Inferior (Ki), Cretácico Superior (Ks), Cuaternario superior y Terciario (T). La región, está considerada como una de las más perturbadas tectónicamente del estado de Chihuahua, en virtud del contraste morfo-tectónico y estratigráfico existente entre la Sierra de Juárez y las Montañas Franklin.

En la Sierra de Juárez, al igual que en el resto del estado, se han identificado rocas sedimentarias cretácicas, las cuales predominan, como rocas continentales (conglomerados) y volcánicas de carácter intrusivo (lacolitos y diques) de la edad Terciaria.

Figura VI.2.3.(1) Geología Municipio de Juárez, Chihuahua



Fuente: IMIP elaboración propia con datos de INEGI, 2000. Carta Temática Geológica. Escala 1:250,000

El paquete Cretácico se puede dividir, para efectos del presente estudio, en dos grupos de formaciones geológicas: un grupo de formaciones calcáreas (con contenidos de arcilla, limos y magnesio) o de plataforma marina con profundidades no mayores de los 80 metros. En este grupo destacan dos formaciones del tipo arrecifal, Finlay y Benigno, constituidas por organismos de diferentes especies y que morfológicamente destacan del resto de las formaciones por su color y textura. Por otra parte, se identifica el grupo de formaciones en las que predominan los terrígenos (con contenidos de carbonatos) constituidas por una alternancia de areniscas-calizas y lutitas Esta diferenciación estratigráfica se da básicamente debido al movimiento epirogénico predominante[8] Por otro lado, la parte oriental de la ciudad aledaña al Río Bravo, está asentada sobre suelo eólico depositado en la época Cuaternaria, esta característica se alarga hacia el sureste, siguiendo el curso del propio río.

Principal Rasgo Geológico en la Zona

[8] IMIP, 2006, Cit. Manifiesto de Impacto Ambiental Libramiento Camino Real 2006.

El principal rasgo geomorfológico y geológico de Ciudad Juárez es la Sierra de Juárez, en cuyas estribaciones se localizan 58 colonias, en las cuales las condiciones naturales conforman un escenario de Riesgo Geológico, dada la conjunción tanto de elementos de Peligro (Hazard) geológico y vulnerabilidad. Estas colonias se encuentran en el área más onerosa en cuanto a dotación de servicios debido a las pendientes topográficas que presentan. La evolución de los asentamientos en cuanto a crecimiento parte de la autoconstrucción de vivienda.

Su identificación en la mancha urbana corresponden a las siguientes: Puerto Anapra, Lomas de Poleo, Rancho Anapra, La Conquista, Ampliación Felipe Ángeles, Ampliación Ladrillera, Ladrillera Juárez, Sara Lugo, Felipe Ángeles, La Mesita, Francisco Villa, Insurgentes, Josefa Ortiz de Domínguez, Lázaro Cárdenas, **Chihuahua (norponiente),** Francisco Sarabia, Puerto La Paz, Siglo XXI, Renovación 92, Fronteriza, **Estrella del Poniente,** Francisco I. Madero, Luis Echeverría, San Felipe El Real, **16 de Septiembre,** Ampliación Fronteriza, Ampliación Plutarco E. Calles, Plutarco E. Calles, Guadalajara, Álvaro Obregón, Gustavo D. Ordaz, Adolfo L. Mateos, Mariano Escobedo, **Hermenegildo Galeana,** Nueva Galeana, Burócrata Municipal, Ricardo Flores Magón, Libertad, Palo Chino, Predio Los Ojitos, Vista Hermosa, Socosema, Morelos, 6 de Mayo, Pánfilo Natera, Lomas de Morelos, Granjas de Chapultepec, Ladrilleros y Caleros, Santa María, Las Flores, 6 de Enero, 1 de Septiembre, Ciudad Moderna, 1 de Septiembre Ampliación, La Cementera, Toribio Ortega, Cereso y Cd. Militar, Granjas Unidas y Barrio Nuevo. Dichas colonias se ubican en zonas potenciales de riesgo que varía de medio a bajo, debido a que se encuentran localizadas en una zona donde los factores geológicos (como las condiciones del relieve y los tipos de suelo que subyacen en la zona), no son ideales para los asentamientos humanos, por lo que se ven afectadas especialmente al sumarse los factores hidrometeorológicos.

Bajo estas condiciones se han presentado múltiples desastres como los que se reseñan en el registro histórico de peligros geológicos donde se menciona el caso de las colonias 16 de Septiembre, la Chihuahua, la Hermenegildo Galeana y Estrella del Poniente (también conocida como Juanita Luna), las cuales han sufrido deslaves o deslizamiento de ladera debido a que los materiales que subyacen en el lugar son suelos deleznables y susceptibles a erosión laminar.

Aunado a esto, el crecimiento demográfico ha demandado la construcción de infraestructura vial a través de la Sierra de Juárez, como es el caso de la vialidad periférica Camino Real, necesaria para comunicar los extremos de la ciudad.

La obra constructiva del Camino Real requirió el practicar cortes sobre terrenos originalmente considerados como Conglomerados Terciarios, cuyos materiales son asociados a rellenos de tipo aluvial depositados sobre las estribaciones de los macizos rocosos calizos que conforman la Sierra de Juárez. Sin embargo, una vez realizada la obra se advirtió que el escenario geológico era mucho más complejo que lo esperado. La ejecución de las obras sin el estudio a detalle de la conformación geológica de la sierra, dio como resultado una serie de factores condicionantes adversos para la edificación de obra civil, tales como alteraciones de contacto, presencia de intrusivos, fallas geológicas, fracturamientos y discontinuidades extensas y litologías débiles. Esta problemática se agudizó ante el efecto de los procesos de meteorización que han ocasionado que una cantidad importante de derrubios invadan la vialidad del Camino Real.

Como resultado de las observaciones de campo y el reconocimiento geológico de las áreas colindantes con la sierra, se identificaron las áreas con mayor potencial de riesgo geológico, mismas que se muestran en la Imagen VI.2.3.(1).:

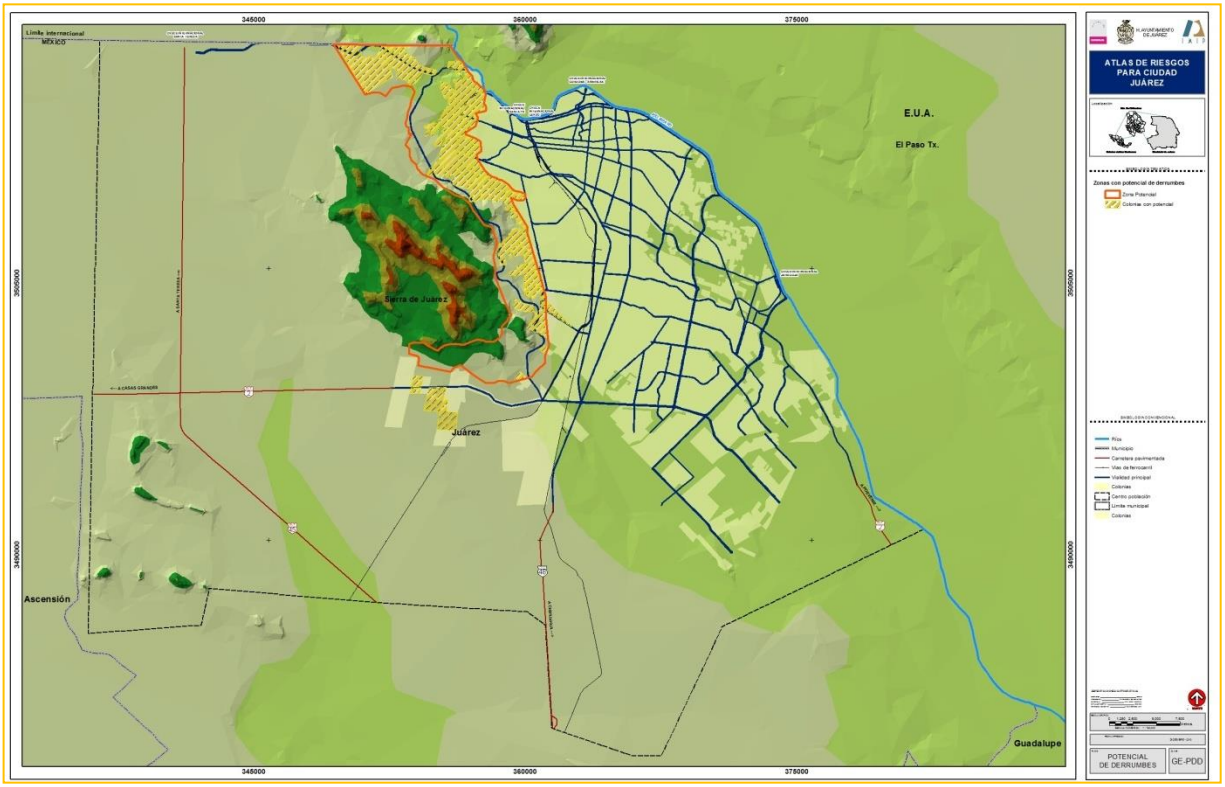


Imagen VI.2.3.(2) Mapa con Zonas Potenciales de Riesgo Geológico

VI.2.3.1. Métodos de Identificación

A.- Fundamentación Metodológica

Los peligros de naturaleza geológica pueden clasificarse como condicionantes y desencadenantes (González de Vallejo et al., 2004). Los factores condicionantes son los siguientes:

- **Estructura geológica.-** Presencia de fallas y familias de discontinuidades.
- **Contactos Litológicos y Estratigrafía.-** Zonas de contacto, litologías débiles, presencia de rocas intrusivas.
- **Hidrogeología.-** Nivel freático y permeabilidad.
- **Propiedades Físicas.-** Resistencia de los materiales.

En tanto que los factores desencadenantes son los siguientes:

- **Climatológicos.-** Periodos de retorno de eventos hidrometeorológicos.

- **Cambios en las Condiciones Hidrogeológicas.-** Variaciones del nivel freático, permeabilidad, transmisividad.
- **Aspectos geométricos.-** Variaciones en la geometría de los estratos (estabilidad de taludes).
- **Reducción en los Parámetros Resistentes.-** Condiciones que cambien a la baja las capacidades mecánicas de las litologías.

Susceptibilidad Geológica - **Definición**

Existen diferentes niveles de detalle en estudios geológicos concernientes a evaluar el riesgo por procesos o fenómenos geológicos. Conforme a la metodología actual (González de Vallejo et al., 2002) existen mapas de Inventario Geológico, de Susceptibilidad Geológica, de Peligrosidad Geológica y de Riesgo Geológico.

El mapa de *Inventario Geológico* es una recopilación e integración de datos publicados y de trabajos de campo, cuyos registros permiten generar un censo o archivo de los procesos geológicos, observados e imperantes en una zona determinada de estudio. En este tipo de estudio, el terreno es simplemente zonificado de forma cualitativa en términos de las afectaciones asociadas a procesos o eventos geológicos.

El mapa de *Susceptibilidad Geológica* utiliza como base el inventario generado durante la recopilación y actividades de campo para clasificar e incluir de forma puntual y precisa los factores geológicos condicionantes tales como litología, estratigrafía, resistencia mecánica, fallas geológicas etc., con el propósito de evaluar la susceptibilidad del terreno en base a factores geológicos pre-existentes en el área de estudio.

El mapa de *Peligrosidad Geológica*, incluye no solo los factores condicionantes, sino los desencadenantes, tales como: lluvias extremas, efectos antropogénicos, sismicidad natural e inducida, etc. La siguiente etapa en este tipo de estudio, consiste en realizar un análisis estocástico que evalúe la probabilidad de ocurrencia de eventos o procesos geológicos desencadenantes. La peligrosidad se determina en base a la formula (II.1) (Gonzáles de Vallejo et al., 2002):

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{t} \quad \text{.....} (II.1)$$

Donde ***P*** es la peligrosidad o probabilidad de ocurrencia, ***T*** es el periodo de retorno del evento desencadenante, ***t*** es el tiempo de vida de la obra de infraestructura.

Finalmente, el Riesgo Geológico implica el entendimiento del daño cuantificado que puede provocar un evento geológico, definido éste como un acontecimiento o proceso geológico. La cuantificación del daño en base a su impacto socioeconómico puede calcularse con diversas formulas (Ayala y Peña, 1989):

$$I.R.G = \mathrm{P}x\nu xV.....(II.2)$$

Donde ***I.R.G*** es el índice de Riesgo Geológico, ***P*** es la frecuencia de ocurrencia o Peligrosidad, **v** el índice de vulnerabilidad y ***V*** el costo de las obras vulnerables.

En este estudio solo se mencionan los factores de susceptibilidad, y en una etapa posterior deberán dimensionarse las afectaciones a través de un Análisis de Riesgo o Costo Beneficio socioeconómico en el que se considere la relación (II.1).

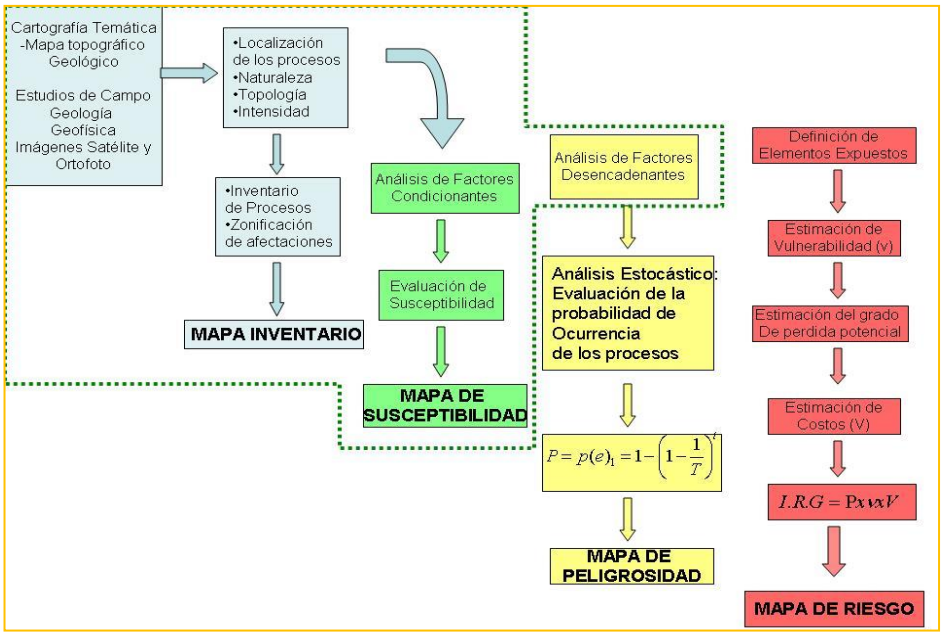


Figura VI.2.3.1.(1). Definición de Inventario, Susceptibilidad, Peligrosidad y Riesgo Geológico. (Modificado de González de Vallejo et al., 2002).

VI.2.4. Fallas y fracturas - Peligros

En geología, una falla es una discontinuidad que se forma por fractura en las rocas superficiales de la Tierra (hasta unos 200 km de profundidad) cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano. El movimiento causante de la dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. Así pues, las fallas geológicas, son fracturas que separan bloques con movimiento relativo entre ellos. Las fallas se clasifican en función del tipo de desplazamiento, en fallas normales, inversas y de transcurrencia. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal.

En el Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Juárez elaborado en el 2005, las fallas y fracturas se documentaron en los mapas MCJ 16 donde se identificaron las colonias afectadas por eventos geológicos y en mapa MCJ17 las fallas identificadas principalmente en las estructuras montañosas, con fallas normales en dirección NW-SE, una falla inversa con orientación W-E y otros rasgos geológicos como anticlinales, sinclinales y echados de 10º a 80º. Algunos de estos rasgos estructurales fueron identificados dentro de la mancha urbana que atraviesan o se localizan en alguna porción de las siguientes colonias: Fronteriza, 16 de Septiembre, Chihuahua y Ampliación Plutarco Elías Calles, tienen influencia de una fractura; las colonias Ampliación Plutarco Elías Calles, Ampliación Fronteriza, Estrella del Poniente, Tarahumaras, Gustavo Díaz Ordaz, Adolfo López Mateos, Mariano Escobedo, Nueva Galeana y Hermenegildo Galeana, tienen influencia de una falla inversa. Estas colonias en relación a las fallas identificadas presentan un nivel de riesgo que varía de medio a bajo como se define mas adelante.

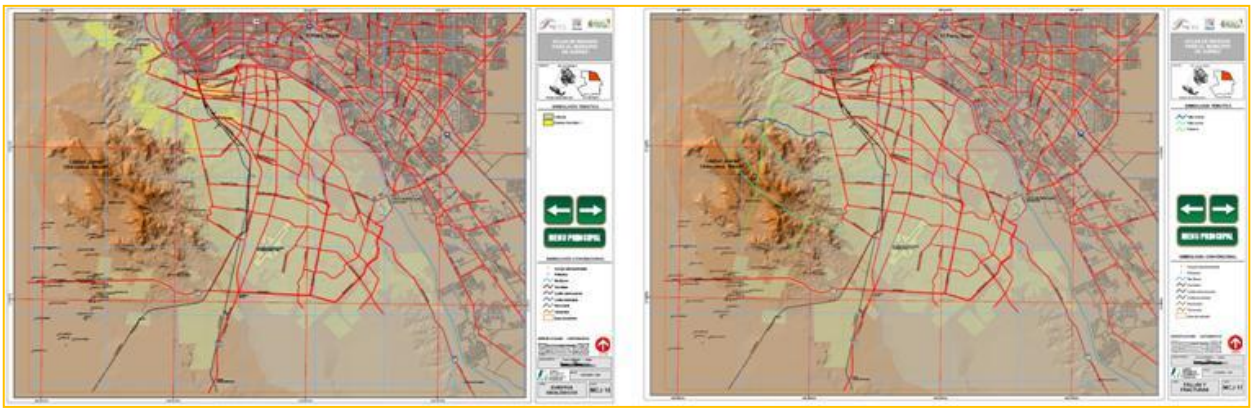


Figura VI.2.4.(1) Fallas y Colonias que son afectadas por Fallas y Fracturas identificadas

Con trabajo de campo se verificaron cuatro puntos específicos de estos rasgos geológicos, buscando que estuvieran dentro de la mancha urbana o aledaños, ubicándolos por medio de las coordenadas geográficas (ver tabla VI.2.4.(1)).

En cada uno de los puntos se tomó una muestra de suelo tanto superficial como a un nivel más profundo para realizar pruebas físicas del material, dando como resultado que son suelos someros, deleznables y susceptibles a la erosión laminar. Ver fotos VI.2.4. (1) a la (12).

Tabla VI.2.4.(1) Puntos de muestreo de fallas y fracturas

Punto	X_Coord	Y_Coord	Colonia
1	354949.86	3510022.24	Entre Tarahumaras y Amp. Plutarco E. Calles (sur)
2	355191.35	3511381.28	16 de Septiembre (norte)
3	357269.57	3508925.84	Mariano Escobedo (Sur)
4	357350.66	3508908.21	Mariano Escobedo (Sur)
5	358242.58	3509135.60	Nueva Galeana

Fuente: IMIP, 2005.

Punto 1. Descripción fotográfica de Col. Ampliación Plutarco Elías Calles



Foto VI.2.4.(1).- Toma de muestra. Foto (2)- Vista norte. Foto (3)- Vista sur.

Punto 2. Descripción fotográfica de Col. 16 de Septiembre



Foto (4)- Toma de muestra. Foto (5)- Vista norte Foto (6)- Vista sur.

Punto 3. Descripción fotográfica de Col. Mariano Escobedo



Foto (7)- Toma de muestra. Foto (8)- Vista norte. Foto (9)- Vista sur.

Punto 4. Descripción fotográfica de Col. Nueva Galeana



Foto (10)-Toma de muestra. Foto (11)- Vista norte Foto (12)- Vista sur.

(Fuente: IMIP-Atlas 2005)

Los nuevos estudios realizados en el 2010 para detectar fallas o fracturas en la ciudad, se realizaron a un nivel 4 de detalle en colaboración con investigadores de Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, lo que ha permitido no solo llevar a cabo reconocimientos de campo en nuevas áreas, sino también realizar la verificación de fallas que ya habían sido inferidas por

algunos investigadores. El resultante de estos trabajos viene a complementar y actualizar la información concerniente a este importante apartado sobre las condiciones geológicas prevalecientes, dando principal énfasis a los puntos identificados como de mayor riesgo potencial, así como las aéreas localizadas geográficamente en las estribaciones de la Sierra de Juárez. Los trabajos realizados en cada nivel así como el resultado obtenido en los mismos se detallan a continuación:

VI.2.4.1. Metodología

A) Análisis -Nivel 1

Para el análisis se identificaron las áreas en las cuales se observó la presencia de fallas y/o fracturas. La metodología consistió tanto en la recopilación de información existente: reportes de prensa y versiones previas del Atlas de Riesgos Naturales de Ciudad Juárez, así como en la información obtenida mediante reconocimientos de campo y entrevistas a la población que habita zonas ya documentadas como problemáticas o localizadas en las estribaciones de la Sierra de Juárez.

Los caminamientos para verificación directa, se realizaron tomando en cuenta la información existente y las observaciones durante los recorridos. En el Mapa VI.2.4.(1), se muestran los recorridos de campo y los sitios dentro de la mancha urbana en los que se han identificado evidencias que indican la presencia de fallas y fracturas, así como las vialidades principales, a fin proporcionar una mejor referencia respecto a la ubicación de las áreas estudiadas.

Resultados

La información recabada se posicionó geográficamente mediante GPS portátil en el caso de los recorridos de campo, en tanto que las colonias documentadas en la prensa se filtraron del archivo vectorial de colonias del municipio de Ciudad Juárez para generar así un mapa integrado por las siguientes coberturas temáticas: 1) Puntos de Recorrido de Campo, 2) Colonias afectadas y 3) Vialidades Principales.

Entre las colonias afectadas por fallas geológicas se mencionan las siguientes: 16 de Septiembre, Adolfo López Mateos, Ampliación Fronteriza, Ampliación Plutarco, Chihuahua, Estrella del Poniente, Fronteriza, Gustavo Díaz Ordaz, Hermegildo Galeana, Mariano Escobedo, Nueva Galeana y Tarahumaras. Estas mismas colonias fueron registradas en el Atlas 2005, corroborando dicha información. La información quedo integrada en el mapa de la Figura VI.2.4.1.(1) donde se puede observar que dichas colonias se encuentran en las estribaciones de la Sierra de Juárez y donde la vialidad Camino Real funciona como el delimitador de la traza urbana.

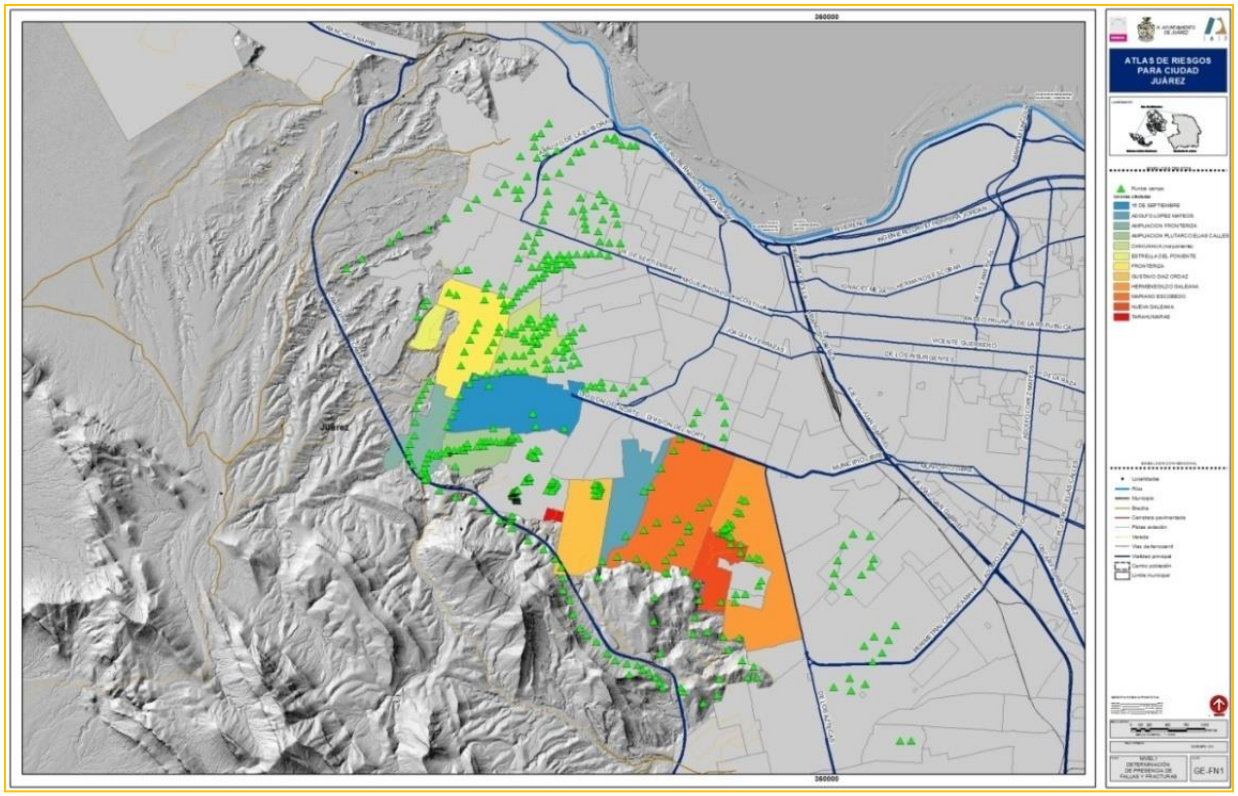


Figura VI.2.4.1.(1). Presencia de fallas y fracturas en colonias cercanas a la Sierra de Juárez. Los puntos verdes representan los recorridos de campo, los polígonos en color representan colonias en los cuales se ha observado la presencia de fallas. Los polígonos en color café representan el resto de colonias en los cuales no se ha identificado la presencia de fallas.



Como evidencia se consideraron los desplazamientos evidentes en las estratificaciones, en macizos rocosos, en guarniciones y banquetas, bardas etc. (Fotos VI.2.4.1.(1))

Fotos VI.2.4.1.(1). Desplazamientos observados en el recorrido de campo.

B) Análisis - Nivel 2

Determinación del fenómeno Perturbador

En este nivel se compiló y se realizó un diagnóstico en base toda a las siguientes temáticas: Geología regional y local, Tectónica, Sismicidad, Suelos, Geotecnia y Topografía, material que fue obtenido tanto en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, como de la Universidad de Texas en EL Paso, en la delegación del INEGI y el propio IMIP

Para la identificación de este concepto, se realizó mediante el apoyo de diversas capas temáticas el mapeo sistemático de las fallas y fracturas identificadas tanto en estudios previos como en el caminamiento de campo. Primeramente se rasterizó el mapa geológico de Sierra de Juárez de Drewes y Dyer (1993). Las fallas identificadas en este mapa se digitalizaron individualmente como poli líneas para posteriormente integrarse en un solo archivo vectorial. Posteriormente, se generó un SIG con las siguientes coberturas temáticas:

a. Fallas identificadas en la Sierra de Juárez.
b. Fallas Camino Real
c. Fallas Cuaternarias del Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S.G.S.).
d. Vialidades Principales.
e. Colonias localizadas en las estribaciones de la Sierra de Juárez.

Resultados

El mapa resultante Figura VI.2.4.1.(2), muestra que las fallas localizadas en la Sierra de Juárez son principalmente un factor de susceptibilidad ya que no afectan directamente a las colonias. Sin embargo, para la obra civil “Vialidad Camino Real” este sistema de fallas sí se constituye como un factor de riesgo geológico, dado que la localización del mismo lo coloca en una situación de vulnerabilidad.

En el análisis referente al recorrido de campo se observa que solo algunas colonias están en situación de riesgo geológico. Con respecto a las fallas cuaternarias propuestas tanto por el U.S.G.S. como por Hawley et al, no se identificaron rasgos evidentes en campo que manifiesten la actividad reciente de este sistema de fallas. En este nivel de análisis además de las colonias 16 de Septiembre, Adolfo López Mateos, Ampliación Fronteriza, Ampliación Plutarco Elías Calles, Chihuahua, Estrella del Poniente, Fronteriza, Gustavo Días Ordaz., Hermenegildo Galeana, Mariano Escobedo, Nueva Galeana y Tarahumaras, se identificaron 12 colonias ubicadas en la falla cuaternaria que corre de norte a sur al centro de la mancha urbana. Dichas colonias corresponden a: Bellavista, Barrio alto, Vicente Guerrero, Monterrey, Mariano Escobedo Hermenegildo Galeana, Nueva Galeana, Bella Provincia, Palo Chino, Predio Los Ojitos, Pánfilo Nátera, y Granjas Unidas. De estas colonias 3 de ellas presentan afectación por el paso de dos fallas como son la Mariano Escobedo, Hermenegildo Galeana y Nueva Galeana. En la Figura VI.2.4.1.(2) se puede observar todas las fallas identificadas en la Sierra de Juárez así como las fallas de edad cuaternaria identificadas por el U.S.G.S.

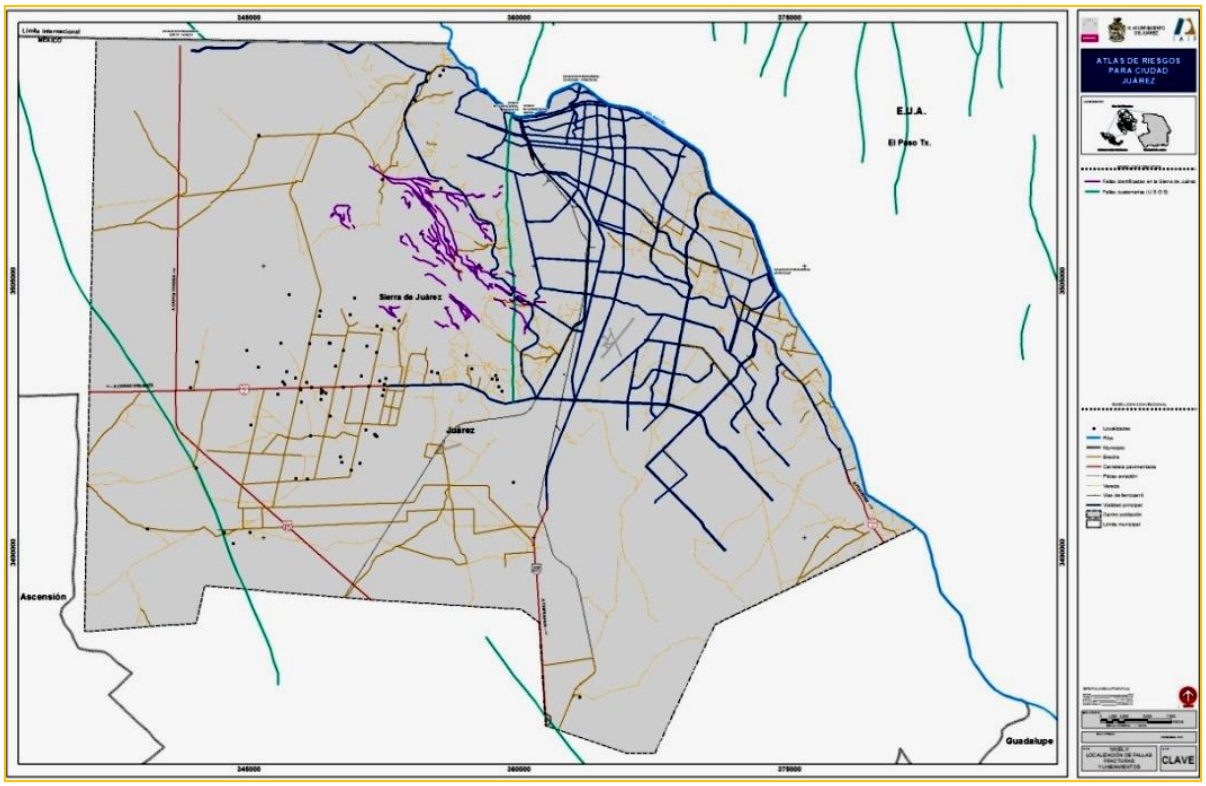


Figura VI.2.4.1.(2) Fallas identificadas en la Sierra de Juárez Nivel 2 de Análisis, incluye fallas de edad cuaternaria identificadas por el U.S.G.S (color verde).

Análisis - Nivel 3

1. Determinación del origen del sistema perturbador (fallas – fracturas)

En este nivel se compiló y se realizó un diagnóstico en base a las siguientes temáticas: Geología Regional y Local, Tectónica, Sismicidad, Suelos, Geotecnia y Topografía, tomando como base la información de INEGI y la geología detalle, dando como resultado el Mapa de Fallas y Fracturas Nivel III (GE-FN3) que se muestra en la Figura VI.2.4.1.(3):

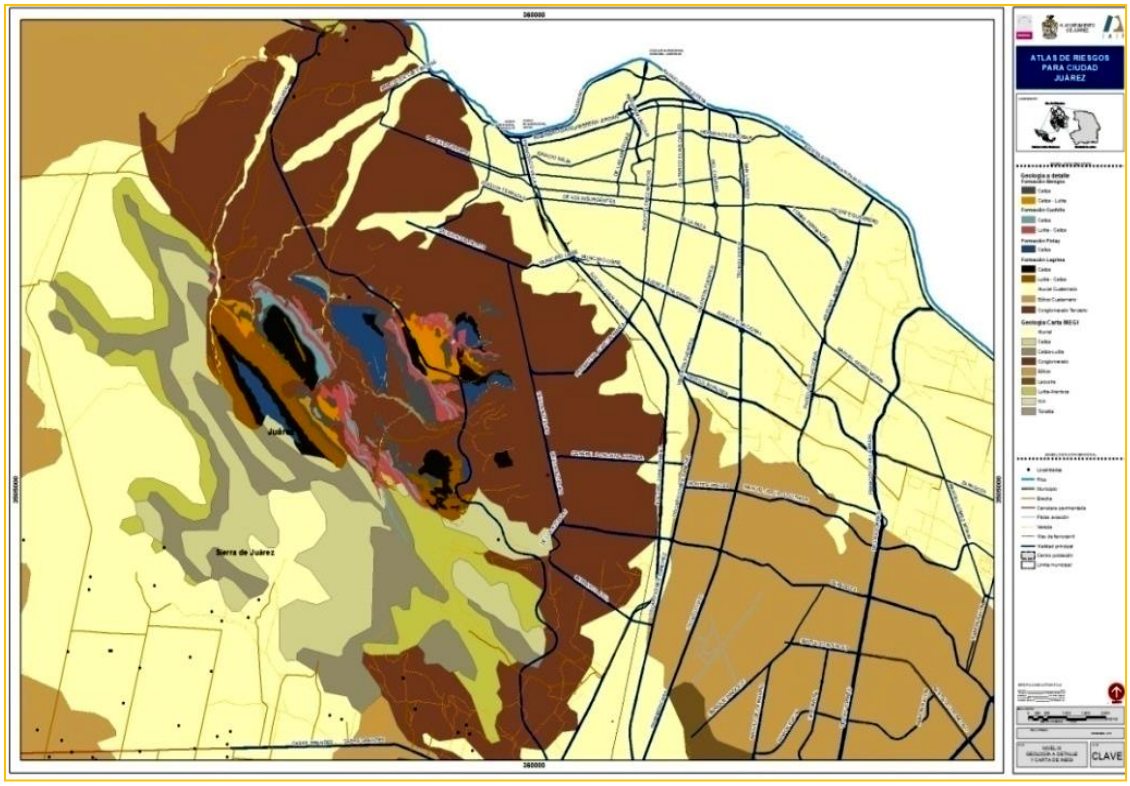


Figura VI.2.4.1.(3). Mapa de fallas y Fracturas Nivel III, para la zona de estudio de Cd. Juárez, Chih.

La información obtenida en este nivel de análisis permitió conocer principalmente la estratigrafía del área de estudio la cual presenta planos de estratificación entre unidades estables (calizas de estratificación gruesa) e inestables (calizas de estratificación delgada y plegadas) y unidades sedimentarias granulares (arcillas, lutitas, conglomerados), se consideran como zonas que han sido debilitadas como consecuencia de los procesos diagenéticos y tectónicos que resultaron en la formación de la Sierra de Juárez en el Cretácico Inferior (Drewes y Dyer 1993) además del efecto de intemperismo ocasionado por la actividad meteórica (Monroe y Wicander 1997).

Cabe mencionar que el crecimiento demográfico ha demandado la construcción de infraestructura vial a través de la Sierra de Juárez, como la vialidad periférica Camino Real, necesaria para comunicar los extremos de la ciudad. Las obras para la construcción de la vialidad, agudizó los procesos de meteorización ocasionando que una cantidad importante de derrubios invadan la vialidad periférica Camino Real, como sucedió en el Mirador Hidalgo según puede observar en las Fotos VI.2.4.1.(2) a continuación:





Fotos VI.2.4.1.(2) Deslizamiento de material en Mirador Hidalgo

Análisis - Nivel 4

Estudios del Subsuelo por métodos indirectos

Consistieron en estudios gravimétricos y 3 tomografías eléctricas (TER) resistivas para determinar la profundidad de las fallas estructurales a diferentes profundidades. Estas últimas se efectuaron dos en la intersección de las calles Ignacio Mejía y Ocotillo donde se presentaron problemas de asentamiento de un muro de contención y una en la terraza del talud del Mirador Navojoa. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

- **Levantamiento Gravimétrico**

La gravimetría, fue aplicada para la localización y caracterización de fracturas, fallas estructurales a diferentes profundidades, profundidad de la roca caliza, así como discontinuidades en el paquete estratigráfico. Esta metodología consiste en efectuar mediciones a las perturbaciones locales del campo gravimétrico de la Tierra. Tales perturbaciones son consecuencia de los materiales presentes en el subsuelo, ya que estos tienen valores en densidad diferente, que ocasionan variaciones en el campo gravimétrico local sobre la superficie, como consecuencia de la atracción mutua entre estos cuerpos. El método de gravimetría es capaz de detectar la geometría y profundidad de las fuentes o masas que registran los cambios en el campo gravitacional.

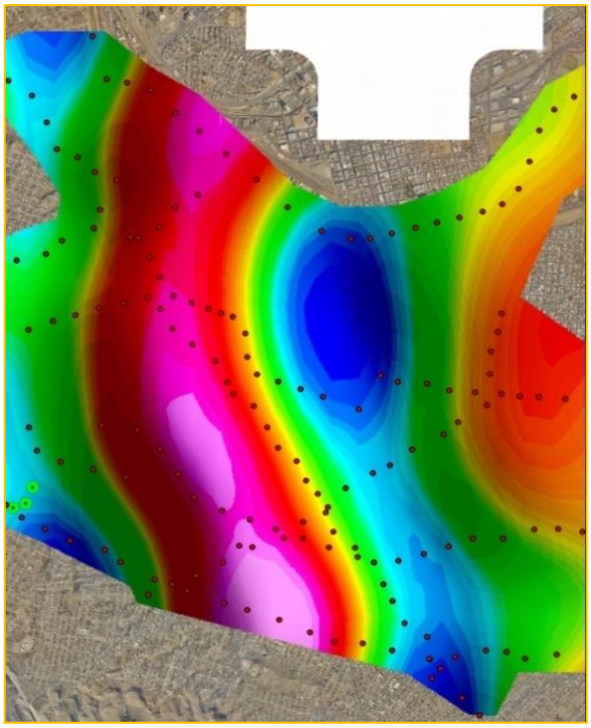


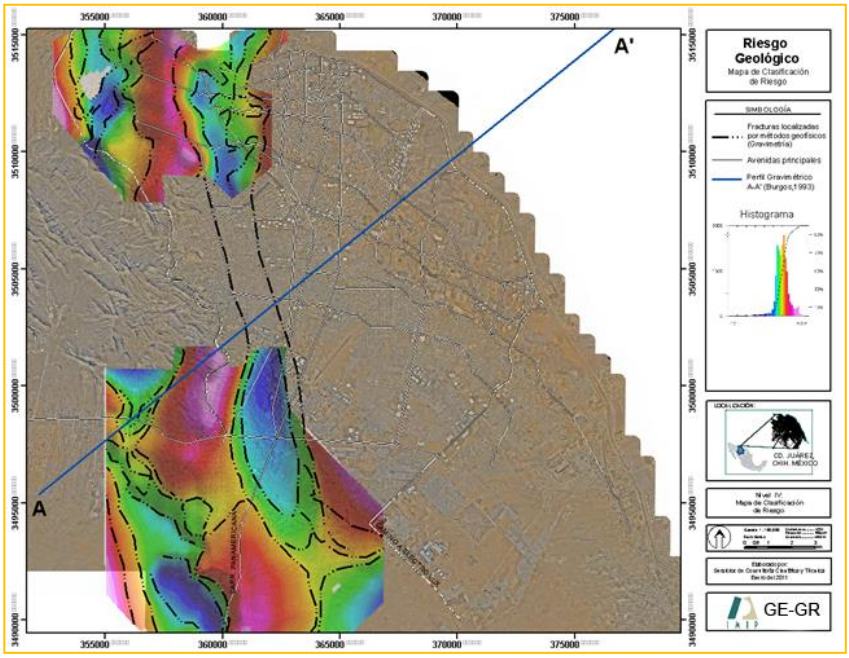
Figura VI.2.4.1.(3) Mapa de puntos del Levantamiento gravimétrico. (Fuente: UACJ)

Para este estudio, se reproceso la base de datos gravimétrica levantada por la Universidad de Texas en El Paso (UTEP). La densidad de puntos es de cada 500 metros y el objetivo fue el de determinar la localización y caracterización de fallas estructurales a diferentes

profundidades. La figura VI.2.4.1.(3), muestra el espacio urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua, a la vez que los puntos referentes de la gravimetría realizada.

A la fecha solo se han integrado los resultados del re-procesamiento de la base de datos gravimétrica de Burgos (1998) y [9]Ávila, Dena y Doser (Sin publicar).

El resultado de la anomalía residual generada a partir de la separación de campos de la Anomalía de Bouguer corregida con densidad de 2.67 g/cc muestra la presencia de dos anomalías distintivas. VI.2.4.1.(4). La información para la elaboración de este mapa no esta disponible ya que es propiedad de UTEP y no ha sido publicada, solo se anexa como imagen para complementar lo descrito en dicho análisis.



Mapa de Gravedad Residual

Figura VI.2.4.1.(4) Prueba gravimétrica en Cd. Juárez, Falla East Franklin Mountain Fault
(Fuente: Avila, Dena y Doser)

El lineamiento localizado más al oeste que se interpretó como dos fallas geológicas posiblemente asociadas con la falla de la East Franklin Mountain Fault (EFMF), localizada al norte de la ciudad y en territorio estadounidense. En tanto que la anomalía localizada al este de la cobertura de la información se asocio con un intrusivo ígneo dado que esta anomalía es también observada en la carta magnética de Ciudad Juárez del Servicio Geológico Mexicano.

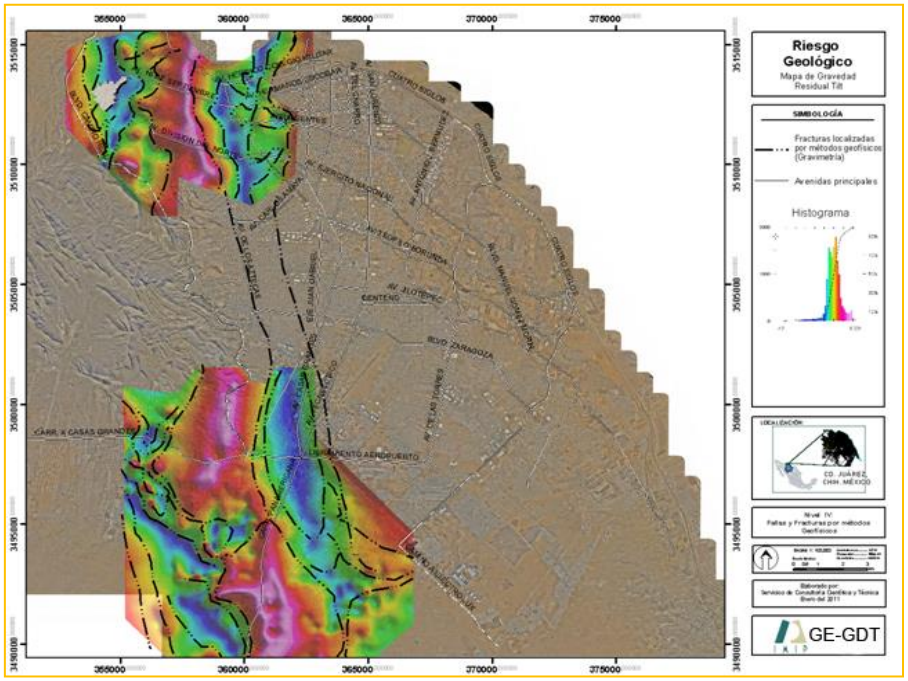
De los hallazgos obtenidos, el más importante es sin duda la anomalía o lineamiento asociado con la EFMF, dado que esta falla es de edad Cuaternaria (GeoHAz, 2006) con desplazamientos de hasta 0.18 mm/año (GeoHaz, 2006).

Finalmente al mapa de potencial gravimétrico se le aplicó la Derivada Total Tilt (Figura VI.2.4.1.(5)) para resaltar los gradientes y permitir ubicar con mayor precisión los lineamientos asociados posiblemente con fallas geológicas. Para el producto final se cruzo la información geofísica con el mapa de pendientes, se observo que el cambio de inclinaciones de 10 a 5

[9] Dena Ornelas, Oscar y Avila Amaya, Victor. Investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

grados, coincidía geográficamente con la expresión superficial de la falla inferida geofísicamente asociada con el EFMF.

Por lo que se concluyó que este cambio de relieve topográfico, obedece más a una génesis de carácter neotectónico, más que a procesos de sedimentación. Es decir, la falla EFMF cruza la ciudad de norte a sur tal como se observa en la configuración de tonos de color de la Figura VI.2.4.1.(5). Al igual que la imagen anterior, la información para la elaboración de este mapa no esta disponible ya que es propiedad de UTEP y no ha sido publicada, solo se anexa para complementar lo descrito en dicho análisis.



Mapa de Gravedad Derivada Total TILT

Figura VI.2.4.1.(5) Mapa de gravedad Residual Tilt para localización de fracturas, fallas y lineamientos. (Fuente: Fuente: Avila, Dena y Doser)

Para estimar la profundidad del basamento y mecanismo de falla de los lineamientos observados en el mapa de anomalía residual se modelo con el paquete GMSYS el perfil A-A' Figura VI.2.4.1.(6), el cual muestra que el basamento de roca caliza se encuentra hasta los 350 metros en la parte SO del perfil. Así mismo se corrió una deconvolución de Euler, con Índice estructural de 1 y el resultado fue que las fuentes del potencial gravimétrico están a más de 200 m de profundidad.

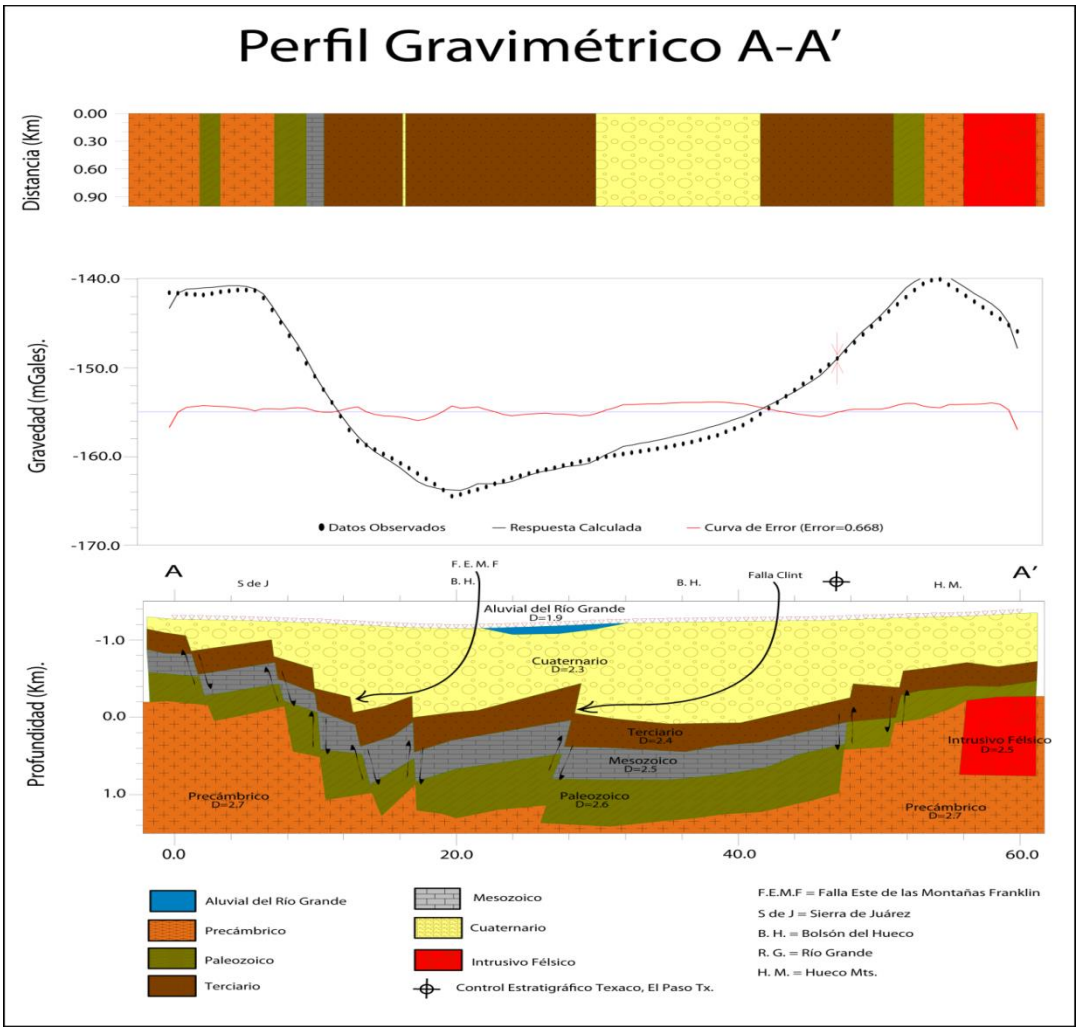


Figura VI.2.4.1.(6). Modelo 2D del perfil gravimétrico A-A'.(Fuente: Avila, Dena y Doser)

Asimismo se detectó que esta Falla EFMF (East Franklin Mountain Fault), al ingresar en la mancha urbana de Ciudad Juárez, corta transversalmente algunas estructuras hidráulicas que sirven para la regulación de avenidas pluviales, siendo algunas de ellas de importancia, dado los volúmenes que son capaces de captar y almacenar de manera temporal, las estructuras identificadas son la Alcantarilla Miguel Ahumada, el Bordo Palo de las Flores, el Dique de la Trituradora con una capacidad de almacenamiento de 132,900 m³ y el Bordo Santa Elena con capacidad para 104,000 m³.; es importante mencionar que la falla EFMF tiene un desplazamiento anual calculado en 0.18mm/año. De la misma manera se infiere una segunda falla contigua.

En el caso que se ha mencionado del Dique Santa Elena I y Fluorex, respecto a que estos se ubican en la línea de ocurrencia de la **Falla EFMF** (East Franklin Mountain Fault), fue posible detectar que es muy profunda, y los estudios por el método de gravimetría, no permite ver si hay desplazamientos en los sedimentos. Sin embargo si fue posible al verificar su trayectoria con respecto a su posición geográfica, que solo el Dique Santa Elena I, coincide con el trazo inferido. El modelo elaborado describe la posición de ambos diques, pudiéndose

corroborar la geología estructural que subyace a dichas estructuras hidráulicas. (Figura VI.2.4.1.(7)).

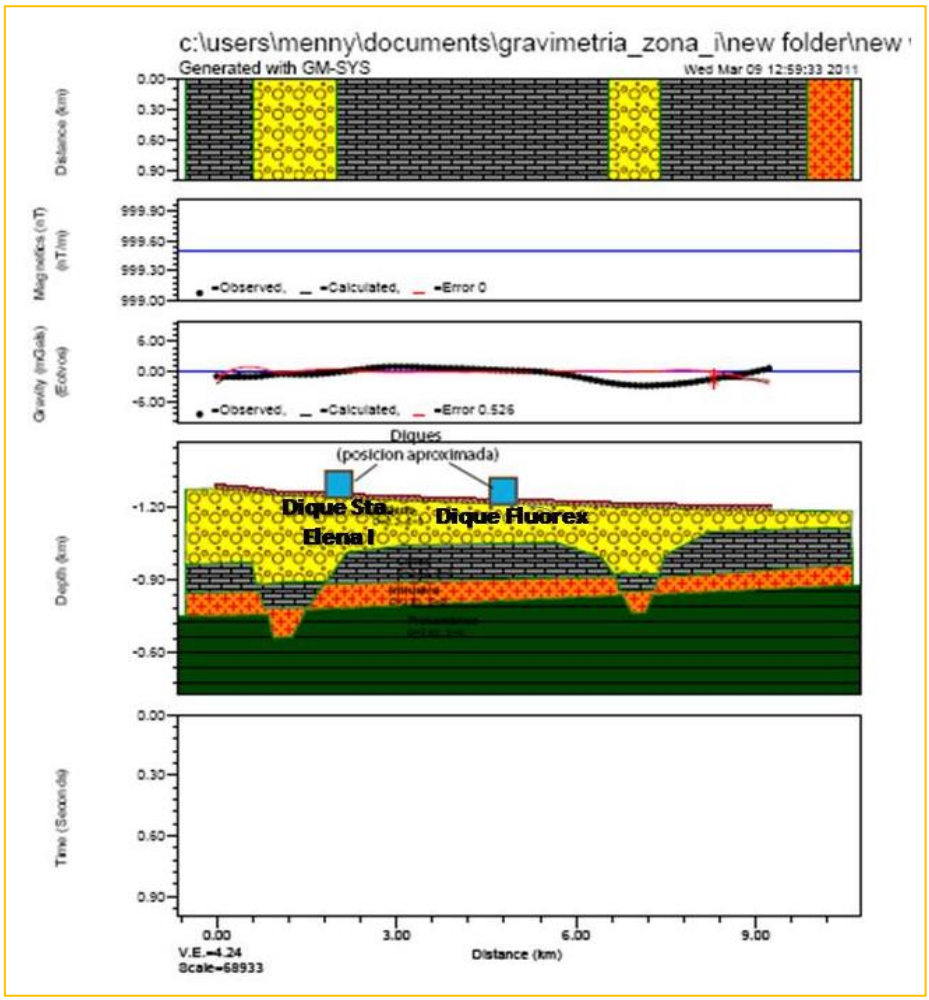


Figura VI.2.4.1.(7). Ubicación de los diques Santa Elena I y Fluorex, respecto a la Falla EFMF (Fuente: Fuente: Avila, Dena y Doser)

Tomografías Eléctricas Resistivas

Una vez que se identificaron las fallas mediante estudios de gravedad se procedió a realizar estudios de Tomografía Eléctrica Resistiva (TER) con el objetivo de determinar la expresión a profundidad somera de estas fallas. Los tendidos tomográficos se realizaron en la zona de la intersección de las calles Ocotillo e Ignacio Mejía (Figura VI.2.4.1.(8)), dado que previamente se habían identificado por personal del IMIP la presencia de derrumbes y fracturamiento en la carpeta asfáltica (Figura VI.2.4.1.(9)).

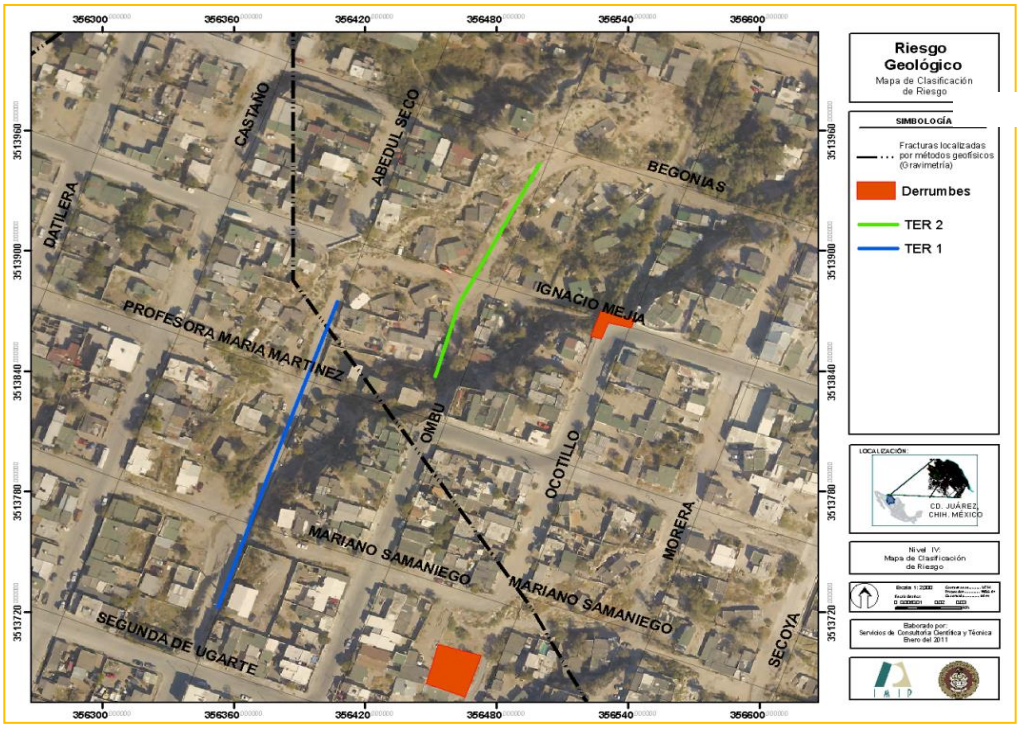


Figura VI.2.4.1.(8) Localización de los tendidos de TER en las calles Ocotillo e Ignacio Mejía.



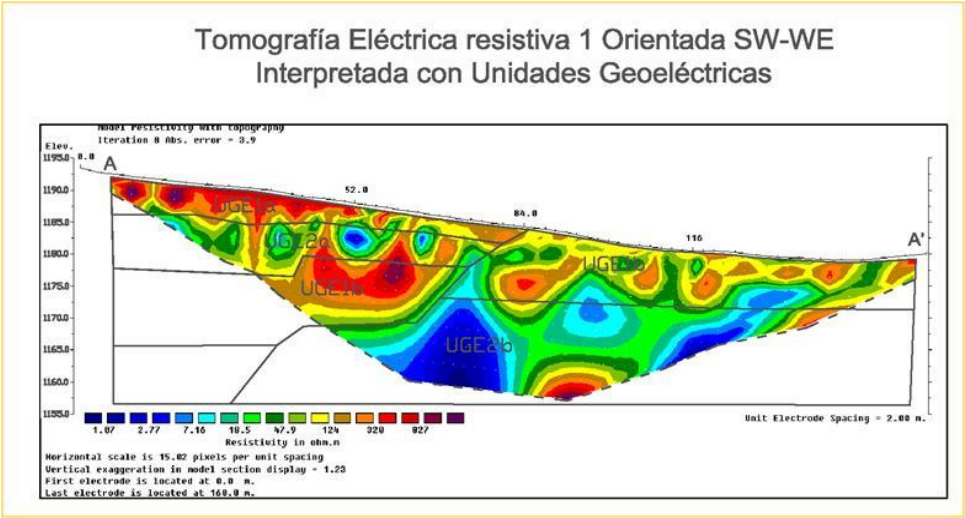
Figura VI.2.4.1.(9) Fotos de derrumbes en cruce de calles I. Mejía y Ocotillo (Fuente: IMIP).

El arreglo utilizado fue el Wenner Alpha lográndose una profundidad máxima de exploración de 27 metros. El resultado de la de la inversión de los datos de campo de la TER1 (Figura VI.2.4.1.(10) (a)) muestra la posible presencia de fallas de tipo normal, dado que los valores resistivos altos asociados con conglomerados se desfasan aproximadamente significativamente. En tanto que el resultado de la TER 2 (Figura VI.2.4.1.(10) (b)) se observa una mayor homogeneidad lateral en las capas.

Sin embargo es importante notar que diferentes modelos geológicos pueden resultar en la misma respuesta geofísica. En este caso, la concordancia entre gravimetría y la TER parece ser consistente con la presencia de una falla de tipo normal con actividad reciente que ha ocasionado desplazamientos en los paquetes de sedimentos.

De ser así, y asumiendo la misma taza de desplazamiento de 0.18 mm/año publicada por GeoHaz (2006), no se considera que la actividad tectónica cuaternaria sea un factor de peligrosidad geológica inminente. Sin embargo, estas fallas deben ser consideradas durante las etapas de diseño de obra civil.

Figura VI.2.4.1.(10) **(a).** Interpretación Lito-estratigráfica del tendido de la TER 1 en zona de la intersección de las calles I. Mejía y Ocotillo



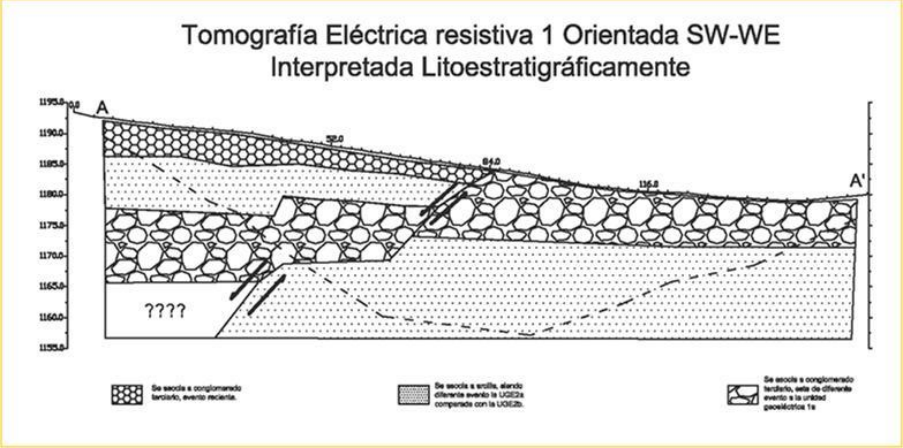
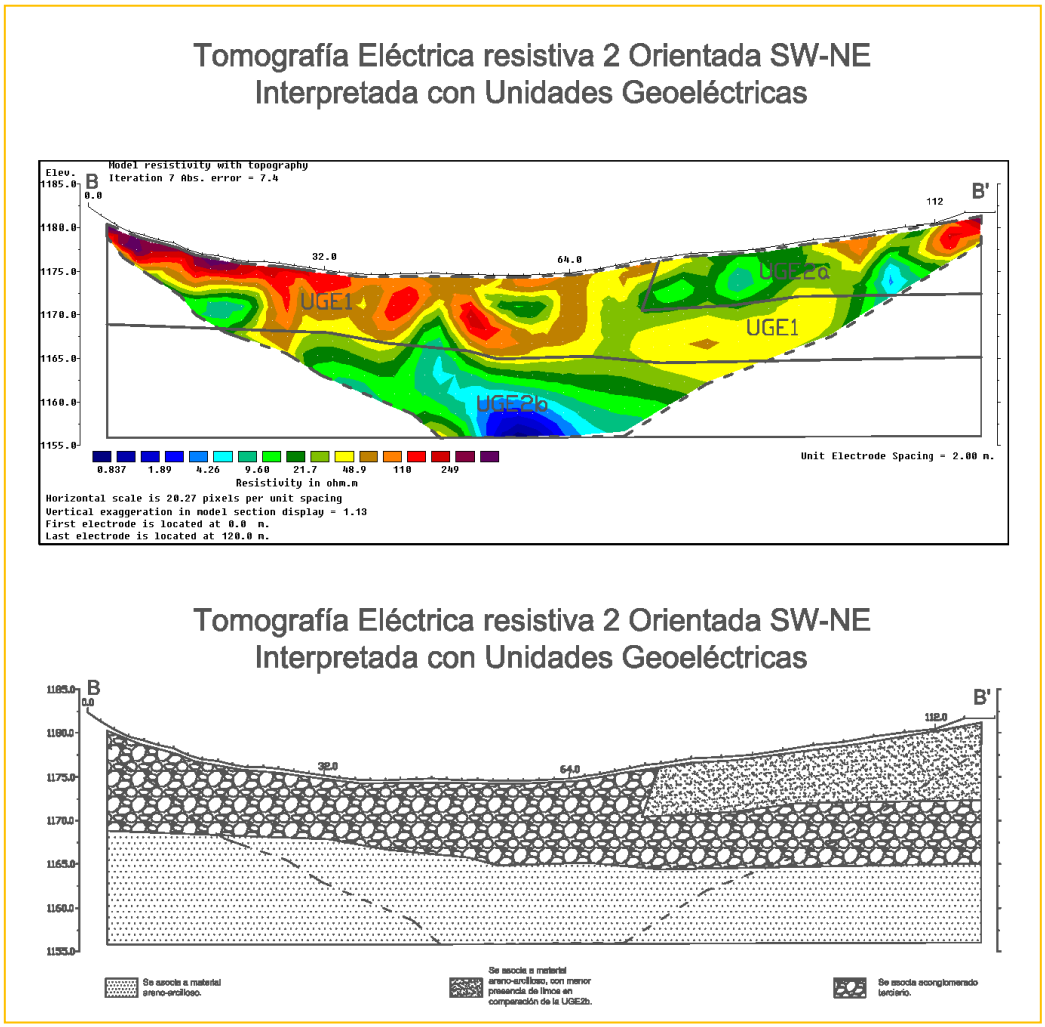


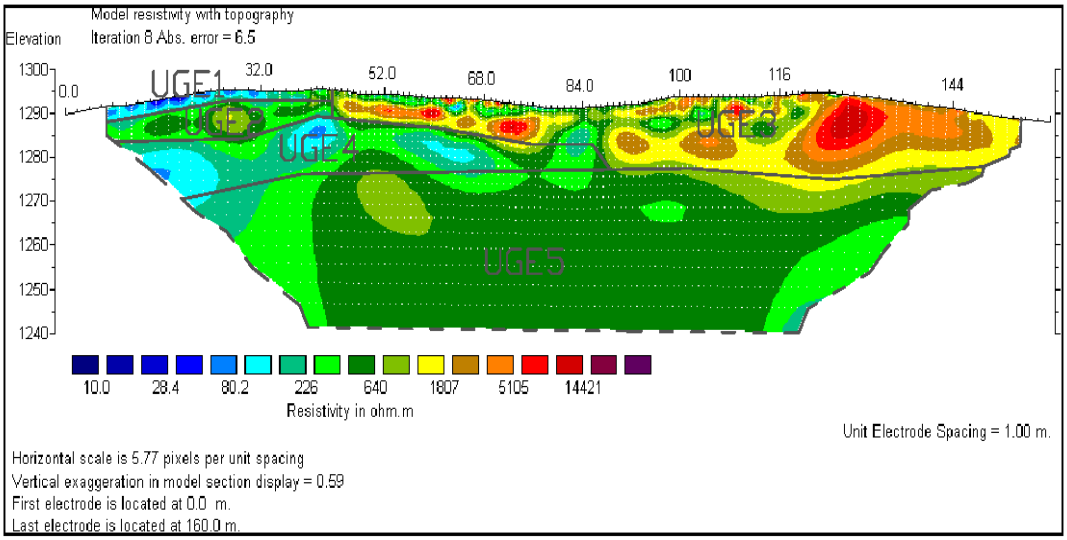
Figura VI.2.4.1.(10) (b) Interpretación Lito-estratigráfica del tendido de la TER 2 en zona de la intersección de las calles I. Mejía y Ocotillo.



La tercera tomografía se realizo en la terraza del talud del Mirador Navojoa para observar la respuesta geoeléctrica. El resultado de la inversión de la TER del mirador Navojoa (Figura VI.2.4.1.(10) (c)) muestra que el paquete sedimentario de este mirador esta soportado por rocas Ígneas y Calizas sanas. Este hallazgo es consistente con la estabilidad observada en la superestructura de este mirador en la cual no se aprecian rasgos indicativos de inestabilidad. Sin embargo, en el área localizada al oeste de este mirador sí se observan cárcavas asociadas con la formación de posibles cuñas de deslizamiento (Figura VI.2.4.1.(10) (d)) . Estos materiales de tipo granular no son nativos y presentan un desplazamiento apreciable. Es decir, es necesario estabilizar la zona localizada al oeste del mirador Navojoa.

Figura VI.2.4.1.(10) **(c).** Interpretación Lito-estratigráfica del tendido de la TER 3 localizado en la terraza del talud del Mirador Navojoa.

Tomografía Eléctrica resistiva 1 Orientada E-W Interpretada con Unidades Geoeléctricas



Tomografía Eléctrica resistiva 1 Orientada E-W Interpretada Litoestratigráficamente

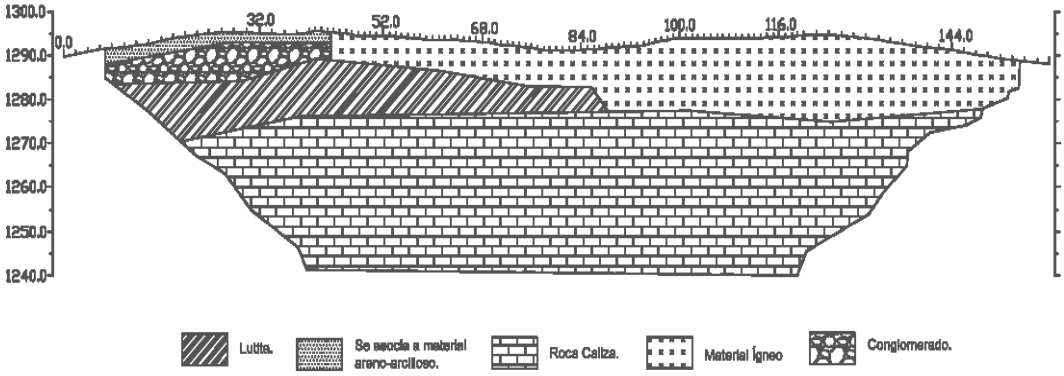




Figura VI.2.4.1.(10) **(d).** Presencia de cárcavas en la zona localizada al oeste del mirador Navojoa. La imagen de la izquierda muestra el estado del talud en el 2007, en tanto que la imagen de la derecha muestra las condiciones actuales (2010).

Mapa Con Lineamientos Inferidos Geofísicamente

El producto final de los estudios geofísicos y recorridos de campo fue el de Mapa de Falla, Fracturas y Lineamientos (GE-FN4). Este mapa fue producido a partir de la digitalización de los lineamientos inferidos geofísicamente en las zonas con mayor gradiente en el mapa de Derivada Total Tilt. El resultado muestra dos direcciones predominantes: Oeste-Este y Norte-Sur. Los lineamientos Norte-Sur están en concordancia con estudios anteriores y las fallas propuestas por el U.S.G.S. Este resultado parece ser consistente con la presencia de un sistema de fallas de edad cuaternaria como consecuencia de la actividad de la provincia tectónica del Rio Grande Rift. Figura VI.2.4.1.(11) Identificación de fallas, fracturas y lineamientos. Los lineamientos inferidos mediante estudios geofísicos se representan mediante líneas en color rojo, y presentan en los modelos gravimétricos un mecanismo de falla normal. Las fallas de tipo compresional (color café) solo se ubicaron en la Sierra de Juárez.

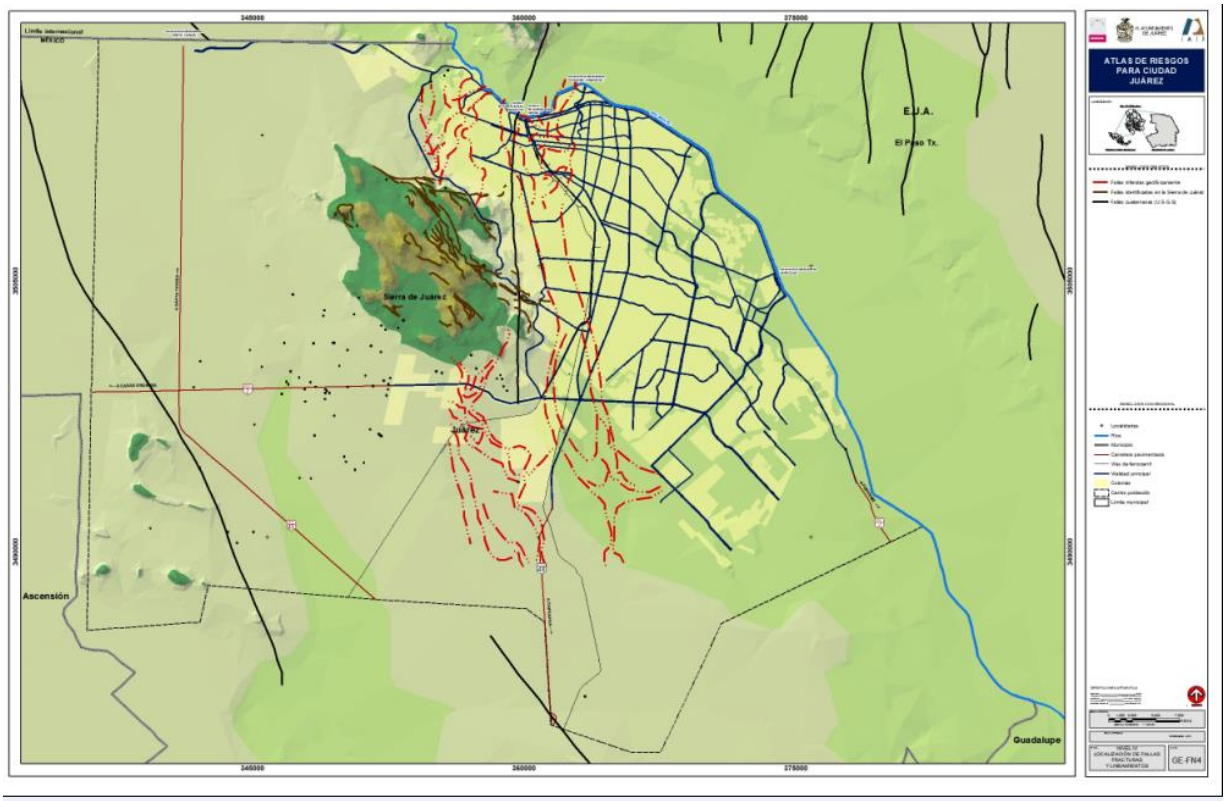


Figura VI.2.4.1.(11) Fallas, fracturas y lineamientos

Mapa de densidad lineal de lineamientos

Para la generación de este mapa se integraron las fallas publicadas por el INEGI y el Servicio Geológico Mexicano (SGM), la base de fallas geológicas de edad cuaternaria del USGS, las fallas inferidas por Hawley et al. (2004), las fallas propuestas por Burgos (1999), los resultados reportados por Dena et al. (2006), y los resultados del reprocesamiento de los datos de Ávila, Dena y Doser (2010). Para el producto final se cruzó la información geofísica con el Mapa de Pendientes, y se observó si el cambio de inclinación de 10 a 5 grados coincidía geográficamente, con la expresión superficial de la falla inferida geofísicamente asociada con le EFMF, por lo que se concluyó que este cambio de relieve topográfico, obedece más a una génesis de carácter neotectónico, más que a procesos de sedimentación, es decir, la EFMF cruza la ciudad de Norte a Sur.

El mapa de densidad lineal de lineamientos muestra el número de lineamientos geológicos sin clasificar por orientación ni mecanismo de falla por kilómetro cuadrado. Aunque no es un mapa de densidad de fallas y fracturas en km. lineales por km², esta cobertura temática es útil porque cuantifica y clasifica las áreas de la ciudad en las cuales confluyen el mayor número de lineamientos. Esta zonificación es útil, ya que permite identificar en qué áreas de la ciudad se presenta mayores controles geológicos. Sin embargo, cabe recalcar que en Ciudad Juárez este factor es solo de susceptibilidad ya que solo las fallas orientadas Norte-Sur están activas con ritmos de desplazamiento muy bajos, sin embargo es importante considerar la presencia de estos lineamientos al autorizar obras de infraestructura en estas áreas, ya que requieren de

mayor atención y de estudios geológicos a detalle para evitar que la actividad antrópica se constituya como un factor desencadenante.

Metodología

Todas las fallas, fracturas y lineamientos identificados en los estudios de campo y geofísicos fueron procesados a través de la herramienta Spatial Analyst, cuantificando y clasificando el número de lineamientos por kilómetro cuadrado. El proceso se limitó mediante un corte digital o “clip” hasta el límite Oeste de los estudios realizados hasta la fecha.

Resultados

El resultado de los procesos en el SIG muestran en rojo las zonas de mayor concentración de fallas, fracturas y lineamientos, en tanto que en verde se muestran las zonas con poca presencia de lineamientos. Este mapa se generó a partir de la cuantificación del número de fallas, fracturas y lineamientos por km². El grid resultante muestra las zonas de mayor concentración (rojo) principalmente en la Sierra de Juárez y en el Arroyo de Las Víboras (Figura VI.2.4.1.(12)).

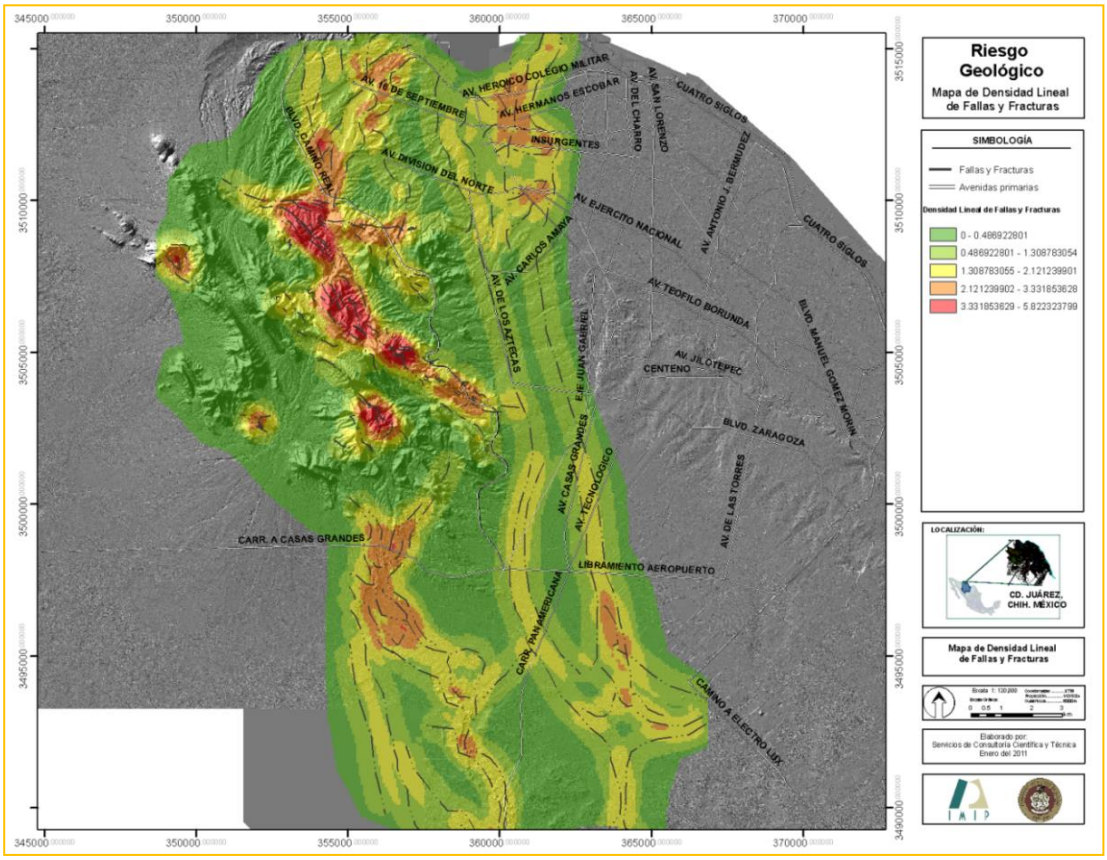


Figura VI.2.4.1.(12) Mapa de densidad lineal de lineamientos

Interpretación

Las zonas de mayor concentración de lineamientos por kilómetro cuadrado están mayormente localizadas en la Cuenca Anapra y en las estribaciones de la Sierra de Juárez. No

obstante, la Zona Centro, El Jarudo y El Barreal también muestran concentraciones de hasta 3 lineamientos por kilómetro cuadrado. Es importante notar, que en el trazo de la vialidad Camino Real, a la altura del Mirador Hidalgo, se observa la confluencia de al menos dos sistemas de fallas importantes, mapeadas y reportadas por Drewes y Dyer, mostrando que esta cobertura debe ser considerada como un elemento de juicio durante el diseño y ejecución de obra civil.

En resumen, se puede concluir que la presencia de las falla de tipo normal orientadas Norte-Sur, como la EFMF, son posiblemente de origen Cuaternario en base a estudios de termoluminiscencia, el ritmo de desplazamiento es no mayor a los 0.18 mm por año, por lo que se concluye que estos sistemas son un factor de susceptibilidad pero no de riesgo como tal. Sin embargo en las zonas de mayor densidad de lineamientos tanto en la Sierra de Juárez como en sus estribaciones (principalmente en el Arroyo de Las Víboras) debe prestarse especial atención al momento de desarrollar obra civil. Con base a lo anterior, se generó un mapa de clasificación de riesgo (Figura VI.2.4.1.(13)) en base al número de lineamientos por km cuadrado. Si el numero de lineamientos por km² es menor de 1.5 se considera Riesgo Bajo, si está entre 1.5 y 3.0 se considera Medio, y mayor de 3 se considera Alto.

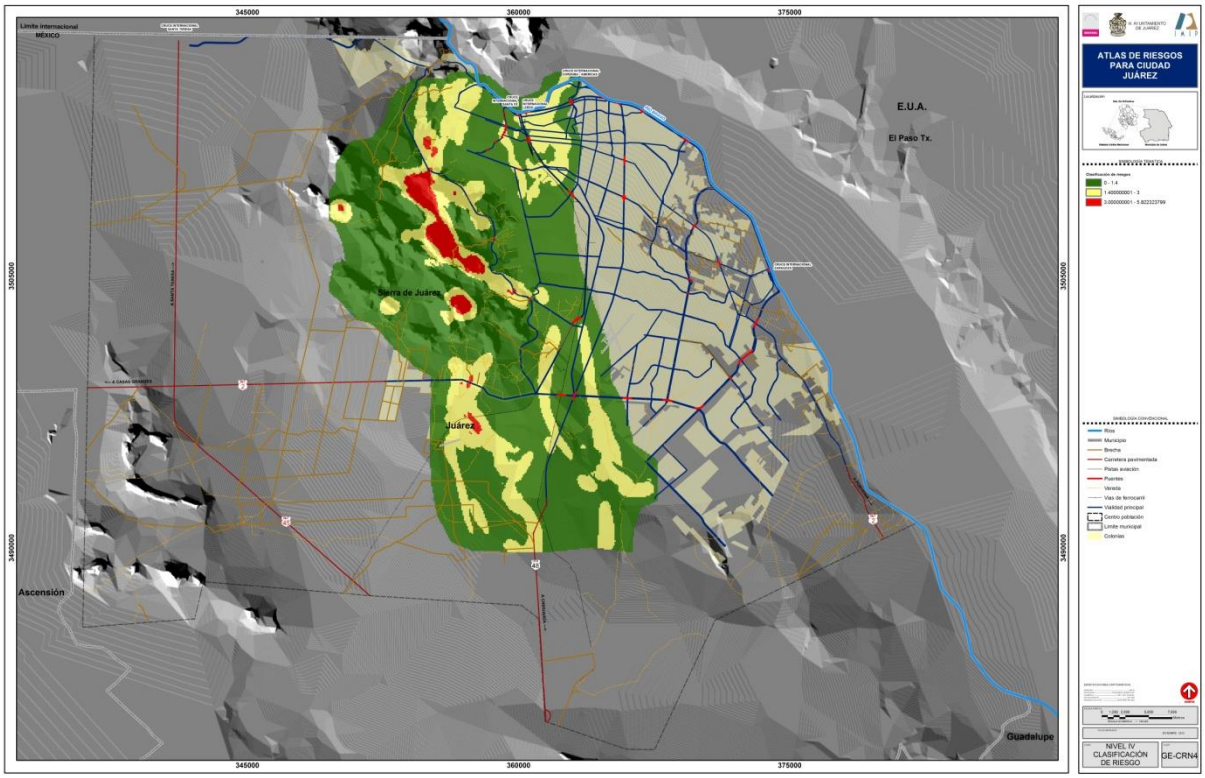


Figura VI.2.4.1.(13).Mapa de Clasificación de Riesgo por presencia de fallas y fracturas

VI.2.5. Tectónica

Ciudad Juárez se localiza en su límite Oeste en la frontera o unión de dos provincias tectónicas: Sierras y Cuencas (Basin and Range) y El Rio Grande Rift. Ambas provincias están dominadas por un régimen tectónico extensional. En el caso del Rio Grande Rift, se le

considera un sistema activo con una predominancia de fallas normales resultado de la ruptura ocasionada por los empujes astenosféricos. Lo anterior está ampliamente documentado en diversos estudios de refracción sísmica de tipo WARR (Averil et al., 2007) y gravimetría a escala litosférica que muestran la presencia de fallas normales con patrones característicos de sistemas de apertura continental (Rift) simétricos. Esta actividad tectónica ocasiona terremotos no mayores a 3.8 en la escala de Richter y los mecanismos de falla son consistentes con una dinámica de tipo extensional de Rift activo ([10]Keller et al., 1990).

VI.2.6. Sismos – Peligro

VI.2.6.1. Antecedentes

De acuerdo al estudio realizado por el Ing. Gustavo Moreno Marquez, desde el 27 de abril y hasta el 26 de mayo del 2011, en una zona localizada a una distancia media de 150 km al sureste de Cd. Juárez y unos 100 km al este de Villa Ahumada, en la región noreste del estado de Chihuahua, se han registrado 37 sismos que varían en intensidad de 2.8 a 4.5 en la escala de Richter (Tabla VI.2.6.(1)), de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional. En la Figura 1 se muestra la ubicación de los sismos respecto a Cd. Juárez y Villa Ahumada y en la Figura 2 se muestra en detalle la localización de los sismos.

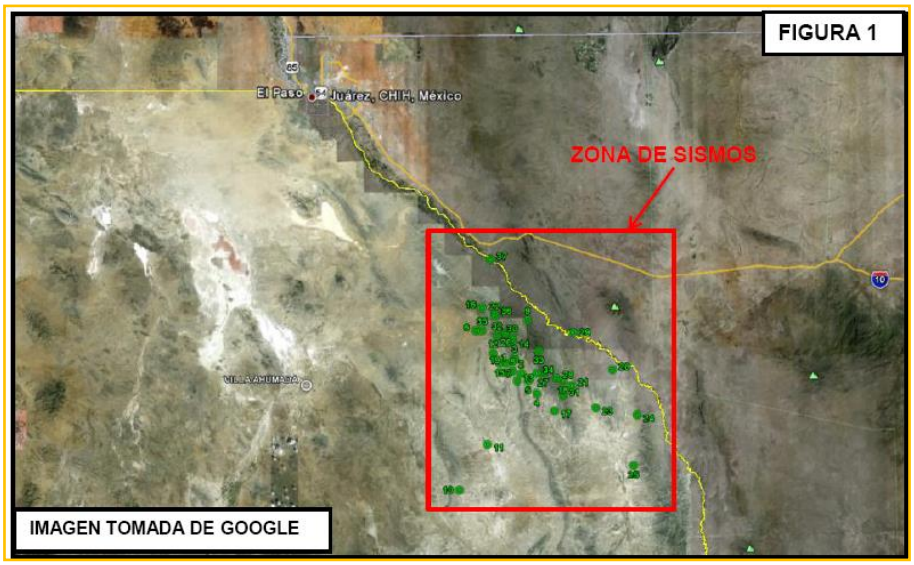


Figura VI.2.6.1.(1) Ubicación de sismos al sureste de Ciudad Juárez

[10] The Rio Grande rift: A geological and geophysical overview. Keller and Baldridge *Rocky Mountain Geology*.1999; 34: 121-130

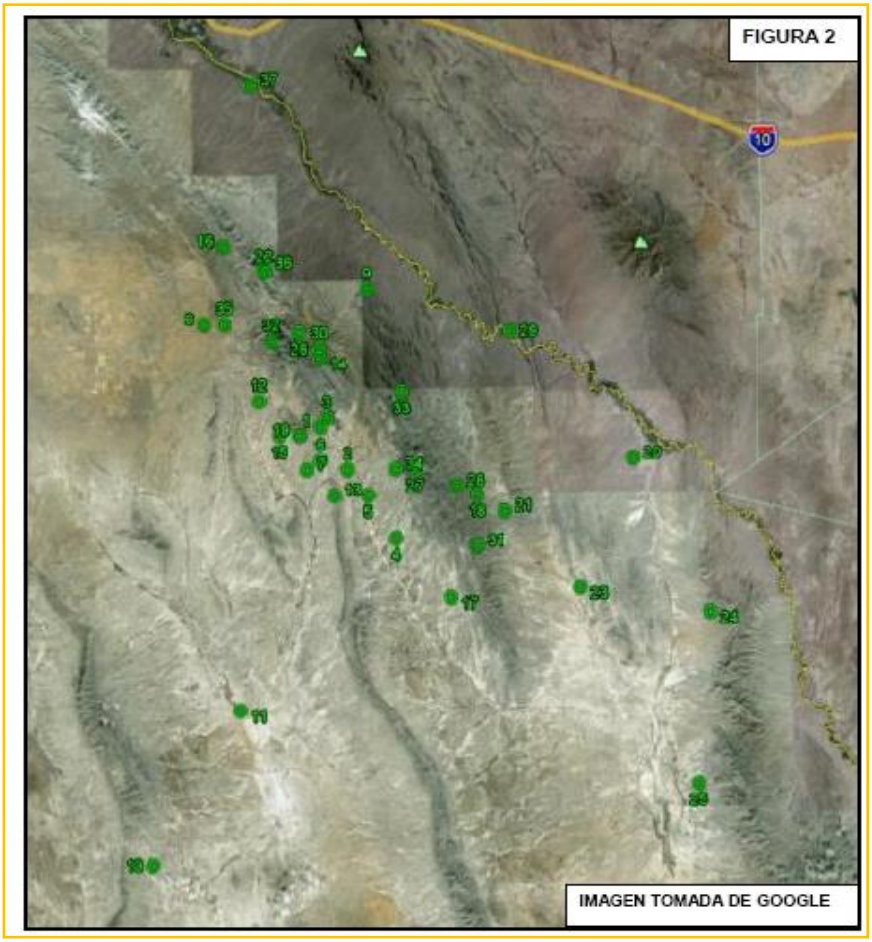


Figura VI.2.6.1.(2) Localización a detalle de sismos al sureste de Ciudad Juárez

Estos sismos han causado alarma en los centros de población localizados dentro o cercanos a la zona de sismos, ya que sus viviendas han presentado cuarteaduras en las paredes y otros daños, además del susto, al no estar los pobladores acostumbrados a este tipo de fenómenos naturales. Todos estos centros de población estas representados por poblados de muy pocos habitantes y ranchos ganaderos y agrícolas. Aunque, también, se han sentido en algunas poblaciones del Valle de Juárez, incluso se menciona que hay personas que los han percibido hasta en Cd. Juárez.

Como parte de esta información se destaca que el día 06 de Junio del 2009 se presentó un evento sísmico de magnitud de 3.8 grados en la escala de Richter en el Municipio de Guadalupe D. B. Chihuahua. Dicho poblado se encuentra localizado fuera del área de estudio aproximadamente a 12 km del límite sur del centro de población de ciudad Juárez. Este sismo elevó el grado de peligro sísmico en la zona de Ciudad Juárez, a grado tal que la aceleración pico de terreno alcanza actualmente el 0.20 del valor medio de la aceleración gravitacional (Mapa de Seismic Hazard con PE 2% a TR de 50 años).(Galdean, 2010). Ya en el 2006 se había registrado un evento sísmico importante en la zona de Fabens Texas, con

desplazamientos de terreno que motivaron a reconsiderar la condición asísmica, por otra donde ya se reconoce zona con baja magnitud dado que no excedió los 2.3 grados.

Ante el evento del 2009, el estudiante de Ingeniería Física de la UACJ, Miguel Galdean Vega, originario de Guadalupe D.B reportó al Centro de Información Geográfica de la UACJ la presencia de una serie de fracturas y grietas tanto en el terreno como en varias edificaciones en la zona (Figura VI.2.6.(3)).

Figura VI.2.6.1.(3). Localización geográfica del área afectada tras el evento sísmico del 06 de Septiembre del 2009, conforme al levantamiento de campo (Galdean, 2010). (Fuente UACJ)

Según el informe fotográfico presentado por Galdean (2010) se aprecian grietas en el terreno de hasta 1.30 metros Estas anomalías del terreno se presentaron posteriormente al evento de 3.8 grados, posiblemente como consecuencia del reacomodo del campo de esfuerzos dentro del Rio Grande Rift.

En la Figuras VI.2.6.1.(4) y (5) Se muestra la grieta desarrollada posiblemente como consecuencia del evento sísmico del 2009 en Guadalupe D.B. (Galdean, 2010).



Figura VI.2.6.1.(4) y (5). Fotos de la grieta observada como posible efecto del sismo del 6 de Junio del 2009 (UACJ- (Galdean 2010)

Las fracturas y grietas formadas como consecuencia de esta actividad sísmica no solo afectaron el terreno sino también las edificaciones en la zona Figura VI.2.6.1.(6) y (7). Aunque tal actividad sísmica no ha sido estudiada formalmente en la zona, ya se contempla realizar algunos estudios de sísmica de refracción y tomografías eléctricas resistivas como parte de la tesis del estudiante Miguel Galdean.





Figura VI.2.6.1.(5) y (6). Daños registrados en vivienda como consecuencia del evento sísmico del 2009 en Guadalupe D.B. (Galdean, 2010)

La zona de sismos se localiza cerca en los límites entre la Región de Cuencas Cerradas del Norte (RH-34) y en la Región del Río Bravo (RH-24). Tomando como referencia el cauce del Río Bravo, los epicentros de los sismos se localizan a distancias desde 0 hasta 83 km, pero la mayoría se localizan a distancias que varían entre los 20 y 25 km del río. La Tabla VI.2.6.(1) muestra las ubicaciones de los sismos:

Tabla VI.2.6.1.(1) Sismos ocurridos al sureste de Ciudad Juárez (27 de Abril al 26 de Mayo 2011)

Id	Fecha (dd/mm/aaaa)	Hora (hh:mm:ss)	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Profundidad (Km)	Mag.	Zona
1	27/04/2011	20:03:43	30.71	-105.56	10.0	4.3	144 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
2	27/04/2011	22:56:25	30.66	105.52	10.0	4.1	151 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
3	27/04/2011	23:58:35	30.72	-105.55	10.0	4.1	144 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
4	29/04/2011	20:07:16	30.58	-105.45	20.0	4.4	150 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
5	2/5/2011	6:43:28	30.63	-105.49	20.0	4.5	156 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
6	2/5/2011	6:58:40	30.83	-105.73	20.0	4.1	124 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
7	2/5/2011	8:40:33	30.66	-105.58	5.0	4.2	147 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
8	2/5/2011	8:55:38	30.67	-105.56	30.0	4.4	148 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
9	2/5/2011	21:58:30	30.87	-105.49	20.0	4.5	135 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
10	3/5/2011	0:35:12	31.20	-105.81	5.0	4.1	88 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
11	3/5/2011	6:42:06	30.38	-105.68	139.0	4.1	152 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
12	4/5/2011	11:26:28	30.74	-105.65	10.0	4.3	137 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
13	5/5/2011	0:20:09	30.63	-105.54	5.0	4.4	153 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
14	5/5/2011	15:11:39	30.79	-105.56	46.0	4.2	137 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
15	5/5/2011	19:24:28	30.70	-105.62	13.0	4.1	142 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
16	5/5/2011	19:46:03	30.92	-105.70	22.0	4.1	117 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
17	6/5/2011	2:26:46	30.51	-105.37	15.0	3.9	139 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
18	6/5/2011	7:56:42	30.63	-105.33	26.0	4.0	148 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
19	6/5/2011	23:51:01	30.70	-105.59	10.0	4.1	144 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
20	8/5/2011	8:24:46	30.67	-105.10	15.0	3.7	139 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
21	8/5/2011	8:46:15	30.61	-105.29	15.0	3.6	143 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
22	8/5/2011	8:58:02	30.89	-105.64	15.0	3.6	124 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.

23	8/5/2011	14:07:34	30.52	-105.18	15.0	3.8	129 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
24	8/5/2011	17:54:55	30.49	-104.99	20.0	4.0	116 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
25	9/5/2011	1:40:14	30.28	-105.01	16.0	3.9	99 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
26	10/5/2011	9:34:39	30.82	-105.59	5.0	3.9	133 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
27	10/5/2011	13:41:19	30.66	-105.42	16.0	3.8	156 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
28	12/5/2011	23:28:28	30.64	-105.36	15.0	3.9	150 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
29	13/05/2011	7:49:18	30.82	-105.28	16.0	4.0	153 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
30	13/05/2011	12:16:35	30.80	-105.56	10.0	3.8	137 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
31	14/05/2011	17:07:49	30.57	-105.33	15.0	3.9	142 Km al Noroeste de Ojinaga, Chih.
32	17/05/2011	15:08:22	30.81	-105.63	10.0	4.0	132 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
33	19/05/2011	5:35:26	30.75	-105.44	20.0	3.8	149 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
34	19/05/2011	6:56:51	30.66	-105.45	69.0	4.2	155 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
35	25/05/2011	10:03:02	30.83	-105.70	9.6	2.8	127 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
36	26/05/2011	20:41:29	30.89	-105.64	7.0	4.1	124 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
37	26/05/2011	20:49:10	31.11	-105.66	8.0	4.1	105 Km al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.
Fuente: Datos de USGS. Elaboración propia, IMIP, 2011							

VI.2.6.2. Geología histórica y tectónica de la región

Una importante discontinuidad geotectónica marca la frontera internacional entre Chihuahua (Mex.) y Texas (USA), representada por El Río Bravo/Río Grande que tiene poco más de 315 km de Cd. Juárez a Ojinaga. Los primeros cien kilómetros río abajo de Ciudad Juárez lo representa la localidad tipo del Lineamiento de Texas (Albritton y Smith, 1956), que limitan a los estratos planos de la Plataforma del Diablo que se extiende en edad desde finales del Paleozoico al Mesozoico, de las elevaciones orográficas de Chihuahua conformadas por calizas y areniscas del cretácico intensamente plegadas en un geosinclinal del Mesozoico Tardío. Este contraste se puede ver claramente entre las formaciones inclinadas del Paleozoico de las Montañas Franklin en El Paso y las formaciones intensamente plegadas del Cretácico en la Sierra de Juárez, al sur de la frontera. Por otra parte, las formaciones del Cretácico en Texas son solo delgados bordes transgresivos de la gruesa secuencia de Chihuahua.

La Plataforma del Diablo se empezó a conformar durante el Carbonífero y se completó hasta principios del Pérmico. Al final de la Era Mesozoica un brazo de mar de finales del Jurasico principios del Cretácico, ocupó la Cuenca de Chihuahua a lo largo del flanco suroeste de la Plataforma del Diablo desde Juárez hasta Ojinaga. Durante la Orogenia Laramide, que culminó en el período Eoceno, las gruesas formaciones del Cretácico de Chihuahua fueron empujadas contra el flanco suroeste de la Plataforma del Diablo, que quedó como una estructura no afectada por el Lineamiento de Texas. En la Figura VI.2.6.2.(1) se muestran las estructuras tectónicas prevalecientes durante el Mesozoico, que influyeron en la conformación de la fisiografía actual.

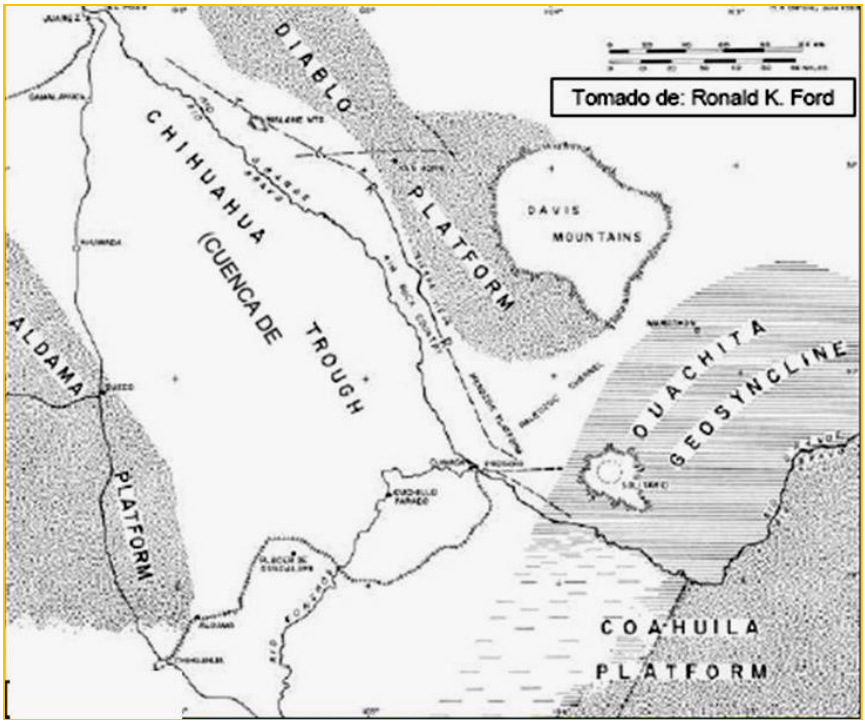


Figura VI.2.6.2.(1) Estructura tectónicas durante el Mesozoico

Durante la Orogenia Laramide -70 a 35 Millones de años (m.a.)- la Cuenca de Chihuahua se levantó formando el Cinturón Tectónico de Chihuahua, como resultado de la tectónica trans-presiva con movimiento lateral izquierdo que involucró movimiento a lo largo de las estructuras pre-existentes que controlaron la localización de la cuenca del Jurásico-Aptiano. En el área oriental de la cuenca la reactivación de fallas limítrofes de la cuenca como fallas inversas laramídicas con posibles componentes de movimiento izquierdo, acompañada por el desarrollo de pliegues suaves, fue seguida por la ampliación de los pliegues de rocas por el flujo de evaporitas hacia las crestas de los anticlinales. Al avanzar la deformación incluyó cabalgaduras, principalmente hacia la Plataforma del Diablo, e inyección diapírica de evaporitas (W.T. Haenggi, 2002).

Aunque el Lineamiento de Texas parece establecer el límite del cratón precámbrico de América del Norte en el suroeste de la Plataforma del Diablo, más al sur, del lado mexicano, existe una región más activa a la que se ha denominado como la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras. Si bien las provincias tectónicas se superponen en el tiempo, el bloque de fallas que caracterizan a la provincia de Cuenca y Sierras, se produjo después del plegamiento Laramídico y se extendió hasta mas al norte de Chihuahua, por lo menos algunas decenas de kilómetros.

Posteriormente a la Orogenia Laramide, durante el Eoceno-Oligoceno, continuó el tectonismo diapírico, intrusiones ígneas, volcanismo en baja escala, que fue seguida por una tectónica gravitacional y fallamiento en bloque durante el Oligoceno Tardío y el Mioceno. Las tendencias de estas posteriores fallas de gravedad, coinciden más o menos con las tendencias de las estructuras Laramídicas con las que se superponen. La falla principal (falla frontal de empuje laramídico) con cientos de metros de desplazamiento sigue el flanco de la plataforma,

que corre a lo largo del Lineamiento de Texas en su localidad tipo y cambia hacia el sur con el nombre de falla Rim Rock que se extiende hasta Presidio-Ojinaga.

El fallamiento normal del Terciario ocurrió a principios del Mioceno, después de la inversión del sistema de esfuerzos regional que era esencialmente compresivo con orientación E-NE a uno de carácter distensivo con la mismo orientación E-NE, hace aproximadamente unos 31 m.a. El fallamiento inicial en Chihuahua es probablemente contemporáneo al inicio del fallamiento en bloque en Trans-Pecos, Tx, hace aproximadamente unos 24 m.a. durante el Mioceno Tardío.

Al mismo tiempo que se manifestaba el evento de fallamiento en bloque, que se prolongó hacia el norte, hasta la región centro sur de Colorado, se inició una etapa de volcanismo lo que provocó un adelgazamiento de la corteza a lo largo de una gran franja limitada por un sistema fallas que presentan rumbo N-S y NO-SE a la que se ha denominado Rift del Río Grande.

Rift del río grande

El Rift del Río Grande es una zona de rift (ruptura) continental orientado esencialmente N-S y NO-SE. Se separa de la Plataforma de Colorado en el oeste del interior del cratón de América del Norte en el este. El rift se extiende desde el centro de Colorado en el norte, hasta el estado de Chihuahua en el sur. La zona del rift consiste de cuatro cuencas que tienen en promedio un ancho de 50 kilómetros, en la zona norte, mientras que en la parte sur de USA y parte norte de México alcanza hasta mas de los 100 km de ancho dentro de la provincia de Cuencas y Sierras, que incluye la cuenca del Río Bravo/Río Grande y la parte norte de las Cuencas Cerradas del Norte en Chihuahua. En la Figura VI.2.6.2.(2) se muestran los límites aproximados del rift en la zona cercana a la frontera entre Estados Unidos y México.

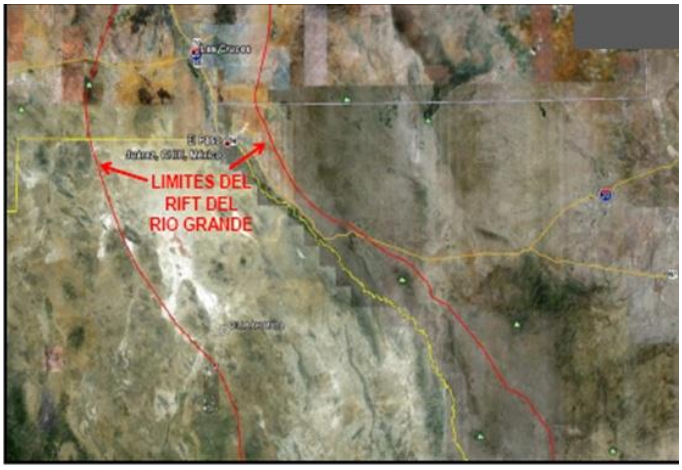


Figura VI.2.6.2.(2) Límites aproximados del rift en la zona cercana a la frontera entre Estados Unidos y México.

El Rift del Río Grande se extiende como una serie de grabens asimétricos en una distancia de más de 1000 kilómetros. Cada graben forma una cuenca tectónica en la cual se han depositado rocas volcánicas y sedimentarias de finales del Cenozoico (Wells y Menges, 1987).

En la Figura 5 se muestra una sección tipo del Rift del Río Grande, donde se pueden observar los componentes que definen a un rift continental: fallamiento en bloque, adelgazamiento de la corteza, volcanismo, flujo alto de calor y relleno de grandes cuencas.

El rift se puede dividir en tres grandes segmentos, cada uno con sus propias características estructurales y su propia historia, pero con temporalidad y grandes eventos comunes (Chapin, 1979). Los segmentos en que se ha dividido el rift son: Norte, Central y Sur.

Segmento Norte

Abarca desde Leadville, Colorado a Alamosa, Nuevo México, que comenzó a abrirse hace alrededor de 35 a 27 millones de años y se caracteriza por una orientación N-S y NO-SE-noroeste, paralela a las estructuras del Paleozoico tardío y Laramídicas. Tiene una casi total ausencia de volcanismo syn-rift en los ejes de las cuencas y un cambio en la extensión fuera del eje del grabens en un ancho cinturón a lo largo del hombro este del rift.

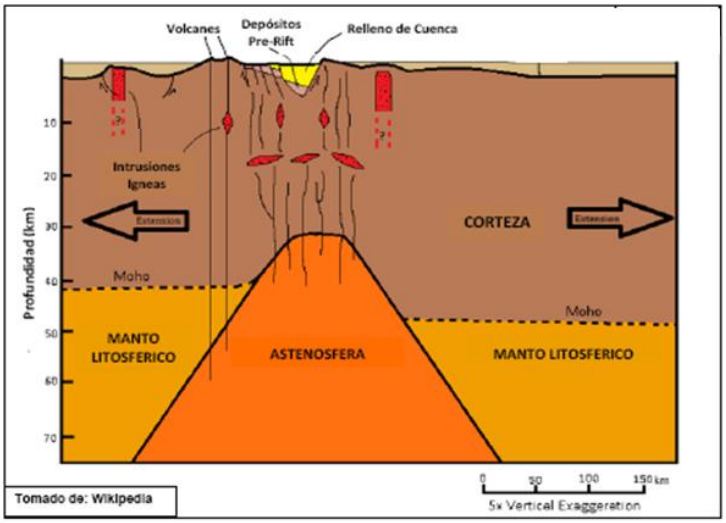


Figura VI.2.6.2.(3) sección tipo del Rift del Río Grande

Segmento Central

Incluye desde Alamosa a Socorro, Nuevo México y se caracteriza por una serie de cuencas escalonadas con orientacón N-S y NE-SO, separadas por complejas estructuras transversales. Excepto cerca de Taos, el magmatismo temprano fue escaso en este segmento, pero el vulcanismo bimodal tardío fue abundante, con el lineamiento de Jemez y la meseta de Taos estando muy activos durante los últimos 5 millones de años.

Segmento Sur

Abarca desde Socorro, Nuevo México a Villa Ahumada, Chihuahua y este segmento ha experimentado la mayor extensión como lo demuestra la amplitud del rift en su extremo sur con una serie de cuencas y sierras paralelas con orientación N-S y NO-SE, con un ancho total de más de 100 km (hasta 2,5 veces mayor que los segmentos Norte y Central que estan conformados por una sola cuenca).

Existe la teoría de que la ruptura (rift) comenzó entre 35 y 27 millones de años atrás, cuando la extensión regional reactivó el sur de las Rocky Mts, que son una importante zona de debilidad orientada al norte, que se había desarrollado durante el Paleozoico tardío y fines del Cretácico-Terciario Temprano. Por alrededor de mas de 30 millones de años, la corteza, a lo largo del desarrollo del rift se hundió lo suficiente para formar cuencas anchas y poco profundas, donde mantos de cenizas volcánicas y flujos de rocas basálticas fueron rellenándolas intercalados con sedimentos aluviales (Chapin, 1979).

El volcanismo a lo largo del rift aumenta de forma paulatina a partir de la pausa del Mioceno Medio, que se produjo hace alrededor de 20 a 13 millones de años. La mayor parte de la actividad en este momento se concentró inicialmente en las Jemez Mts y en el área de Socorro, donde los principales lineamientos del rift tienen dirección NE. El sur de las Rocky Mts y las zonas adyacentes fueron fuertemente levantadas hace de 7 a 4 millones de años, el levantamiento total desde el Mioceno Medio ha sido de 1100 metros, pero gran parte de este levantamiento se produjo durante este breve intervalo (Chapin, 1979).

El aumento de la escorrentía de las recién elevadas regiones alpinas combinado con el drenaje existente, formaron el ancestral Río Bravo/Río Grande hace unos 4 millones de años. Superficies geomórficas generalizadas, clasificaron al ancestral Río Bravo/Río Grande y los afluentes asociados, donde sus lechos eran coladas de basalto, producto de una fuerte aceleración de la actividad volcánica basáltica de hace alrededor de 5 millones de años. Entonces el Río Bravo/Río Grande fluía igual que ahora, desde el sur de Colorado a El Paso/Juárez, pero no llegaba al mar. Depositó sus sedimentos, llenando bolsones tan al sur como el Bolsón de Mapimí, unos 700 km al sur de Juárez.

Una reducción de los niveles de base tras la captura del Río Bravo/Río Grande en la zona de El Paso/Cd. Juárez durante el Pleistoceno Medio, resultó en el rompimiento de la cuenca cerrada a lo largo del drenaje del Río Bravo/Río Grande y produjo mesas cubiertas de basalto aisladas, permitiendo que finalmente llegara al Golfo de México.

Hoy en día todavía ocurre levantamiento y la ruptura continúa, como lo demuestran abundantes escarpes de falla que cortan los depósitos del Pleistoceno, pero sus movimientos son prácticamente imperceptible. Las imágenes de satélite muestran en Chihuahua, un patrón de lineamientos con rumbo general NO-SE, que parecen ser estructuras antiguas del basamento en que el movimiento pudo haber sido localmente reactivado.

Sismicidad, flujos de alto calor, modernos cuerpos de magma, cambios nuevos de elevación y evidencias de anomalías geofísicas de la corteza y del manto superior debajo del rift, son también indicios de que todavía se está levantando (Chapin, 1979).

VI.2.6.3. Sismicidad en la región

Por su sismicidad la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas que se definieron con fines de diseño antisísmico. Para la definición de estas zonas (Figura VI.2.6.3.(1) se utilizó el registro de sismos del SSN de la República Mexicana que data desde principios del siglo XX, los registros históricos de grandes sismos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes terremotos ocurridos hasta la fecha. Estas zonas nos indican de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a

esperar durante un siglo. La zona A es donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 90 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde con poca frecuencia se registran sismos o son zonas afectadas por aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El plano de regionalización sísmica se tomó de la página del SSN y este a la vez lo tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

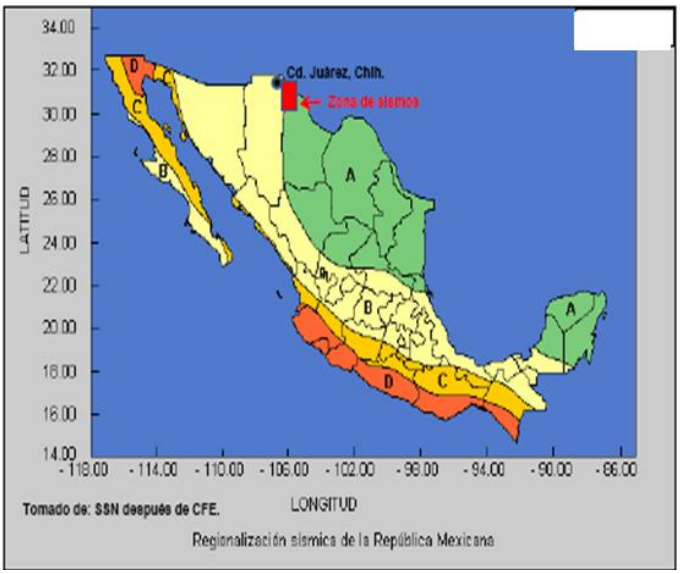
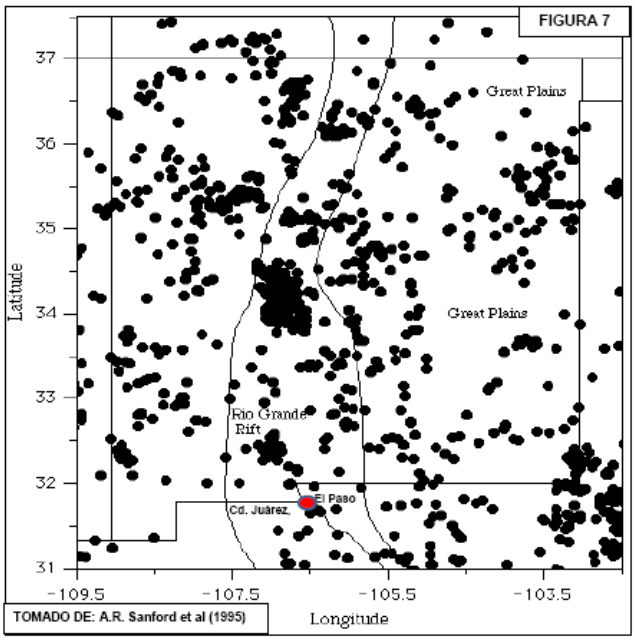


Figura VI.2.6.3(1) Clasificación de zonas sísmicas (Tomado de SSN después de CFE)

De acuerdo al plano de regionalización sísmica de la República Mexicana, el noroeste del Estado de Chihuahua donde han ocurrido 34 sismos del 27 de Abril al 26 de Mayo, se localiza entre el límite noreste de la Zona B y límite noroeste de la Zona A, es decir dentro de una zona clasificada como de baja a media sismicidad.

Una evidencia de que el Rift del Río Grande todavía se encuentra activo, es la sismicidad que se ha presentado en las últimas décadas en la zona del rift y zonas aledañas. En la Figura 7 se muestran los sismos que se han detectado en el periodo de 1962 a 1995 con magnitudes de 1.3 y mayores en la escala de Richter de acuerdo al plano elaborado por A.R. Sanford et al (1995) del Geophysical Research Center New Mexico Institute of Mining and Technology Socorro, New Mexico



En la Figura VI.2.6.3.(2) se muestra el plano tectónico de la región de Cd. Juárez-Villa Ahumada-El Porvenir, donde se muestra el fallamiento que se generó durante la Orogenia Laramide y posterior a ella, incluyendo fallas cuaternarias (color verde), tan recientes, geológicamente hablando, que varían en edad de 150 mil años a 1.6 millones de años (USGS-Google, 2011), que se encuentran cortando sedimentos del Pleistoceno.

Figura VI.2.6.3.(2) Sismos detectados en el periodo de 1962 a 1995

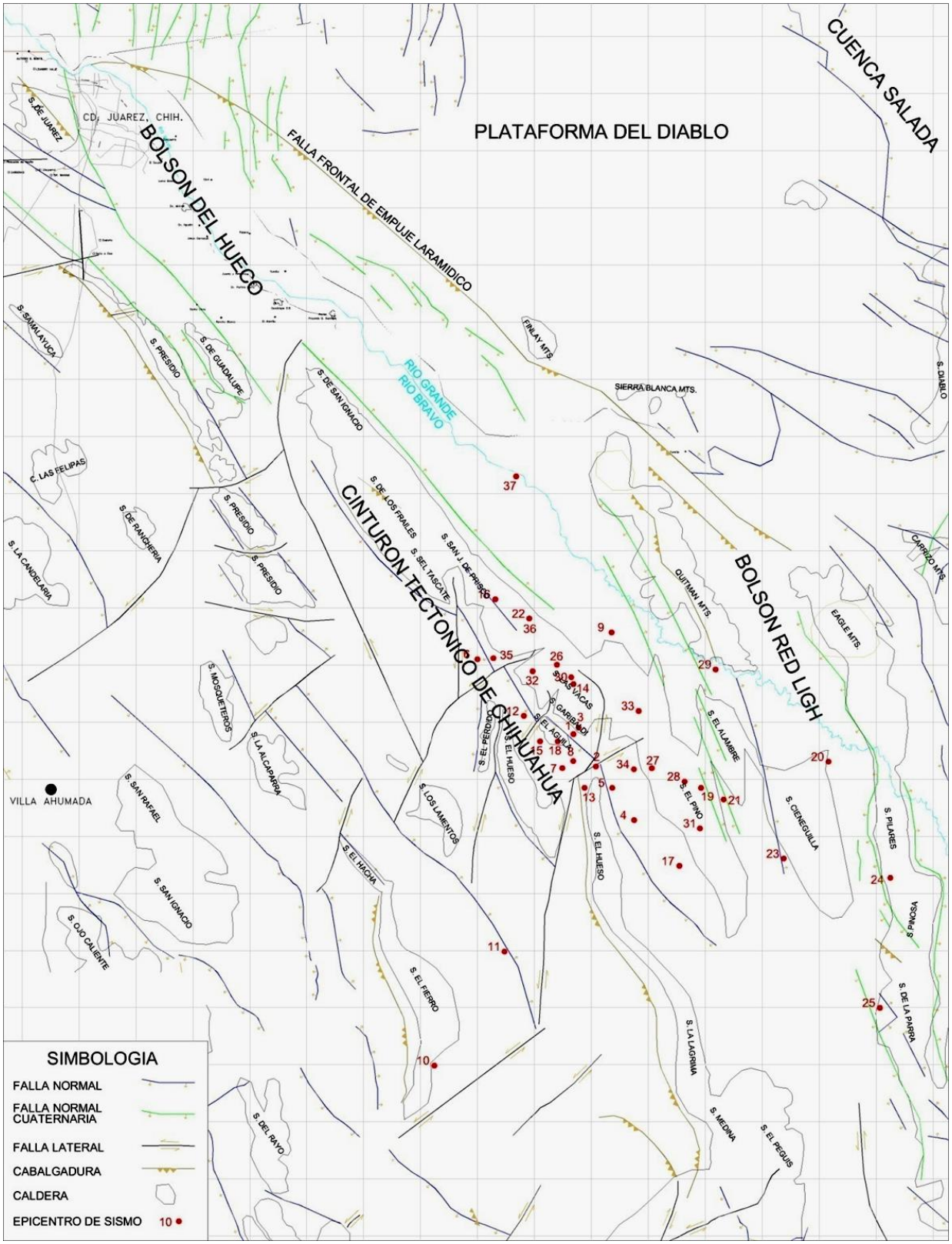


Figura VI.2.6.3.(2) Plano tectónico de la región de Cd. Juárez-Villa Ahumada-El Porvenir

En la misma Figura VI.2.6.3.(2), se muestran también los epicentros de los 37 sismos ocurrido entre el 27 de Abril y el 26 de Mayo, notándose coincidencia entre la localización de las fallas y los epicentros de los sismos, incluyendo la traza del Río Bravo/Río Grande donde se localizan al menos dos sismos y otros muy cercanos. La mayoría de los sismos se localizan en una zona relativamente pequeña que se ubica sobre las sierras de San José de Prisco, Las Vacas, Garibaldi, El águila, El Hueso, El Alambre, Cieneguilla y El Pino, afectada por todo tipo de fallas, principalmente de edad Laramide y post-Laramide, lo que nos indica, como ya mencionaba arriba, que la actividad tectónica de este segmento del rift, ha reactivado las antiguas estructuras, aunque de una manera apenas perceptible, como lo indican la magnitud de los sismos que han ocurrido en las últimas décadas, que no han sobrepasado los 5 grados de magnitud Richter y que las aceleraciones no han sobrepasado el 70% de la aceleración del suelo. En la porción del extremo sureste de la zona de sismos, se puede observar como los sismos están más relacionados con fallas del Cuaternario, así como los que se encuentran en las áreas más cercanas a la traza del Río Bravo/Río Grande.

Conclusiones

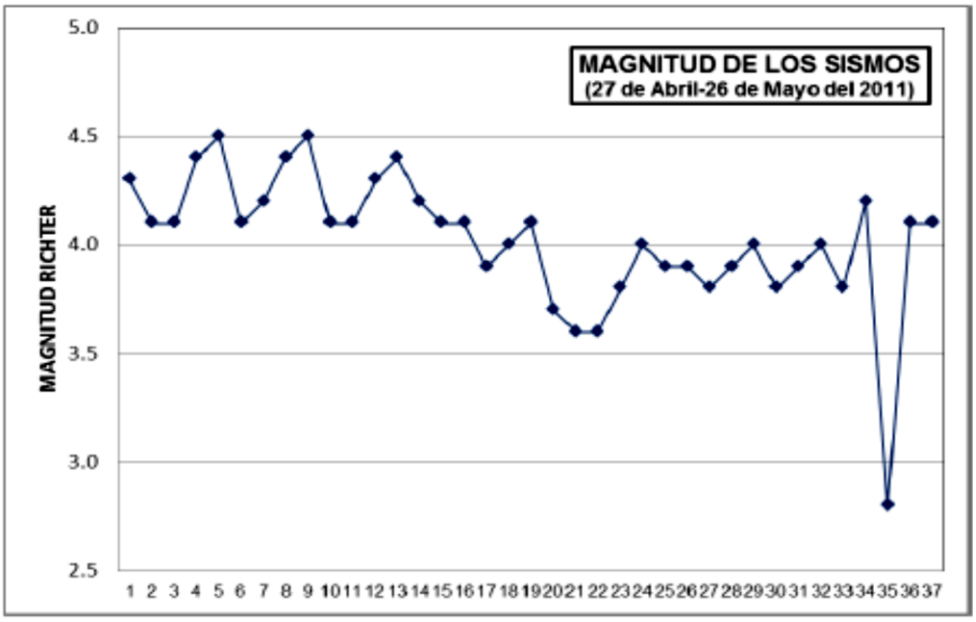
La sismicidad que se ha presentado en las últimas décadas en la región del Rift del Río Grande indican que este continúa activo y se sigue expandiendo en forma apenas perceptible.

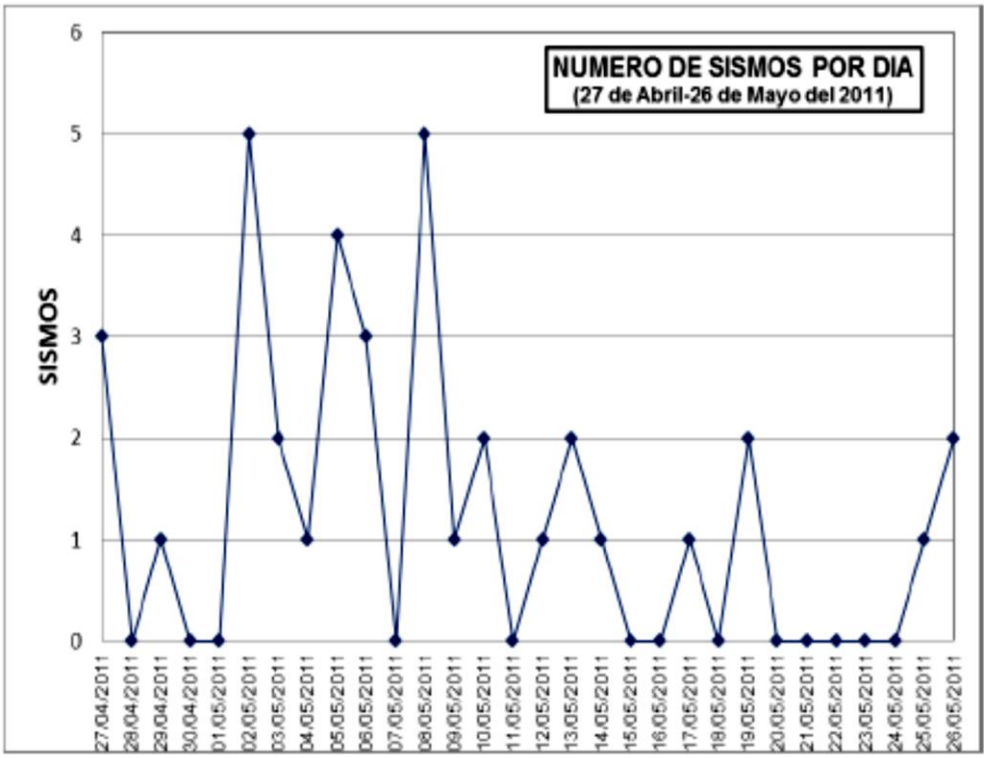
Los sismos que han ocurrido en el último mes en esta parte del rift y del noreste del Estado de Chihuahua, nos indican que hay una reactivación del segmento sur del rift, después de una relativa calma, ya que la actividad sísmica se había concentrado en los segmentos norte y central (Colorado y Nuevo México), además los registros sísmicos de la zona de estudio, nos muestra que en la década de los 70's solo hubo dos sismos, otros dos en los 80's, uno en los 90's, dos hasta el 2010, y en el 2011 en el lapso de un mes, ocurrieron 37 sismos.

La magnitud de los sismos que han ocurrido en las últimas décadas no han sobrepasado los 5 grados de magnitud Richter, lo que es indicativo de que no existe riesgo, para las principales ciudades que se encuentran en la zona del rift, sobre todo las del lado mexicano, ya que parece ser que la actividad sísmica se concentra con mayor frecuencia muy al norte de la frontera internacional. Sólo sentirán los efectos las pequeñas poblaciones y ranchos localizados dentro y en los alrededores de la zona de sismos, que no pasarán de cuarteaduras en las paredes, pero principalmente por la mala calidad de las construcciones que existen en la mayor parte de la zona donde se han sentido los sismos.

Los sismos que han ocurrido en el último mes, han mostrado una tendencia a disminuir en periodicidad y en magnitud conforme han pasado los días, como se puede observar en las Gráficas VI.2.6.3.(1) y (2), en la primera se hace un análisis del comportamiento de la magnitud y se puede observar que tiende a disminuir a mediados de mayo, para más o menos mantenerse hasta el día 26 de mayo, mientras que en la segunda gráfica, donde se hace un análisis de la periodicidad de los sismos, es decir el número de sismos por día que se presentaron en el lapso de un mes, claramente podemos observar una disminución en la frecuencia de ocurrencia con la misma tendencia de la gráfica anterior. Tanto la tendencia en la disminución de la magnitud, como de la frecuencia en la ocurrencia de los sismos, parece indicar, aunque es muy pronto para asegurarlo, que los esfuerzos están disminuyendo en esta zona del rift.

Gráfica VI.2.6.3.(1) Análisis de comportamiento de los sismos





Gráfica VI.2.6.3.(2) Periodicidad de los sismos

VI.2.6.4. Estudio de campo en Zona El Barreal

El mapa de aceleración pico de terreno (PGA por sus siglas en ingles) de la zona de estudio para 50 años se elaboro a partir del servidor de datos del USGS. Sin

embargo, la escala de este mapa era muy amplia para denotar detalles de la aceleración del terreno dentro de los límites del centro de población. Por esta razón se llevo a cabo un estudio de dispersión de ondas de superficie (Raylegh) en la zona conocida como laguna del Barreal, la cual está conformada por depósitos lacustres en los cuales predominan superficialmente las arcillas. Los resultados de este análisis (Figura VI.2.6.4.(1) muestran un campo de velocidad de corte (Vs) promedio de 350 m/s, asociados con suelos de tipo arcilloso, hasta 20 metros de profundidad. A profundidades mayores, la velocidad de corte registra valores de hasta 510 m/s, valores asociados con arenas con tamaño de grano de fino a medio.

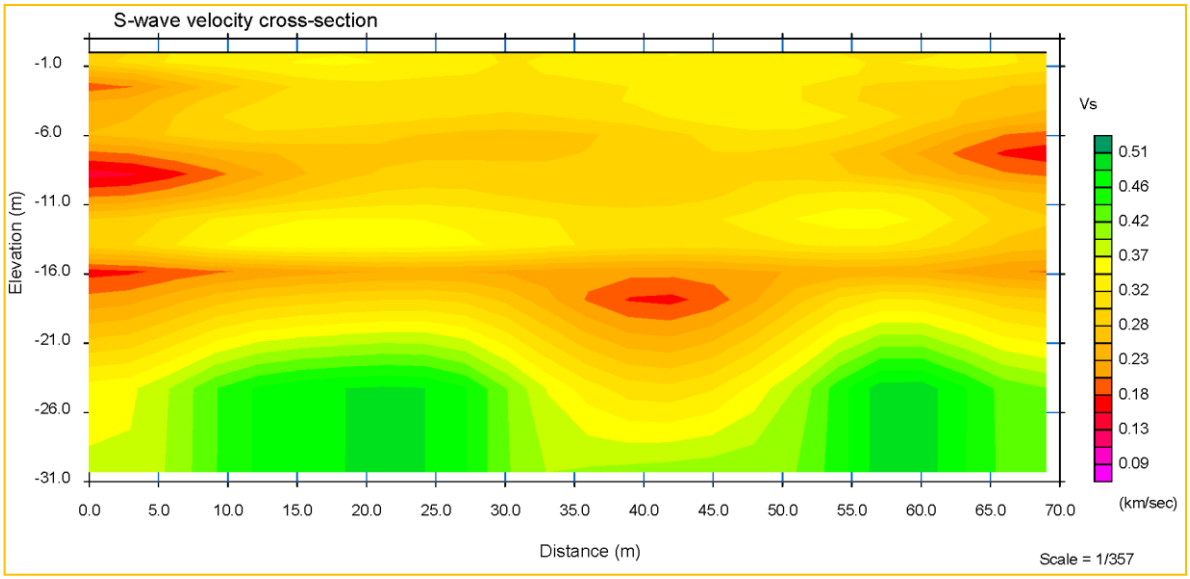


Figura VI.2.6.4.(1). Perfil de velocidad de corte (Vs) para la zona lagunar del Barreal.

Para la zona con velocidades de 350 m/s, la clasificación de suelos conforme al Código Internacional de Construcciones es tipo D. Esta clasificación obtenida experimentalmente en campo para la zona lagunar del Barreal se ingreso como dato de entrada en la aplicación de diseño sísmico ¨**Java Ground Motion Parameter Calculator**¨ obteniéndose los valores de aceleración de terreno contra periodo (Figura VI.2.6.4.(2). El valor de **a=0.5 g** está por encima del valor pico de **0.33g** obtenido en el mapa original. Sin embargo, se aclara que este estudio fue realizado mediante un solo tendido en la zona del Barreal, siendo en consecuencia muy aventurado considerar los resultados obtenidos como una microzonificación sísmica del centro de población.

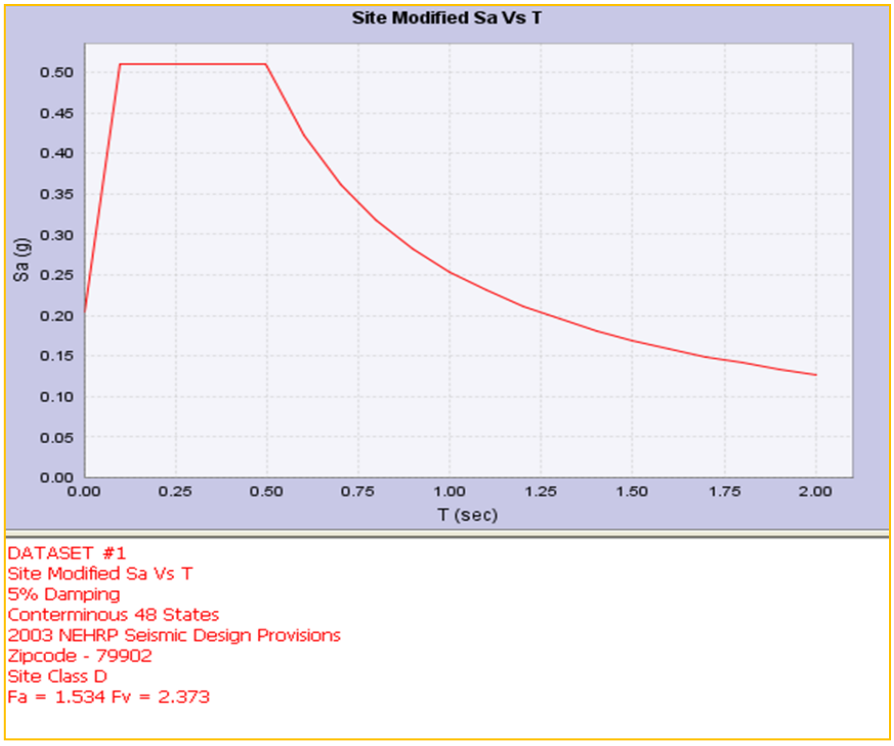


Figura 2. Valores de aceleración contra periodo correspondientes a la zona lagunar del Barreal.

VI.2.6.5. Caracterización del movimiento del terreno

Dado que el movimiento de una partícula puede ser descrito como una función de la posición, es decir si la partícula se mueve su posición variara como función del tiempo, entonces es posible describir el movimiento del terreno en términos de la posición, velocidad o aceleración ya que las tres cantidades están relacionadas por medio de la segunda Ley de Newton. Sin embargo en términos de riesgo sísmico, la variable más importante es la aceleración, ya que es un indicativo directo de la fuerza que ocasionó el movimiento. El USGS describe el movimiento en base a dos tipos de aceleración:

Aceleración Pico (PGA-Peak Ground Acceleration**)**: La aceleración pico es la máxima aceleración experimentada por una partícula durante un terremoto o evento sísmico. Esta es una medida de la máxima energía liberada por un evento sísmico en términos de su fuerza horizontal. Este es el tipo de aceleración que un ser humano experimentaría al estar ubicado sobre un terreno sujeto a movimientos trepidatorios.

Aceleración Espectral: La aceleración espectral es una medida aproximada de los efectos experimentados por una construcción modelada matemáticamente como un Oscilador Amortiguado con un periodo natural de vibración similar a la del edificio. Esta cantidad es un registro de los movimientos del terreno cuyo periodo de oscilación son cercanos al periodo natural de la construcción únicamente. Este parámetro es también conocido como Aceleración Espectral de Respuesta y es en resumen una medida de la respuesta de las construcciones a los movimientos del terreno.

La aceleración pico es entonces, el índice a ser utilizado en construcciones pequeñas (hasta 7 pisos) ya que es una relación de la fuerza horizontal a la que va a ser sometida la estructura. En tanto que la Aceleración Espectral es un indicador de la respuesta del edificio a movimientos cercanos a su frecuencia fundamental. Esta particularidad permite emplear la Aceleración espectral en el diseño de edificaciones más complicadas sin embargo la relación con la fuerza horizontal es mas complicada por la dependencia temporal del problema.

Por último, cabe aclarar que los parámetros anteriores son solo aproximaciones, ya que las edificaciones no son monotónicas, siendo entonces todo una gama o espectro de frecuencias las que van afectar en diferente medida a diferentes partes de una sola estructura.

Los contornos mostrados en los mapas procesados a través del servidor del USGS de Menlo Park (***http://earthquake.usgs.gov/research/hazmaps/interactive/cmaps/custom2002_2006.php***) no son curvas de probabilidad sino valores de movimiento del terreno en termino de la aceleración pico o aceleración espectral según sea el caso. En resumen, los mapas procesados son mapas de riesgo sísmico en términos de la movilidad del terreno a un determinado valor de probabilidad como ya fue explicado.

La figura VI.2.6.5.(1) muestra el mapa de la Aceleración Pico del terreno con una probabilidad de excedencia del 10 % en 50 años. La zona mostrada es la región transfronteriza comprendida entre el Estado de Chihuahua y los estados de Nuevo México y Texas. Se observa que los valores de aceleración pico son bajos en el área y que la afectación a estructuras por movimientos sísmicos no es de consideración en el diseño de una estructura.

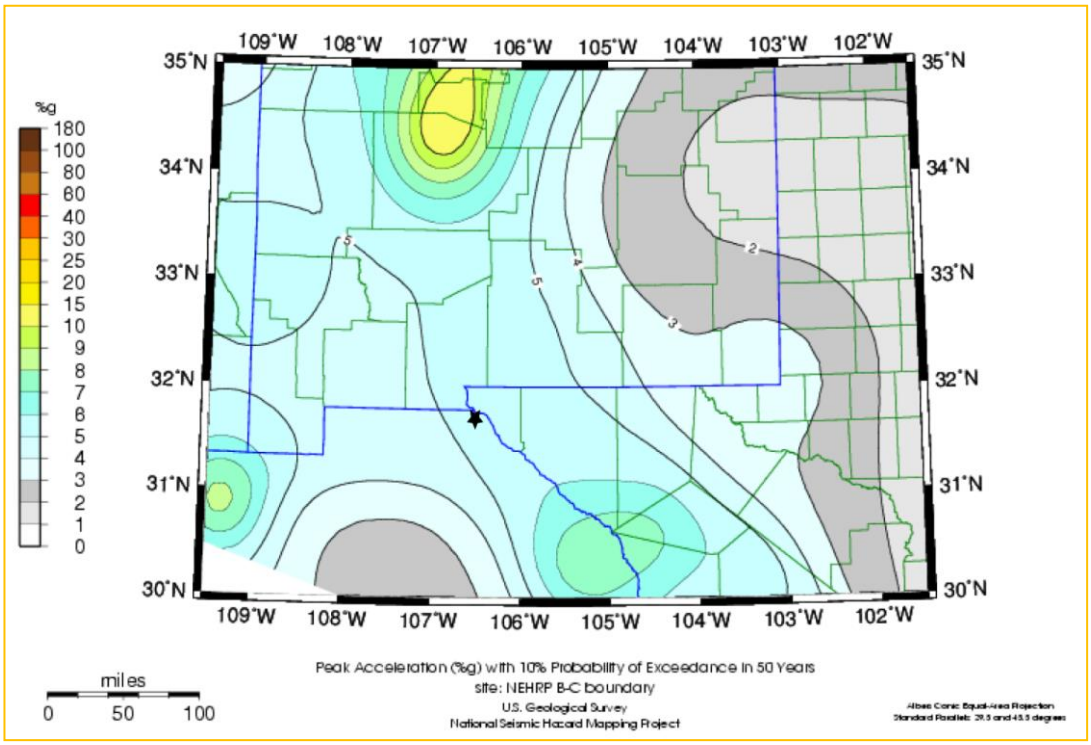


Figura VI.2.6.5.(1) Mapa de Aceleración Pico (PGA) asociado al daño en construcciones por fuerza horizontal con una Probabilidad de Excedencia (PE) de 10% en 50 años.

Sin embargo, para propósitos de comparación se generó también un mapa de Aceleración Pico con la misma función de probabilidad de excedencia (PE) pero abarcando hasta la zona donde se ubica la Falla de San Andrés (ver Figura VI.2.6.5.(2). En este mapa se observa que en la zona adyacente a la falla el valor de aceleración pico es de casi 180 mientras que en la región metropolitana de Juárez y El Paso es de solo 5 por lo que se corrobora la interpretación anterior.

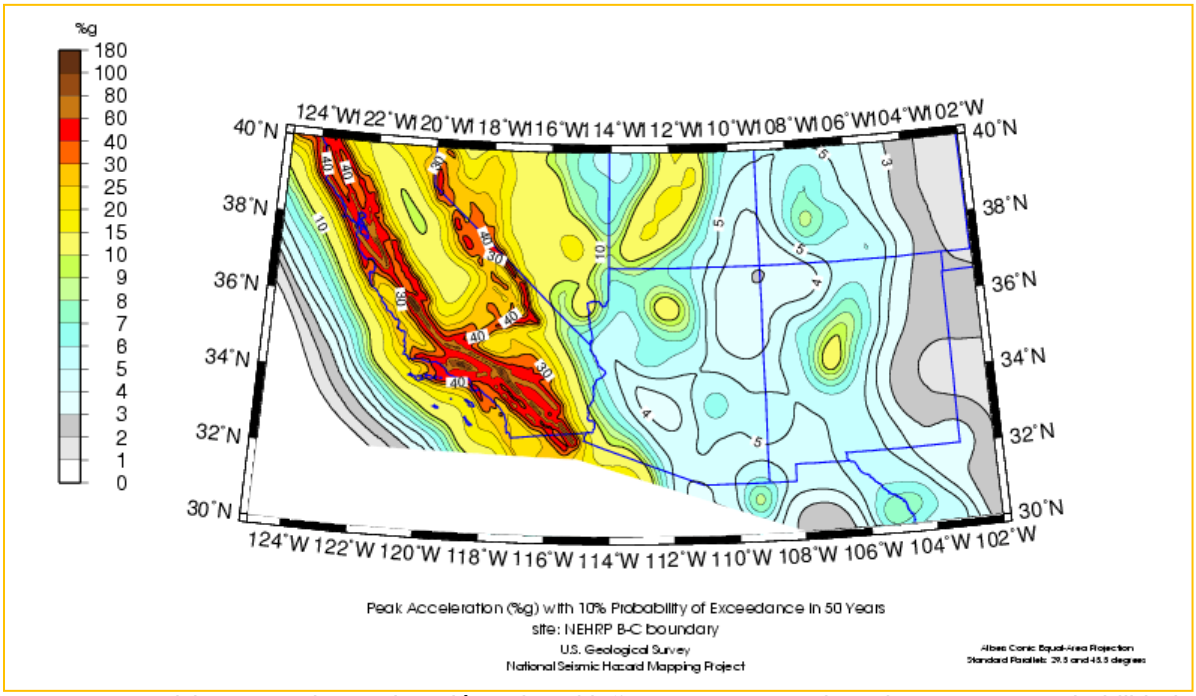


Figura VI.2.6.5.(2) Mapa de aceleración Pico (daño en Construcciones) con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años. El mapa cubre la región Geográfica entre el Bolsón del Hueco y la costa oeste de los Estados Unidos (Falla de San Andrés) para propósitos de comparación.

Las figuras VI.2.6.5.(3) y VI.2.6.5.(4) muestran los mapas de Aceleración Espectral, ésta variable indica la respuesta de un edifico modelado como un oscilador armónico simple ante movimientos del terreno con periodos de oscilación cercanos a la frecuencia natural del edificio. La interpretación es similar a la que se describió en el párrafo anterior; la Aceleración Espectral es relativamente baja en el área de Ciudad Juárez, especialmente si se hace un análisis comparativo con la zona adyacente a la falla de San Andrés.

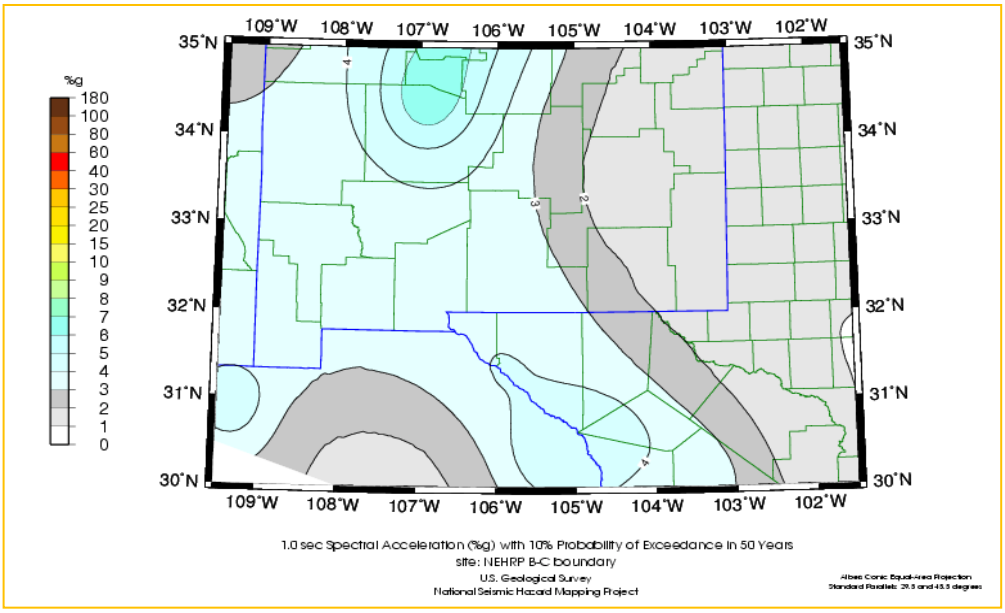


Figura VI.2.6.5.(3). Mapa de Espectral asociado al daño en construcciones con una Probabilidad de Excedencia (PE) de 10% en 50 años y un periodo de 1 seg (f = 1 Hz).

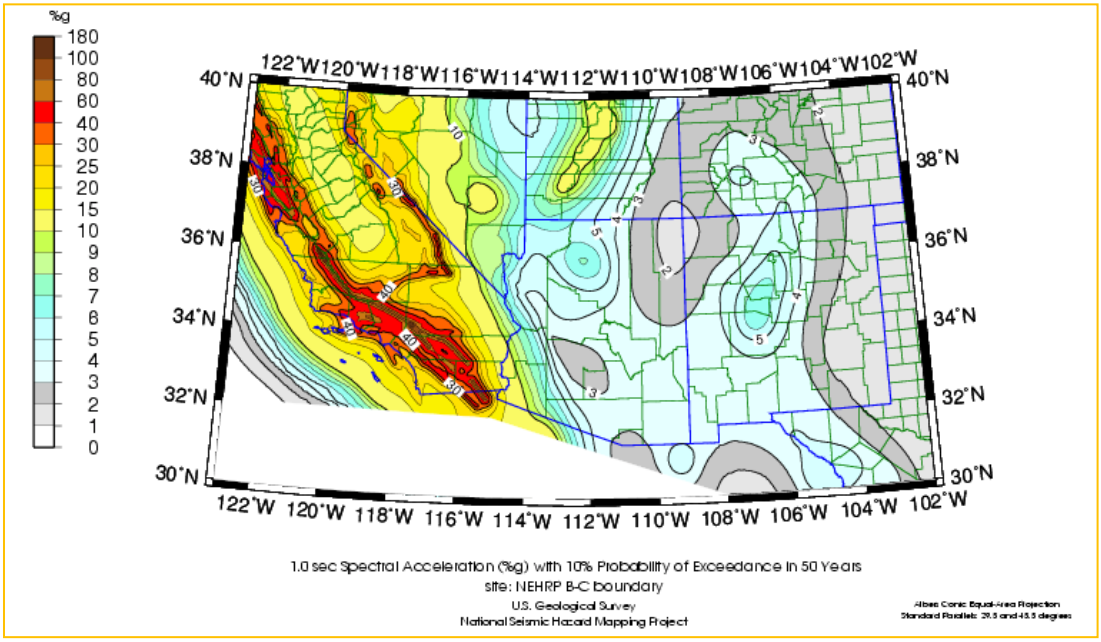


Figura VI.2.6.5.(4) Mapa de Aceleración Espectral asociado al daño en construcciones con una Probabilidad de Excedencia (PE) de 10% en 50 años y un periodo de 1 seg (f = 1 Hz). La cobertura Geográfica comprende entre el Bolsón del Hueco y la Falla de San Andrés para propósitos de comparación.

En base a los mapas procesados se puede concluir que el riesgo de afectación por actividad sísmica pasiva de baja frecuencia (1 – 10 Hz) en la región transfronteriza del Municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua es bajo, sin embargo es importante considerar los valores de Aceleración Espectral y Aceleración Pico en las etapas de diseño para asegurar que la edificación responda apropiadamente a los eventos registrados en el área. No obstante la falta de estudios de formales de Riesgo Geológico en la zona del Valle de Juarez, tanto el

municipio de Guadalupe Distrito Bravos como de Praxedis G. Guerrero, se encuentran aproximadamente a 52 y 95 kms de Ciudad Juárez, han sido considerados junto con otros 12 municipios más del estado de Chihuahua, como áreas en peligro sísmico, tal como se menciona en el Atlas de Peligros del Estado de Chihuahua.

Aún y cuando la región no es considerada de mediano o alto riesgo sísmico, si deben ser tomados en cuenta los eventos históricos para futuros estudios o bien el caso de obras civiles.

VI.2.7. Geotecnia

Para este estudio se consideraron los resultados de los estudios de geotecnia realizados en el Arroyo del Indio en la Sierra de Juárez (Figura VI.2.7.(1)) y en los taludes del Arroyo Las Víboras (Figura VI.2.7.(2)). Estos trabajos permitieron caracterizar mecánicamente algunas de las unidades litológicas que conforman las unidades geológicas presentes en las zonas de mayor peligrosidad geológica de Ciudad Juárez.

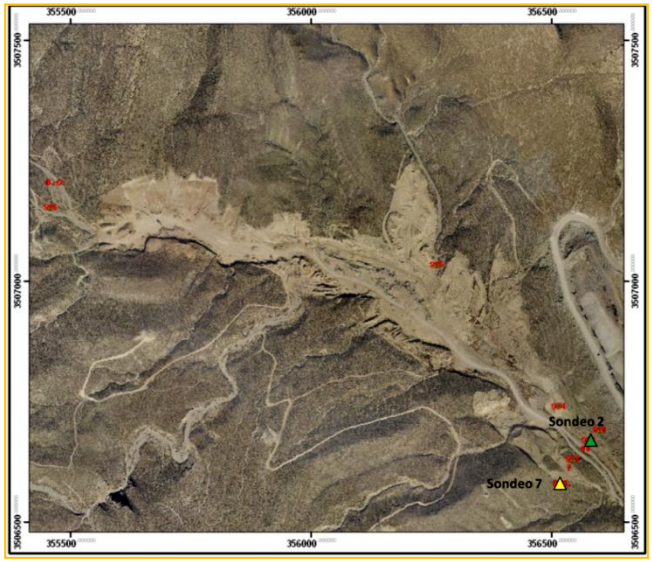


Figura VI.2.7.(1) Ubicación de los estudios de geotecnia, para estabilidad de taludes en cuenca del Arroyo del Indio.



Figura VI.2.7.(2) Localización de los sondeos realizados en el talud del Arroyo Las Víboras

De los sondeos realizados en el Arroyo del Indio (Figura VI.2.7.(1)) se muestran en el anexo de Geotecnia los resultados correspondientes a los Sondeos 2 y 7 dado que son los más representativos de las unidades geológicas en términos de litología

Los sondeos (2) realizados en el Arroyo Las Víboras (ver Anexo I), se realizaron debido a que aun y cuando el mapa geológico clasifica como Conglomerados Terciarios a los materiales que conforman los parteaguas y taludes de este arroyo, la lejanía de este con respecto del Arroyo del Indio, y la importancia en términos de vulnerabilidad de esta corriente, demandaron disponer de información más precisa en términos litológicos y geotécnicos sobre la composición del paquete de conglomerado terciario en esta zona.

El sondeo 1 (ver Anexo I) reveló las siguientes características: gravas atrapadas entre arena arcillosa, inorgánica, de baja a media plasticidad con consistencia media densa, clasificada en el SUCS como “SC” en la superficie; arena arcillosa inorgánica, de baja a media plasticidad con consistencia media densa, clasificada en el “SC”; y transiciones entre un suelo y otro a medida que se profundiza en el subsuelo.

En tanto que el Sondeo 2 (ver Anexo I) reveló fragmentos de roca entre arena arcillosa, inorgánica, de baja a media plasticidad con consistencia media densa, clasificada en el S.U.C.S como “SC” en la superficie; fragmentos de roca entre arena bien graduada arcillosa, inorgánica, de baja a media plasticidad con consistencia media densa, clasificada en el S.U.C.S como “SW - SC”; y transiciones entre un suelo y otro a medida que se profundiza en el subsuelo.

Resultado

En resumen, los estudios geotécnicos en diferentes zonas geográficas de Ciudad Juárez, muestran que aun y cuando el mapa geológico observe una sola unidad geológica, en este caso el conglomerado terciario, existen significativas diferencias en términos de litología y propiedades mecánicas, por lo que cada zona en particular debe ser estudiada a mayor detalle para efectos de identificación del nivel de riesgo, aún cuando existe una clara susceptibilidad de peligro.

VI.2.8. Tsunamis y Maremotos

No Aplica para esta localidad.

VI.2.9. Vulcanismo

No aplica para esta localidad

VI.2.10. Peligro - Deslizamientos y derrumbes

El fenómeno de inestabilidad de laderas es uno de los más recurrentes en el país, en particular en época de lluvias y cuando ocurren sismos. En esta parte del estudio se considera la inestabilidad de laderas de acuerdo con las condiciones del relieve y tipo de suelos presente, así como por fallas de estabilidad de terreno generadas por deficiencias en los cortes y rellenos, en la falda de la Sierra de Juárez.

Se dice que una ladera es inestable cuando se debilita o pierde su equilibrio y se cae o desliza por efecto de la gravedad. Esto puede ocurrir de manera natural debido a la presencia de fuertes lluvias, de lluvias continuas o a la ocurrencia de sismos. Las zonas más propensas a

tener este tipo de peligros son las zonas montañosas; sin embargo, pueden ocurrir también en áreas donde el relieve o la superficie terrestre es más suave. Debido a las lluvias intensas o continuas, gran cantidad de agua se infiltra en el suelo llenando los poros o espacios que en él existen. Como consecuencia, el suelo se satura y aumenta su peso, facilitando que se debilite y se caiga. De igual manera, cuando se presentan sismos fuertes existe el peligro de que alguna ladera que se encuentra debilitada se pueda caer, afectando a la población que vive sobre o en la parte baja de ésta. La inestabilidad de las laderas no sólo se debe a causas naturales, sino también a las humanas, ya que al deforestar se debilita el terreno. Las excavaciones y cortes mal ejecutados también pueden propiciar cierta inestabilidad. La inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos. Existen diferentes términos para referirse a los distintos elementos que forman una ladera. El pie de un talud o de una ladera es la parte inferior, la más baja de la ladera. La corona es la zona superior, y el escarpe es una superficie abrupta que se origina como resultado de un movimiento y se localiza en la arista o borde superior (CENAPRED, 2004). La inestabilidad de laderas se puede clasificar en deslizamientos, derrumbes y flujos.

Los derrumbes al igual que los deslizamientos son fenómenos que se asocian a la inestabilidad de laderas de los cerros y consisten en desprendimientos y caídas repentinas de masas de tierra o de roca que ruedan o caen directamente en forma vertical normalmente ocasionados por sismos, gravedad, actividad humana, erosión y efecto de la lluvia. Este tipo de agente perturbador está plenamente identificado en la zona norponiente que presenta una geomorfología constituida por una serie de lomeríos donde se ubica la población caracterizada por un nivel socioeconómico bajo a condiciones de marginalidad.

Análisis - Nivel 1

Mapa Topográfico

El mapa topográfico es una capa temática base para la elaboración de cualquier análisis de inventario, susceptibilidad, peligro o riesgo a procesos geológicos. Esto obedece a que es precisamente el elemento topográfico el que controla la distribución de la energía potencial de cualquier proceso, es decir, la elevación gobierna el grado de energía en equilibrio estable o inestable que puede desencadenarse y violentar cualquier proceso natural afectando vidas humanas y propiedad.

Metodología

El mapa topográfico base en este estudio se genero a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) de 1 m x 1 m en tamaño de celda generado a partir de puntos obtenidos mediante la tecnología LIDAR. La resolución del modelo es evidente ya que es posible generar mapas a nivel de terreno con separación real entre celdas de hasta 25 cm.

Resultados

El MDE se muestra en formato de relieve mostrado para resaltar los rasgos topográficos del terreno en Ciudad Juárez. Obviamente, el rasgo topográfico más conspicuo es la Sierra de

Juárez, posteriormente se observa un descenso paulatino de la elevación del terreno en las estribaciones hasta la confluencia con el Río Bravo (Figura VI.2.10.(1))

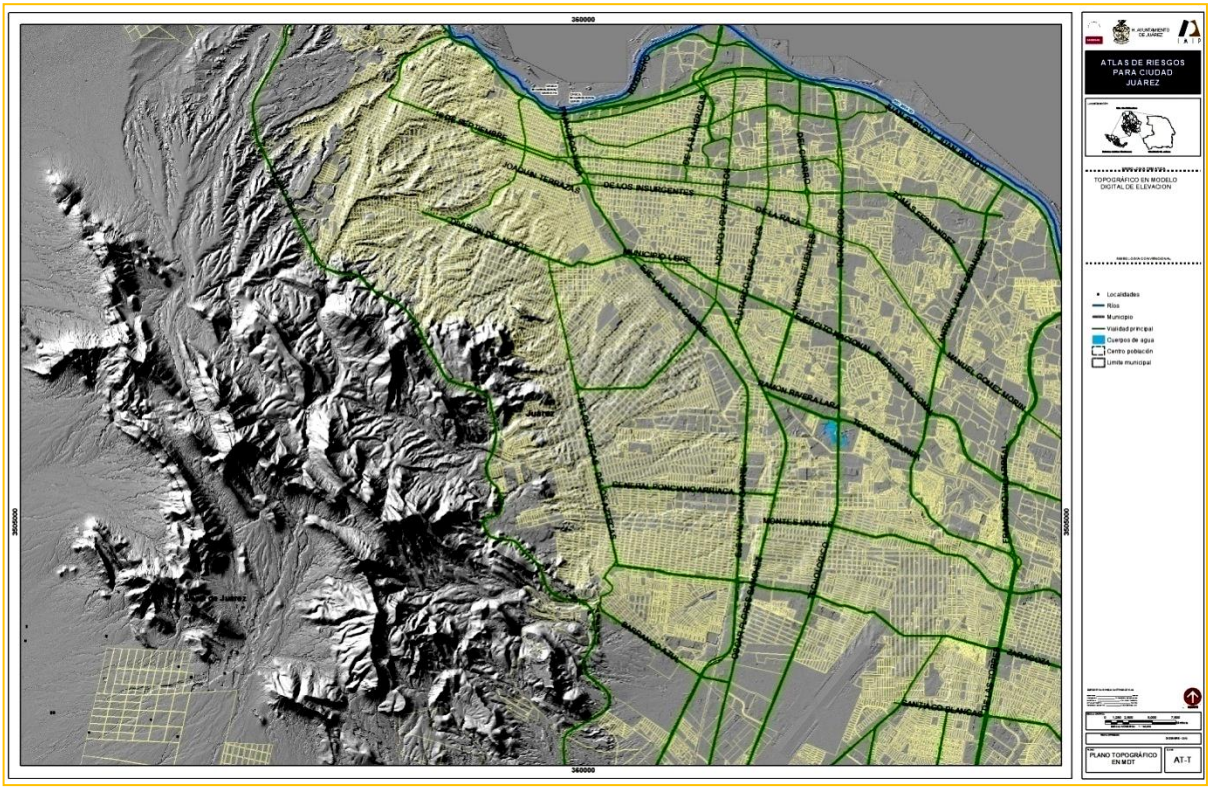


Figura VI.2.10.(1).Mapa topográfico en Modelo Digital de Elevación.

Mapa Geológico

Con el fin de cruzar información de pendientes con respecto a la constitución geologica del terreno, se elaboró el mapa geológico, integrando la información del INEGI en cuanto a geología a escala 1:50,0000 y se agregó un mapa a detalle zona Nor-Oriente de la Sierra de Juárez elaborado a escala 1:5,000 (Rascón y Gómez, 2008) el cual fue actualizado en base al análisis de ortofoto e imágenes QuickBird y el resultado de los recorridos de campo realizados ex profeso para este proyecto. El resultado principal de este mapa es que las zonas urbanizadas de las estribaciones de la Sierra de Juárez se encuentran asentadas sobre rellenos aluviales clasificados como Conglomerados Terciarios (Tcg).

El mapa geológico de Ciudad Juárez es una capa base fundamental para generar mapas con coberturas mas especializadas e indicativas de procesos geológicos que representen susceptibilidad, peligro o riesgo geológico.

Metodología

Para la generación del mapa geológico de Ciudad Juárez se emplearon las coberturas temáticas de geología del INEGI para el estado de Chihuahua y geología a detalle de las Cuencas I y II de Ciudad Juárez (Rascón y Gómez, 2008). Las capas fueron pre-procesadas, procesadas e integradas mediante un SIG. Primeramente la capa de geología del estado de

Chihuahua del INEGI (2000) fue cortada digitalmente hasta los límites de Ciudad Juárez a fin de acelerar los procesos posteriores a serle aplicados. La geología a detalle de la Sierra de Juárez fue exportada de su formato original en .dwf a formato vectorial shapefile. Este proceso introdujo artefactos en la geometría de los polígonos que definían cada unidad geológica, por lo que fue necesario digitalizarlos en un nuevo archivo de formato shapefile. Finalmente, se integró una sola base de datos con ambas coberturas para representar al mayor detalle posible, la distribución geoespacial de las diferentes unidades que conforman el escenario geológico de Ciudad Juárez.

Resultados

El mapa resultante muestra la presencia y localización geográfica de las diferentes unidades geológicas presentes en Ciudad Juárez. La escala original de la cobertura del mapa de INEGI es 1:250,000 en tanto que las Zonas I y II (Anapra y Centro respectivamente) están mapeadas a escala 1:5,000. Figura VI.6.2.10(2)

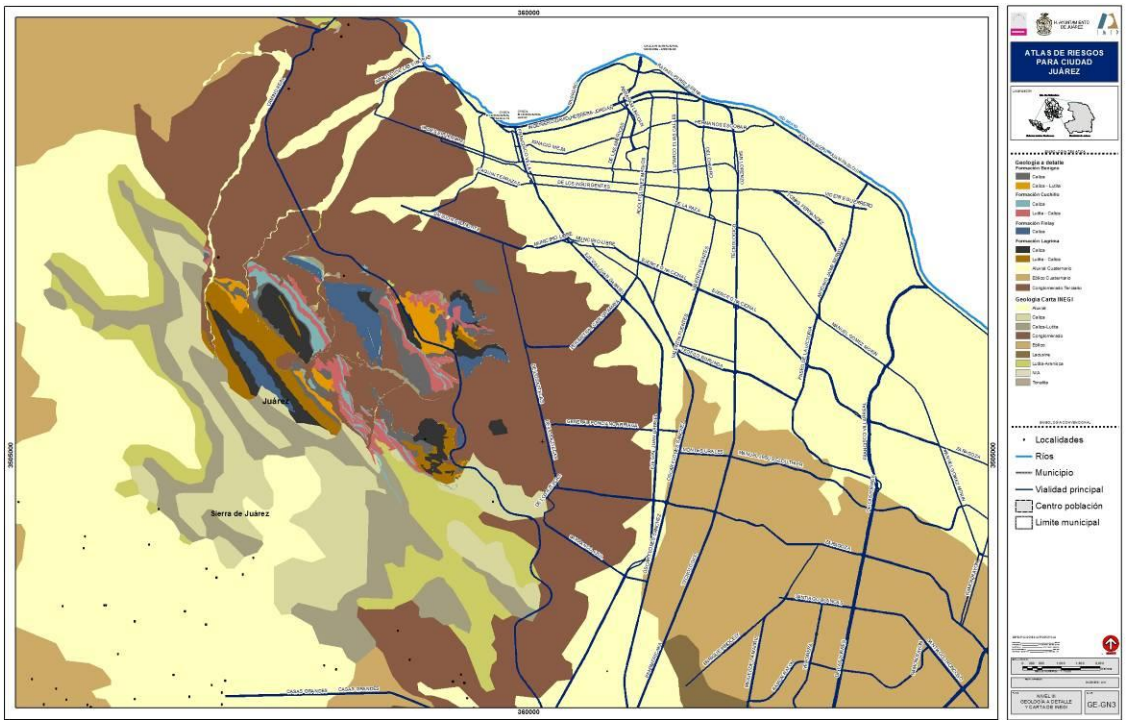


Figura VI.6.2.10.(2).Mapa geológico a detalle (Rascón y Gómez, 2008) y carta del INEGI, (2000).

Interpretación

El mapa VI.6.2.10.(2) resultante muestra que el escenario geológico es dominado estructuralmente por la Sierra de Juárez, en la cual se localizan las litologías menos susceptibles a procesos de erosión hídrica o eólica como las formaciones de roca caliza y lutitas, así como la presencia de algunos intrusivos Ígneos. En las estribaciones de la Sierra de Juárez domina la presencia de conglomerados de edad terciaria, con presencia de rellenos de tipo aluvial en los lechos de los arroyos intermitentes que conforma el sistema de drenaje de la Sierra de Juárez. En la zona más baja, se localiza el paquete de rellenos de Bolsón en los cuales predominan los rellenos aluviales y de tipo eólico.

Análisis - Nivel 2

Mapa de Pendientes

El análisis de terreno en términos de procesamiento de la información LIDAR permitió generar modelos de elevación de alta resolución (celdas de 1mx1m) a los cuales posteriormente se les aplicó la primera derivada para generar el mapa de pendientes. El mapa de pendientes se clasificó conforme a los lineamientos de SEDESOL con la única variante de que las pendientes mayores a 25 grados de inclinación fueron también procesadas para realzar el efecto de la Sierra de Juárez sobre la Vialidad Caminos Real. El resultado (Mapa de Pendientes) muestra como gran parte de las estribaciones de la Sierra de Juárez muestran pendientes mayores a 20 grados, en zonas que actualmente están ampliamente urbanizadas, colocando en consecuencia a la población e infraestructura en situación de vulnerabilidad. Las pendientes mayores a 30 grados de inclinación se localizan exclusivamente en la Sierra de Juárez donde sin embargo, no se han efectuado desarrollos urbanos, por lo cual podemos concluir que hay susceptibilidad geológica pero no peligro ni riesgo por afectación a centros de población, pero si a infraestructura civil ya que estas pronunciados pendientes si afectan considerablemente la vialidad Camino real. El mapa de pendientes se obtiene a través del procesamiento de la cobertura base de Topografía. Este mapa muestra la zonificación de las pendientes del terreno. Este rasgo morfométrico es fundamental para evaluar la factibilidad, desde una óptica geométrica, de la ocurrencia de procesos geológicos de riesgo como los deslizamientos y derrumbes.

Metodología

El mapa de pendientes se generó a partir de la primera derivada de la elevación sobre el nivel medio del mar, el proceso matemático consistió en la convolución del Kernel de primer derivada con el grid o matriz de elevaciones topográficas. En este estudio, las pendientes se obtuvieron mediante el empleo de la herramienta Slope del Spatial Analyst en el paquete computacional ArcMap.

Resultados

Las pendientes mayores a 40 grados se encuentran en la Sierra de Juárez, en tanto que en las estribaciones de la misma, se localizan pendientes en el rango de 20 a 40 grados. En la parte más baja las pendientes no exceden los 5 grados de inclinación

Interpretación

Las pendientes mayores a 40 grados se encuentran solamente en la Sierra de Juárez, este rasgo evidencia lo complejo del escenario geológico estructural de esta Sierra en la que se localizan escarpes, sobre-escarpes y sinclinales, además de la presencia de múltiples cañones o barrancas que actúan como canales principales del sistema de drenaje.

En las estribaciones de la misma, se localizan pendientes en el rango de 20 a 40 grados asociados con la presencia tanto de arroyos y parteaguas de la red hidrológica. En este mapa (VI.6.2.10.(3) Mapa de pendientes, es evidente un rasgo geomorfológico de notable importancia: en la zona localizada al oeste de la Sierra de Juárez se hace evidente un cambio de una inclinación de 15 grados aproximadamente a 5 o cero grados, lo conspicuo de esta

pronunciado gradiente de inclinación forma una línea orientada casi de norte a sur. Algunos autores la han definido como una terraza aluvial formada por las antiguas fluctuaciones del Río Bravo.

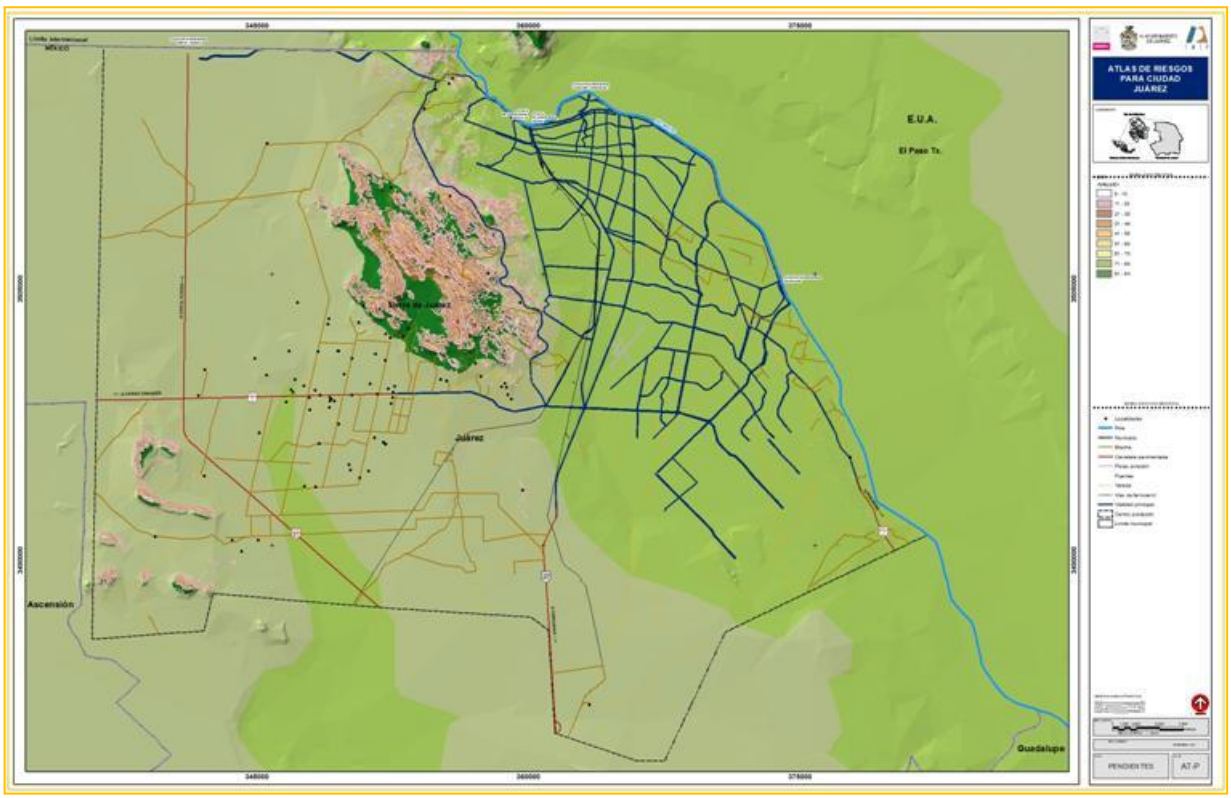


Figura VI.2.10.(3).Mapa de pendientes.

Las viviendas que se observan en las estribaciones de la Sierra de Juárez están desplantadas en partes altas y faldas de los cerros así como en zona de barrancas, donde las paredes de los cerros en su mayoría se encuentran a la intemperie sujetas a efectos de meteorización, como se muestra en las fotografías VI.2.10.(1) y (2) a continuación.



Fotos VI.2.10. (1) y (2) Viviendas en riesgo por derrumbes Col. 16 de Septiembre

En la zona de estudio el Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Juárez en el 2005, se identificaron áreas que presentan inestabilidad de laderas principalmente en la zona colindante con la sierra. En la zona norponiente se ubican alrededor de 74 colonias que presentan características de riesgo de menor a mayor grado.

En los estudios realizados a la fecha (2010-2011), mediante recorridos de campo, evaluaciones geotécnicas y la identificación de los derrubios, se pudo corroborar el peligro presente en viviendas localizadas en un número mayor de colonias, en las cuales las viviendas se encuentran asentadas en lomeríos con características de suelos erosionables, cortes inadecuados que no guardan una distancia de protección entre sí, desnivel sobre el terreno plano y la altura de los montículos, calles intermedias sin protección de flujos, entre otros conceptos desfavorables que inducen a riesgos de deslizamientos y derrumbes.

Análisis - Nivel IV

Análisis de estabilidad del talud (análisis en condiciones sin humedad)

Se comprende bajo el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea como consecuencia natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería. Desde el primer punto de vista los taludes se dividen en naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes) (Juárez, 2006).

La estabilidad de un talud está determinada por **factores geométricos** (altura e inclinación), **factores geológicos** (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), **factores hidrogeológicos** (presencia de agua) y **factores geotécnicos** o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad).

Los factores geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos se consideran **factores condicionantes** y son intrínsecos a los materiales naturales. En los suelos, la litología, estratigrafía y las condiciones hidrogeológicas determinan las propiedades resistentes y el comportamiento del talud. Junto a los factores condicionantes de la estabilidad de los taludes (pasivos), los **factores desencadenantes** (activos) provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones. Estos últimos son factores externos que actúan sobre los suelos o macizos rocosos, modificando sus características y propiedades y las condiciones de equilibrio del talud.

Se denomina deslizamiento o derrumbe a la falla en la masa del suelo localizada cuesta abajo de una ladera. Los deslizamientos pueden ocurrir de muchas maneras concebibles, paulatina o rápidamente, con o sin alguna provocación aparente. Usualmente, dichos fenómenos se manifiestan en socavaciones en la cara del talud o derrubios en su base o pie (Terzaghi, et al., 1996). El conocimiento de todos ellos permitirá un correcto análisis del talud,

la evaluación del estado de estabilidad del mismo y, en su caso, el diseño de las medidas que deberán ser adoptadas para evitar o estabilizar los movimientos; en la tabla VI.2.10.**(**1) se muestran los principales factores que influyen en la inestabilidad de un talud (González de Vallejo, et al. 2002).

Tabla VI.2.10.**(**1). Factores influyentes en la inestabilidad de los taludes

Factores condicionantes	**Factores desencadenantes**
– Estratigrafía y litología. – Estructura geológica. – Condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológico de los materiales. – Propiedades físicas, resistentes y deformaciones. – Tensiones naturales y estado tenso-deformacional.	– Sobrecargas estáticas. – Cargas dinámicas. – Cambios en las condiciones hidrogeológicas. – Factores climáticos. – Variaciones en la geometría. – Reducción de parámetros resistentes.

Los taludes en suelos rompen generalmente a favor de superficies curvas, con forma diversa condicionada por la morfología y estratigrafía del talud (Figura VI.2.10.(3)):

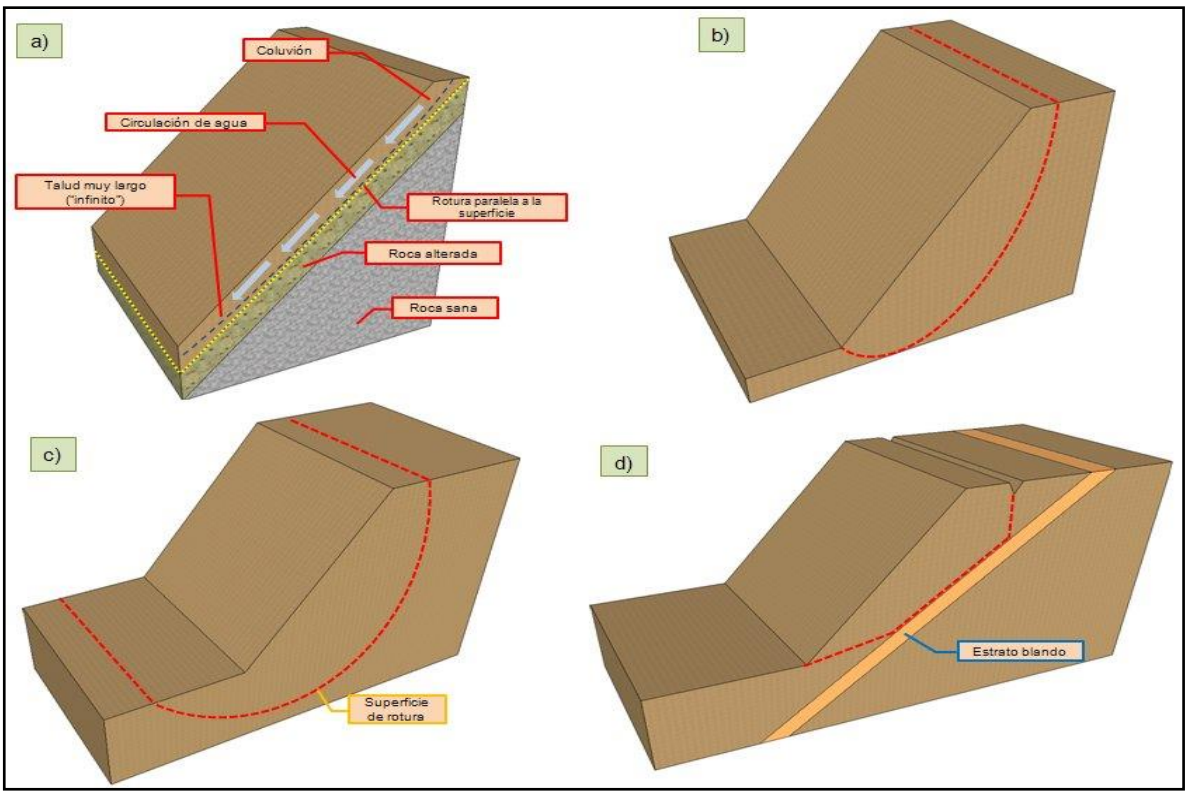


Figura VI.2.10.(3) Tipos de superficies de falla en suelos; a) falla plana, b) falla al pie, c) falla circular profunda o falla en la base del talud y d) falla según una poligonal (modificado de González de Vallejo, et al. 2002).

- Puede ser aproximadamente circular (la más frecuente), con su extremo inferior en el pie del talud (falla al pie), cuando éste está formado por terreno homogéneo o por varios estratos de propiedades geotécnicas homogéneas (Figura VI.2.10.(3) (b)).
- Puede ser casi circular pero pasando por debajo del pie del talud (falla en base de talud) (Figura VI.2.10.(3) (c)).

Si se dan determinadas condiciones en el talud, como la existencia de estratos o capas de diferente competencia, puede tener lugar una rotura a favor de una superficie plana o de una superficie poligonal formada por varios tramos planos (Figura VI.2.10.(3) (d)). Las roturas de taludes en suelos a favor de un único plano paralelo al talud son prácticamente inexistentes, aunque este modelo puede ser válido en el caso de laderas naturales con recubrimientos de suelos sobre rocas (Figura VI.2.10.(3) (a)) o en el caso de taludes rocosos, donde la presencia de discontinuidades paralelas al talud puede definir superficies de roturas planas, aunque en lo general estas no alcanzan el hombro del talud (González de Vallejo, et al. 2002).

Los estudios geológicos y geotécnicos de taludes están dirigidos al diseño de taludes estables en función de las condiciones requeridas (corto, medio o largo plazo, relación costo-seguridad, grado de riesgo aceptado, etc.) así como la estabilización de taludes inestables.

Los análisis de estabilidad permiten diseñar los taludes, mediante el cálculo de su factor de seguridad, y definir el tipo de medidas correctoras o estabilizadoras que deben ser aplicadas en caso de fallas reales o potenciales o cuando estos presentan problemas de inestabilidad. Se debe elegir un coeficiente de seguridad adecuado, dependiendo de la finalidad y del carácter temporal o definitivo del talud, combinando los aspectos de seguridad, costos de ejecución, consecuencias o riesgos que podría causar su falla, etc.

Para taludes permanentes, el coeficiente de seguridad a adoptar debe ser igual o superior a 1.5 e incluso 2.0 dependiendo de la seguridad exigida y de la confianza que tenga en los datos geotécnicos que interviene en los cálculos; para taludes temporales el factor de seguridad está en torno a 1.3 pero en ocasiones pueden adoptarse valores inferiores ((González de Vallejo, et al. 2002).

Los asentamientos irregulares de población sobre los cauces de arroyos, vasos de captación, zonas inundables y en lo general sobre cualquier territorio no planeado; generan problemas de ocupación de espacios, falta de servicios básicos y durante contingencias climatológicas desastres a los bienes materiales de la población. En Ciudad Juárez, Chihuahua, una de las zonas que ha causado mayor preocupación en cuanto a desastres naturales es la que comprende a la microcuenca del Arroyo Las Víboras, ubicada en la parte noroeste de la ciudad (Figura VI.2.10.(4):

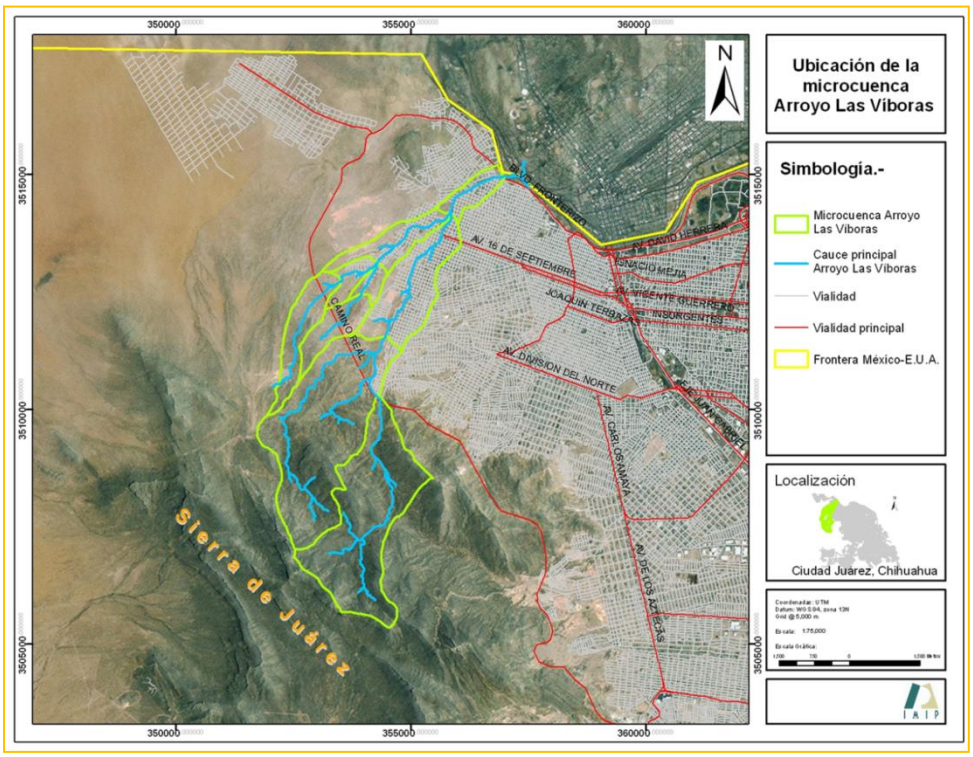


Figura VI.2.10.(4):Localización de microcuenca Arroyo Las Víboras Ciudad Juárez, Chih.

En dicha región de la ciudad convergen factores que pueden causar desastres naturales para la población ahí asentada, tales como inundaciones en las cercanías al cauce del arroyo Las Víboras, derrumbes y deslaves de los taludes que conforman abundantemente la geomorfología de la zona, desbordamiento de diques y bordos, etc.

El presente documento es un **reporte técnico** de los resultados obtenidos para el **análisis de estabilidad de un talud** ubicado dentro de la microcuenca Arroyo Las Víboras, el cual, fue sometido al modelado de su posible comportamiento mecánico en estado saturado de humedad y con cargas sobre su hombro y laderas, de acuerdo a las características de los materiales que lo conforman así como de los factores externos o de origen entrópico que puedan tener influencia sobre el mismo.

Área de estudio

El talud estudiado se encuentra en la colonia Fronteriza Alta, corre paralelo a las calles Sinaloa y Navojoa (entre las cuales se encuentra), teniendo en su borde la calle Cananea por algunos tramos; generalmente mantiene un rumbo de N 21°22’ 40” E, está conformado por conglomerados terciarios y forma parte de la subcuenca Arroyo Las Víboras en Ciudad Juárez, Chihuahua Figura VI.2.10.(5):

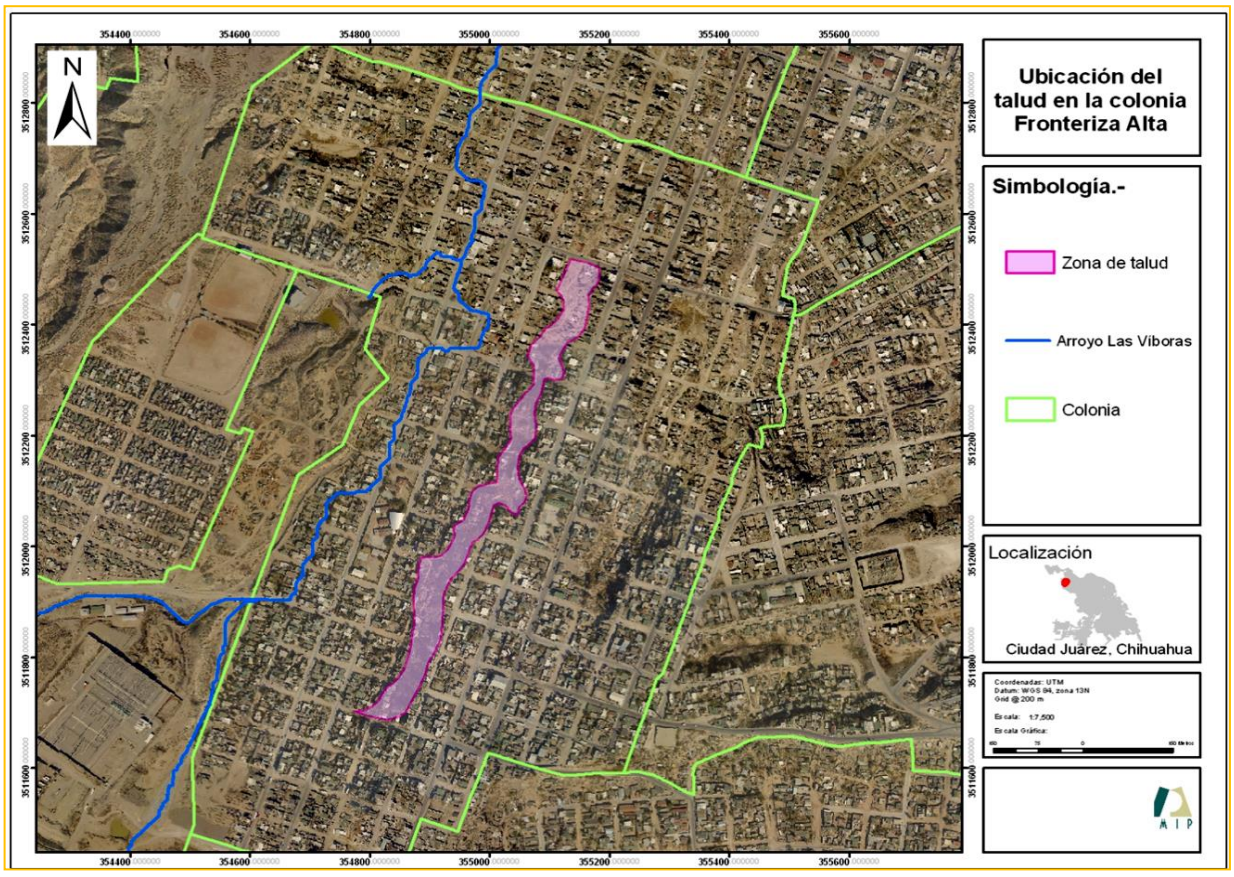


Figura VI.2.10.(5):Ubicación general del talud estudiado.

Metodología

El análisis de estabilidad del talud consistió en los siguientes pasos:

- Ubicación de la zona de riesgo.- Dentro de la subcuenca Arroyo Las Víboras se buscó el área donde coexistieran asentamientos humanos e infraestructura importante con taludes escarpados conformados por materiales geológicamente débiles o inestables (arenas, limos, suelos poco cohesivos, suelos arcillosos, conglomerados poco cementados, etc.).
- Definición de la geometría del talud.- Mediante el uso de topografía *LIDAR*© se estableció la sección transversal del talud la cual fue sometida a su análisis con software especializado.
- Análisis de estabilidad.- Una vez establecida la geometría de la sección transversal del talud, se le conformaron en software sus características geotécnicas y factores externos tales como presencia de humedad y cargas sobre el mismo para modelar diversos escenarios de falla del talud y determinar el Factor de Seguridad Crítico que podría presentarse durante un evento hidrometeorológico importante.

Se determinó la ubicación del análisis de estabilidad del talud a partir de un corte transversal a este, localizándolo paralelamente a la calle Doctor Manuel Ruíz y marcado en sus extremos por las calles Nogales y Chiapas Figura VI.2.10.(6).

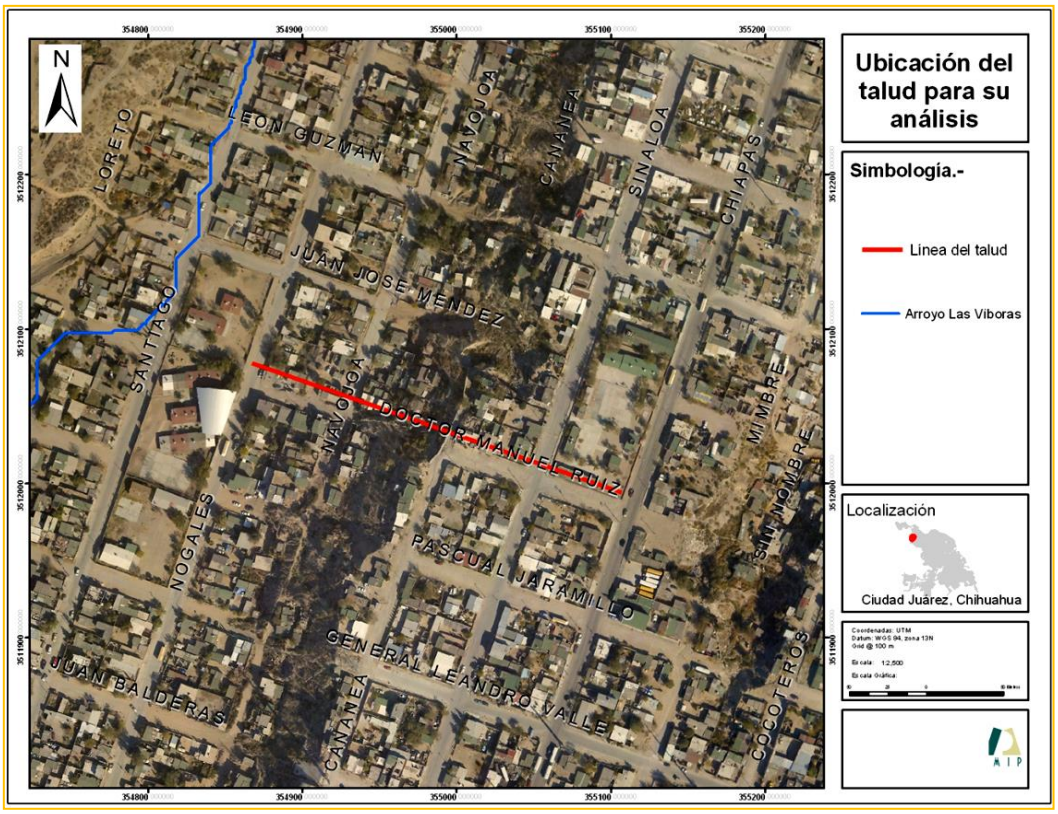


Figura VI.2.10.(6) Ubicación del análisis de estabilidad del talud.

La conveniencia de realizar el análisis en dicha zona se centró en que está altamente poblada, con vialidades a su alrededor y sobre todo a la existencia de tres planteles educativos en sus extremos, la escuela Primaria Centauro del Norte en el extremo izquierdo y el conjunto formado por la Primaria Sor Juana Inés de la Cruz y el Jardín de niños Francisco González

Bocanegra en el extremo derecho; lo cual, puede resultar peligroso para las personas en caso de un posible derrumbe, deslizamiento o alud de material de las laderas durante una contingencia hidrometeorológica; además de que se cuenta con un estudio de mecánica de suelos elaborada por el IMIP en dicha zona.

Una vez localizado el perfil de estudio, se procedió a determinar su forma geométrica de acuerdo a la topografía de la zona; se utilizaron las herramientas del software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*© para obtener primero las curvas de nivel del terreno y mediante un eje que inicia en las coordenadas (354,867.502; 3'512,077.910) y termina en (355,107.038; 3'511,994.165), obtener el perfil del talud e idealizarlo -eliminando brincos consecutivos en la topografía- para el análisis de su estabilidad (Figura VI.2.10.(7)).

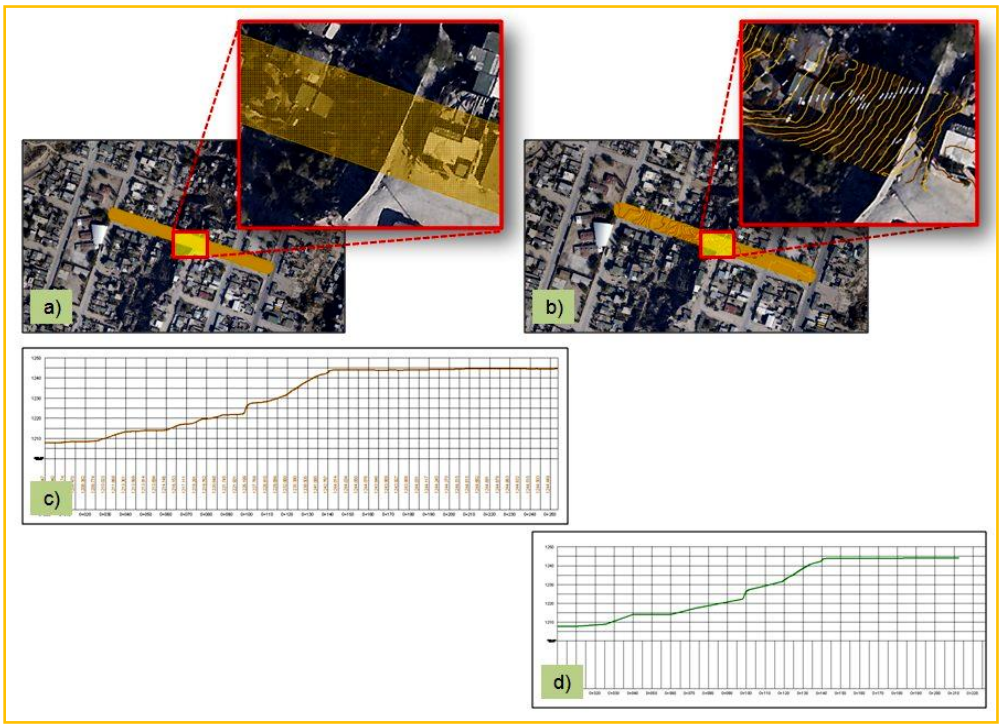


Figura VI.2.10.(7). Obtención de la geometría del perfil de talud para su análisis de estabilidad; a) malla tridimensional formada por puntos de topografía, b) curvas de nivel del terreno obtenidas con la malla tridimensional, c) perfil del terreno natural y d) perfil idealizado del terreno natural.

Con la geometría establecida para el talud, el siguiente paso consistió en realizar su análisis de estabilidad con diversas herramientas del software *GeoStudio 2007*®. Un solo análisis con cada una de las herramientas de *GeoStudio 2007*® comprende básicamente cuatro etapas:

1. La primera consiste en definir la geometría y los estratos que componen la porción de suelo estudiada.
2. La segunda etapa es la asignación de las características de cada estrato de suelo, obtenidas en ensayes de campo o laboratorio (peso volumétrico, clasificación SUCS,

Límites de Atterberg, cohesión intermolecular, ángulo de fricción interna, resistencia al esfuerzo cortante, etc.).

3. La tercera etapa consiste en asignar sobre la superficie del suelo los factores externos que pueden afectar su comportamiento mecánico; humedad, cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo, etc.
4. Por último, el cálculo de los resultados del análisis, el cual, depende de la naturaleza del problema y se puede conjugar con los resultados de otros análisis.

En esta fase del estudio, que comprende la determinación de los factores de seguridad para procesos de remoción de masa (deslizamientos y derrumbes) se realizó el cálculo del Factor Crítico de Seguridad para el mismo en condiciones secas y con peso, esto debido a que las características imperantes del clima en la región de Ciudad Juárez se clasifican dentro del seco o desértico donde las lluvias se presentan solo en el verano (IMIP 2004, 31).

Al igual que en el análisis de estabilidad en condiciones húmedas, los pasos para obtener el Factor Crítico de Seguridad fueron los siguientes:

1.- Se copió la geometría utilizada en el análisis del talud seco con cargas.

2.- Las características del material que integran al talud fueron conformadas con los resultados del estudio de mecánica de suelos realizados en la zona de estudios.

Los materiales que conforman el modelo se caracterizan, en base al estudio de mecánica de suelos por:

Primer estrato (arenas arcillosas)

- Peso volumétrico.- **12.905 kN/m³**.
- Cohesión: **6.86 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **29.0°**.

Segundo estrato (arenas bien graduadas con finos plásticos)

- Peso volumétrico.- **14.950 kN/m³**.
- Cohesión: **1.96 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **30.0°**

Tercer estrato (arenas arcillosas).

- Peso volumétrico.- **13.518 kN/m³**.
- Cohesión: **4.9 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **28.0°**.

3.- Como factores externos, se especificó a la zona de la corona como la de la posible entrada de fallas, mientras que se eligieron 4 zonas de posible salida de las mismas (Figura VI.2.10.(8)) entre las cuales se compararon los Factores Críticos de Seguridad eligiendo al menor como el más severo.

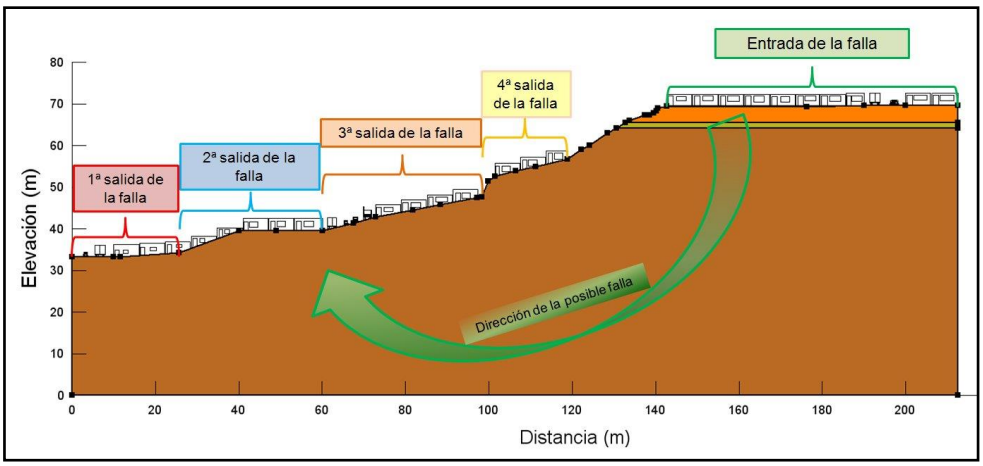


Figura VI.2.10.(8) Especificaciones en el modelo para la entrada y las salidas de las posibles fallas en el talud.

4.- Los resultados de los Factores Críticos de Seguridad obtenidos en los cuatro modelos de posibles escenarios de falla se mencionan a continuación:

Primer escenario de falla (Figura VI.2.10.(9)).

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(0, 33.2) a (25.7, 34.2)**.
- Factor Critico de Seguridad: **2.106**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(53.412, 202.924)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **170.985**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(160.151, 69.3479)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(25.7, 34.2)**.
- Total de dovelas calculadas: **39**.

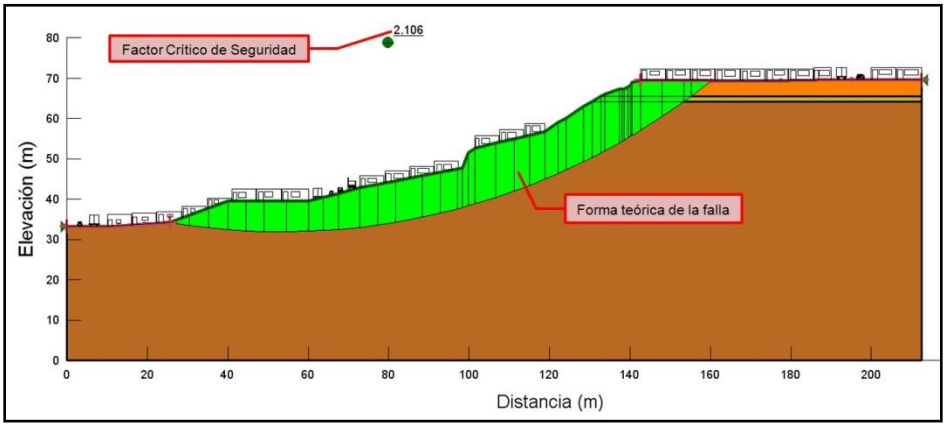


Figura VI.2.10.(9).Primer escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad en condiciones de talud seco.

Segundo escenario de falla (Figura VI.2.10.(10)).-

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(25.7, 34.2) a (60.1, 39.5)**.
- Factor Critico de Seguridad: **1.790**

- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(75.243, 171.349)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **132.716**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(160.151, 69.3479)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(60.1, 39.5)**.
- Total de dovelas calculadas: **38**.

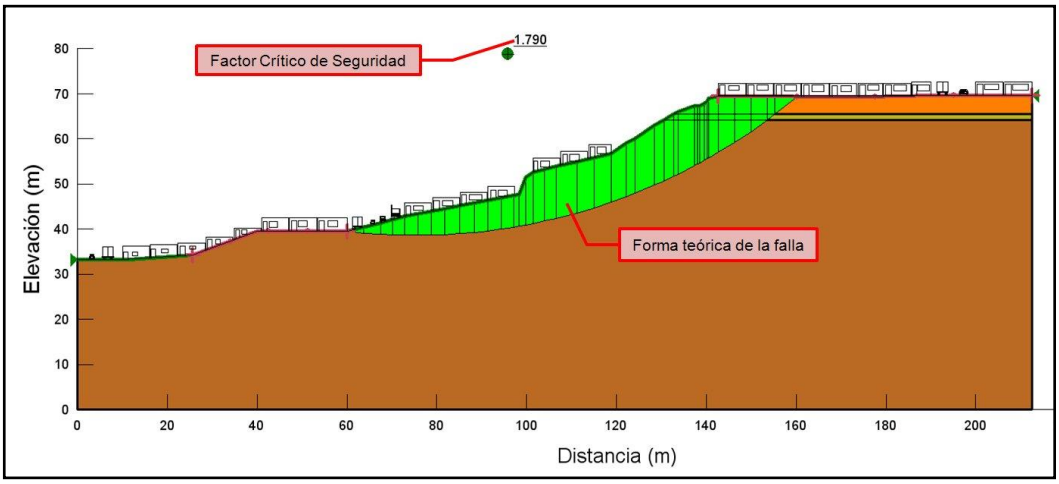


Figura VI.2.10.(10).Segundo escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad en condiciones de talud seco.

Tercer escenario de falla (Figura VI.2.10.(11))

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(60.1, 39.5) a (98.3, 47.7)**.
- Factor Critico de Seguridad: **1.531**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(89.833, 121.298)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **74.084**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(98.3, 47.7)**.
- Total de dovelas calculadas: **33**.

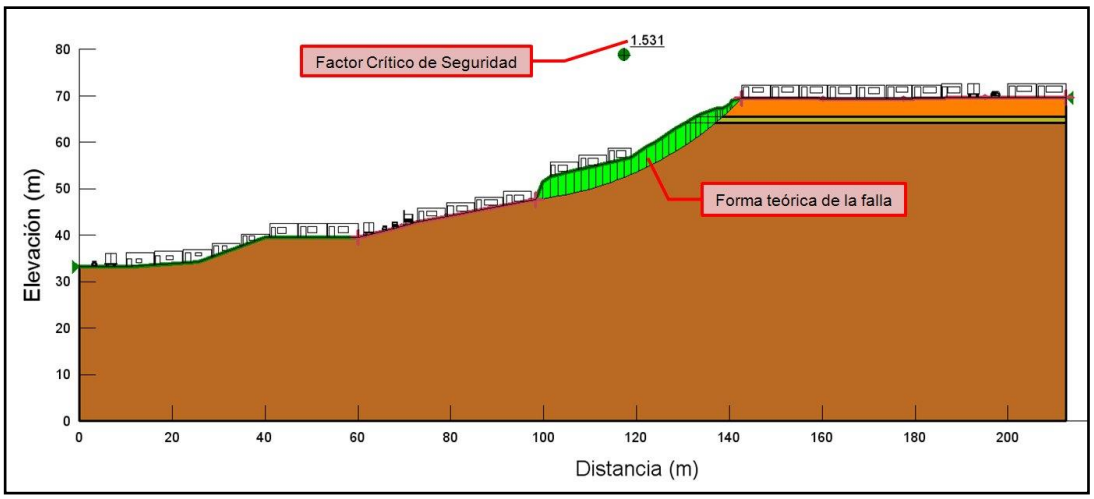


Figura VI.2.10.(11).Tercer escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad en condiciones de talud seco.

Cuarto escenario de falla- Figura VI.2.10.(12).

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(98.3, 47.7) a (118.9, 56.8)**.
- Factor Critico de Seguridad: **1.463**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(112.297, 98.051)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **41.776**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(118.9, 56.8)**.
- Total de dovelas calculadas: **32**.

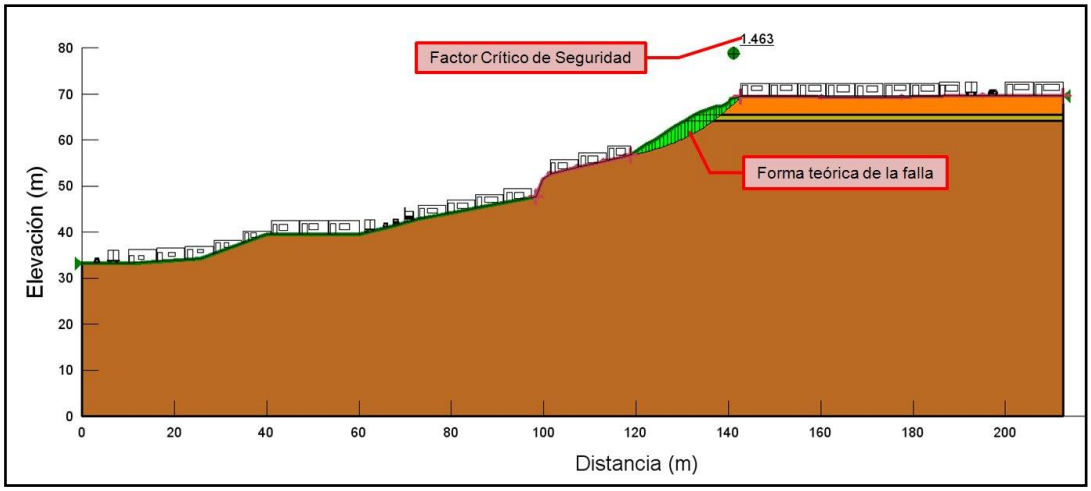


Figura VI.2.10.(12).Cuarto escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad en condiciones de talud seco.

Los resultados obtenidos de acuerdo a la Tabla VI.2.10.(2), se muestra que en todas las simulaciones el talud tipo estudiado es estable para procesos de remoción de masa tanto por

deslizamiento (escenarios 1 y 2) como por derrumbe (escenarios de falla 3) en condiciones secas (sin saturación). Sin embargo, en el análisis de falla 4, correspondiente al escenario de derrumbes, se presenta un FS por debajo del mínimo de 1.5.

Tabla VI.2.10.(2). Resultados obtenidos

Análisis de falla \ Condición	Tipo de Proceso	Talud seco (FCS)
1	Deslizamiento	2.106
2	Deslizamiento	1.790
3	Derrumbe	1.531
4	**Derrumbe**	**1.463**

VI.2.10.1. Flujos

Debido a su ubicación y medio físico, Ciudad Juárez sufre los embates de eventos climatológicos extremos propios de una región desértica; conocido es que en estas regiones, los eventos de precipitación se presentan en manera repentina, puntual y de gran intensidad.

Los flujos, son movimientos del suelo y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde las partículas, grandes fragmentos tienen movimientos relativos sobre una superficie de falla. Los más importantes son los de lodo, las avalanchas de suelos y rocas, los lahares, que se originan en el talud de un volcán y los deslizamientos de varias capas de un terreno. Se distinguen las expansiones o desplazamientos laterales, que son movimientos de masas en pendientes muy suaves. Los movimientos complejos, que son resultado de cambios en los movimientos iniciales y cambian al ir desplazándose ladera abajo. Las avalanchas de rocas y flujos deslizantes son las más frecuentes y ocasionan grandes pérdidas.

Algunos de estos fenómenos también son obra del ser humano, al construir carreteras o bien al “descopetar” los cerros y construir viviendas, situación que implica la deforestación, extracción de rocas, remoción de suelo, compactación deficiente, superficies sin drenajes, etc., siendo los flujos un proceso directamente asociado a los deslizamientos.

Entre los aspectos que una persona debe tomar en cuenta para poder identificar indicios de inestabilidad en los terrenos, están:

- Presencia de manantiales, filtraciones o suelos saturados en áreas que generalmente no están húmedas.
- Desarrollo de grietas o abultamientos en el terreno, ya sea natural o artificial.
- Movimiento de suelos que dejan al descubierto cimentaciones de estructuras.
- Estructuras que se han movido o inclinado con el tiempo.

- Inclinación y/o agrietamiento de pisos y cimentaciones de concreto.

- Ruptura de tubos de agua y otras estructuras subterráneas.

- Inclinación de postes telefónicos y/o eléctricos, árboles, muros de contención o cercas.

- Carreteras que se hunden súbita o frecuentemente.

- Incremento rápido del nivel de agua de un arroyo y presencia de agua turbia.

- Descendimiento rápido de los niveles de agua a pesar de estar lloviendo.

- Desajuste de puertas y ventanas y espacios visibles entre ellos.

Los flujos de lodo y escombros, pueden contener además toneladas de basura y materiales y mobiliario que van arrastrando, lo que las hace todavía más peligrosas.

Análisis - Nivel 1

El factor agua como elemento desencadenante, aunado a la presencia de unidades geológicas constituidas por litologías débiles, que se ubican en pendientes mayores a 20 grados de inclinación, se constituyen como un factor de riesgo geológico por flujos. Durante esta etapa se elaboraron capas temáticas que permitieran relacionar el factor desencadenante de lluvias extremas con el condicionante de susceptibilidad a procesos de remoción de masa, mediante escurrimientos generados por lluvias intensas.

Análisis - Nivel 2

Densidad de escurrimientos

El mapa de densidad de escurrimientos muestra el número de escurrimientos por kilómetro cuadrado. Aunque no es un mapa de densidad de drenaje km/km², esta cobertura temática muestra las áreas de la ciudad en las cuales confluyen el mayor número de escurrimientos. Esta zonificación es útil, ya que los eventos de lluvia extrema son un factor desencadenante de los procesos de remoción de masa (deslizamientos y derrumbes).

Metodología

Para la generación de este mapa se empleo la red hidrológica completa de las cuencas I y II. Es decir todos los escurrimientos mapeados mediante la herramienta *Arc Hydro* fueron considerados sin ser clasificados por orden conforme al esquema de Horton. Los escurrimientos considerados fueron procesados por el Laboratorio de Climatología de la UACJ y no se dispuso de clasificación ni largo de escurrimientos. Ante esta situación, se opto por calcular la densidad lineal de escurrimientos determinándose así la cantidad de escurrimientos por kilómetro cuadrado.

Resultados

Los resultados muestran en el mapa de la Figura VI.2.10.1.(1) clave GE-DLE, la densidad lineal de escurrimientos donde se distingue en tonos púrpura las áreas de las Cuencas I y II

que concentran el mayor número de escurrimientos por kilómetros cuadrado, en tanto que en azul se muestran las zonas con menor confluencia de arroyos y tributarios. Se puede apreciar que los cauces correspondientes al Arroyo de las Víboras y el Arroyo Colorado presentan una alta incidencia de escurrimientos.

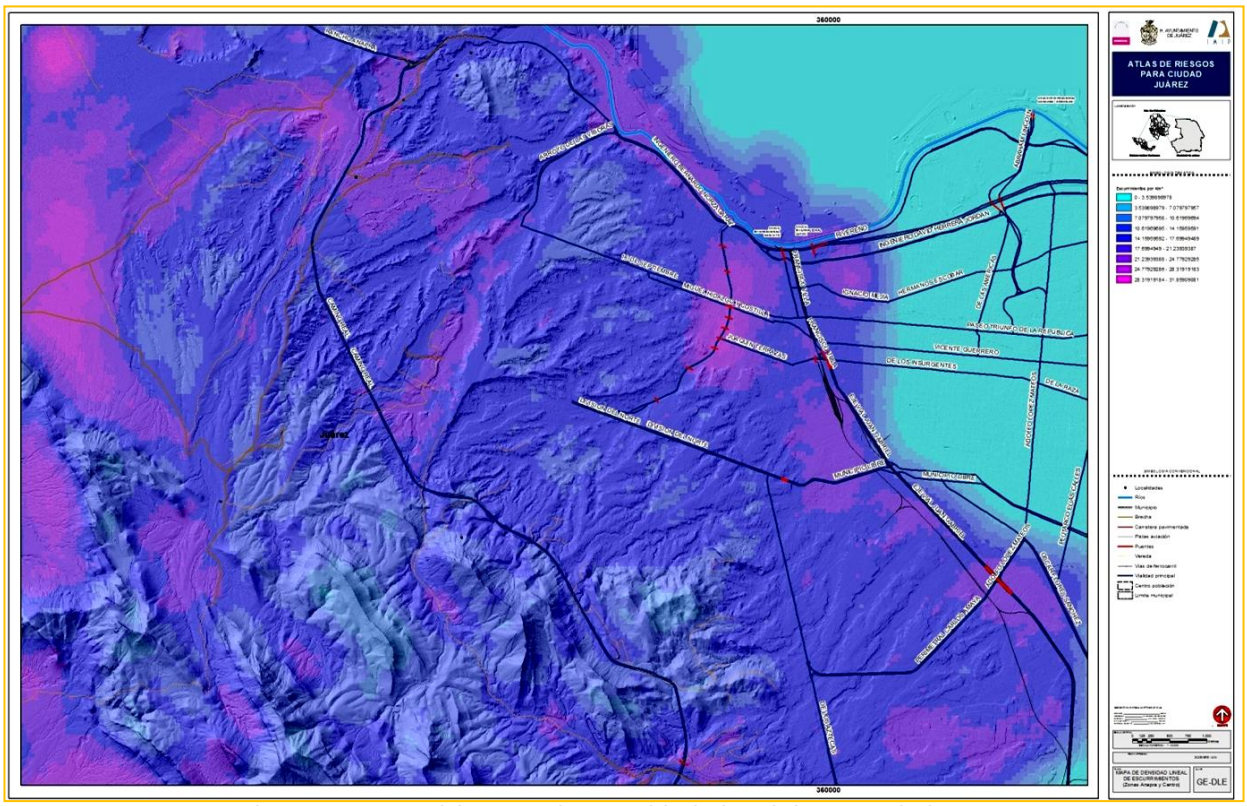


Figura VI.2.10.1.(1) Mapa de Densidad Lineal de Escurrimientos.

Interpretación

Las zonas púrpuras son más susceptibles a presentar procesos de remoción de masa. Sin embargo, es importante hacer notar que esta cobertura debe intersectarse con la de factores condicionantes de pendiente y litologías asociadas con materiales granulares para obtener una zonificación final de peligro o riesgo geológico.

VI.2.11. Vivienda con problemas de estabilidad geotécnica

La Dirección de Protección Civil del Municipio, informa que han sido reportadas por sus propietarios, un número importante de viviendas con distintos problemas relacionados con estabilidad geotécnica, de acuerdo a los registros de viviendas evaluadas técnicamente se identificaron durante los años 2008-a febrero del 2011, un total de 2,154 viviendas todas ellas localizadas en 171 colonias. A continuación se describe la relación de viviendas reportadas por

colonia, en las Tablas VI.2.11.(1) al (4), las cuales presentan distintos grados de afectación, siendo esta una prioridad para su atención por parte del municipio:

Tabla VI.2.11.(1) Viviendas identificadas en riesgo de deslizamiento 2011				
Colonia	Cantidad		Colonia	Cantidad
Aldama	1		Vista Los Ojitos	1
Campestre Virreyes	1		Vistas De La Cumbre	1
Canto De Calabria Etapa 2	1		Anáhuac	2
Carlos Salinas De Gortari	1		Bella Provincia	2
Castillo Peraza	1		Luis Olague	2
Cerrada Basalto	1		Praderas De Los Oasis	2
Complejo Integral Aeropuerto	1		Ricardo Flores Magón	2
Corregidora	1		Rincón Del Solar	2
Eco 2000	1		Vicente Guerrero	2
Emiliano Zapata	1		Vista Hermosa	2
Fidel Velázquez	1		Ampliación Francisco Sarabia II	3
Guadalajara Derecha	1		Azteca	3
Héroes De La Revolución	1		Chihuahua	3
Horizontes Del Sur	1		El Mármol	3
Jardines De San Francisco	1		Francisco Villa	3
Jardines Del Lago	1		Juanita Luna	3
Josefa Ortiz De Domínguez	1		Luis Echeverría	3
Ladrillera	1		Paso Del Norte	3
Lázaro Cárdenas	1		Anapra	3
Libertad	1		Ladrillera De Juárez	4
Maestros Estatales	1		Adolfo López Mateos	5
Misiones Del Real	1		Ampliación Francisco Sarabia	5
Obrera	1		Fronteriza Alta	5
Paraje De Oriente Etapa 14	1		Galeana	5
Parajes De San José	1		Loma Linda	5
Partido Romero	1		Parajes Del Sur	5
Paseos De Santa Mónica	1		Francisco I. Madero	8
Pradera De Las Torres	1		Francisco Sarabia	8
Praderas De La Sierra	1		Fronteriza Baja	9
Praderas De Los Álamos	1		Mariano Escobedo	9
Praderas Del Sol	1		Álvaro Obregón	11
Quintas Del Real	1		Felipe Ángeles	11
Renovación 92	1		Fronteriza	12
Revolución 92	1		Guadalajara	15
Revolución Mexicana	1		Linda Vista	15
Rincones De Salvarcar	1		Guadalajara Izquierda	17
Riveras Del Bravo #8,	1		Puerto La Paz	19
San Antonio	1		16 De Septiembre	28
San Felipe Del Real	1		Ampliación Fronteriza	28
Sara Lugo	1		Gustavo Díaz Ordaz	29
Senderos De El Sol	1		Plutarco Elías Calles	30
Senderos De San Isidro	1		Siglo XXI	52

Unidad Habitacional Emiliano Zapata	1			Ampliación Siglo XXI	58
Valle De Los Olivos	1			Total	483
Vergel Satélite	1				

Tabla VI.2.11.(2) Viviendas identificadas en riesgo de deslizamiento 2010					
Colonia	Cantidad			Colonia	Cantidad
Agua Prieta	1			Lomas Del Valle	2
Aldama	1			Parajes Del Sur	2
Altavista	1			Revolución Mexicana	2
Ampliación Chihuahua	1			San Felipe Del Real	2
Ampliación Felipe Ángeles	1			Del Carmen	3
Ángeles Trias	1			Franja Del Rio	3
Arroyo Colorado	1			Guadalajara Derecha	3
Bellavista	1			Independencia II	3
Benito Juárez	1			La Presa	3
Chaveña	1			Obrera	3
Cobre	1			Paso Del Norte	3
Corregidora	1			Primero De Mayo	3
Cuauhtémoc	1			Primero De Septiembre	3
El Barreal	1			Renovación 93	3
El Mármol	1			Ampliación Fronteriza	4
El Roble	1			Burócrata Municipal	4
Gregorio M. Solís	1			Francisco I. Madero	4
Industrial	1			Libertad	4
Josefa Ortiz De Domínguez	1			Maestros Estatales	4
La Cuesta	1			Morelos	4
Ladrilleros Y Caleros	1			Sara Lugo	4
Las Montañas	1			Ampliación Siglo XXI	5
Leyes De Reforma	1			Barrio Alto	5
Linda Vista	1			Juárez	5
Lomas De Poleo	1			Vicente Guerrero	5
Lomas De San José	1			Ampliación Plutarco Elías Calles	6
Los Oasis	1			Azteca	6
Luis Donaldo Colosio	1			Emiliano Zapata	6
Manuel J. Clouthier	1			Adolfo López Mateos	7
Manuel Valdez	1			Guadalajara Izquierda	7
Melchor Ocampo	1			Insurgentes	7
Niños Héroes	1			Lázaro Cárdenas	7
Norte Hidalgo	1			Fronteriza Alta	12
Parajes Del Sol	1			Juanita Luna	12
Paseo Del Alba	1			Mariano Escobedo	14
Periodista	1			Fronteriza Baja	16
Postal	1			Bella Provincia	18
Ramón Aranda	1			Anapra	19
Riveras Del Bravo	1			Castillo Peraza	19
Salvarcar	1			Luis Echeverría	19
Santa María	1			Guadalajara	21

Sin Colonia	1		Galeana	26
Teloloapan	1		Francisco Villa	29
Tierra Nueva	1		Puerto La Paz	29
Tierra Y Libertad	1		Ampliación Francisco Sarabia	30
Torreón	1		Felipe Ángeles	38
Villas Del Sur	1		Gustavo Díaz Ordaz	39
Vista Hermosa	1		Francisco Sarabia	41
Vista Los Ojitos	1		Nueva Galeana	48
Ampliación 16 De Septiembre	2		Siglo XXI	51
Andrés Figueroa	2		Fronteriza	53
Campestre Virreyes	2		16 De Septiembre	56
Carlos Castillo Peraza	2		Plutarco Elías Calles	71
Cazadores De Juárez	2		Ladrillera De Juárez	73
División Del Norte	2		Chihuahua	74
El Granjero	2		Total	1005
Granjas De Chapultepec	2			

Tabla VI.2.11.(3) Viviendas identificadas en riesgo de deslizamiento 2009

Colonia	Cantidad		Colonia	Cantidad
Aldama	1		Villas Del Sur	1
Altavista	1		Vista Hermosa	1
Ampliación Fronteriza II	1		Campestre Virreyes	2
Ampliación Plutarco Elías Calles	1		Independencia II	2
Anáhuac	1		Luis Olague	2
Ángeles Trias	1		Emiliano Zapata	3
Bellavista	1		Guadalajara Derecha	3
Burócrata Municipal	1		Guadalajara Izquierda	3
Carlos Chavira	1		Juárez	3
Casas Grandes	1		Morelos	3
Cuauhtémoc	1		Renovación	3
El Barreal	1		Ampliación Fronteriza	4
El Mármol	1		Azteca	4
El Roble	1		Barrio Alto	4
Felipe Del Real	1		La Presa	4
Francisco I. Madero	1		Vicente Guerrero	4
Gregorio M. Solís	1		Ampliación Siglo XXI	5
Independencia I	1		Insurgentes	5
La Cuesta	1		Siglo XXI	5
Las Montañas	1		Juanita Luna	6
Leyes De Reforma	1		Fronteriza Alta	7
Lomas De Morelos	1		Mariano Escobedo	7
Lomas De Poleo	1		Lázaro Cárdenas	8
Lomas Del Valle	1		Adolfo López Mateos	9
Maestros Estatales	1		Galeana	10
Manuel J. Clouthier	1		Bella Provincia	11
Manuel Valdez	1		Anapra	11
Niños Héroes	1		Puerto La Paz	12

Norte Hidalgo	1		Luis Echeverría	15
Nuevo México	1		Felipe Ángeles	16
Parajes Del Sol III	1		Francisco Sarabia	16
Parajes Del Sur	1		Fronteriza Baja	16
Popular	1		Ladrillera De Juárez	19
Posada Del Márquez	1		Carlos Castillo Peraza	20
Primero De Mayo	1		Guadalajara	22
Primero De Septiembre	1		Gustavo Díaz Ordaz	22
Revolución Mexicana	1		Plutarco Elías Calles	27
Riveras Del Bravo	1		Ampliación Francisco Sarabia	28
San Felipe Del Real	1		Fronteriza	29
Senderos De San Isidro	1		Nueva Galeana	33
Tierra Nueva	1		16 De Septiembre	35
Tierra Y Libertad	1		Chihuahua	42
Torreón	1		Total	525

Tabla VI.2.11.(4) Viviendas identificadas en riesgo de deslizamiento 2008

Colonia	Cantidad		Colonia	Cantidad
Ampliación Felipe Ángeles	1		Torres Del PRI	1
Barrio Azul	1		Vista Los Ojitos	1
Bellavista	1		Zona Centro	1
Campestre Virreyes	1		Ampliación Siglo XXI	2
Constitución	1		El Granjero	2
Consumidor	1		Guadalajara Derecha	2
Francisco I. Madero	1		Luis Olague	2
Francisco Villa	1		Mariano Escobedo	2
Fronteriza	1		Anapra	2
Independencia II	1		Ricardo Flores Magón	2
Industrial	1		Siglo XXI	2
Insurgentes	1		Tierra Nueva	2
Jardines Del Aeropuerto	1		Adolfo López Mateos	3
Juárez	1		Ampliación Plutarco Elías Calles	3
La Presa	1		Francisco Sarabia	3
Ladrillera De Juárez	1		Fronteriza Baja	3
Lázaro Cárdenas	1		Granjas De Chapultepec	3
Leyes De Reforma	1		Ladrilleros Y Caleros	3
Linda Vista	1		Azteca	4
Luis Echeverría	1		Guadalajara Izquierda	4
Melchor Ocampo	1		Libertad	4
México 68	1		San Felipe Del Real	4
Obrera	1		16 De Septiembre	5
Palo Chino	1		Hermenegildo Galeana	8
Pánfilo Natera	1		Plutarco Elías Calles	8
Periodista	1		Nueva Galeana	9
Puerto La Paz	1		Chihuahua	13
Renovación 92	1		Felipe Ángeles	14
Santa Rosa	1		Total	141

VI.3. Peligros Hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos, quizás por su frecuencia, magnitud, intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura de las zonas urbanas, son los fenómenos de mayor recurrencia en el país, son las que a través del tiempo han causado mayor daño. Este tipo de fenómenos destructivos comprende ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, trombas, heladas, erosión y vientos fuertes. Por lo anterior, es importante conocer las leyes naturales que rigen a dichos fenómenos en el área de estudio, además de localizar las áreas de vulnerabilidad y grado de riesgo con que se presentan, con la finalidad de prevenir o mitigar sus efectos.

La hidrografía de Ciudad Juárez forma parte de la región hidrológica Bravo-Conchos, clave RH4 (INEGI, Carta Hidrológica de aguas superficiales), donde el afluente principal es el Río Bravo, que nace en las montañas de El Colorado y Nuevo México. Por ser desértica, esta zona tiene una precipitación pluvial muy escasa, del orden de 255.1 mm promedio anual. La época de lluvias se presenta en el verano, en los meses de junio, julio y agosto en forma de chubascos copiosos.

VI.3.1. Inundaciones

Las áreas susceptibles a inundaciones, fueron identificadas en el presente Atlas a partir de topografía obtenida por medio de la tecnología LIDAR (Laser Imaging, Detecting and Ranging), siendo las áreas más susceptibles aquellas ubicadas en la zona más plana de la mancha urbana, en donde es común que se presenten fuertes anegamientos e inundaciones, sobre todo por la falta de infraestructura pluvial.

En áreas circunvecinas a la localidad y al suroeste del municipio, existen terrenos conformados por suelos lacustres, con drenaje deficiente y asentados sobre planicies que son susceptibles a inundarse solo durante la época de mayores precipitaciones, es decir, durante julio-octubre.

En 2004 fue elaborado el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, el cual incluye el análisis estadístico de lluvias extraordinarias para la determinación de los periodos de retorno, habiendo sido actualizado en el año 2008, incorporando los datos de precipitación del periodo 2003-2008.

VI.3.1.1. Análisis de lluvias

La Tabla A II.(9), tomada del análisis de lluvias, muestra la distribución de la precipitación en 24 horas para diversos periodos de retorno. La descripción completa del Análisis de lluvias se incluye en el Anexo II.

Tabla A II.(9) Distribución de la precipitación para 24 horas actualizada al 2008											
	Periodo de Retorno en años										
HORA	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**	**10000**
5 min.	8.27	11.86	14.31	16.70	17.50	19.90	22.43	24.65	28.51	30.93	43.74
15 min	16.55	23.71	28.62	33.39	35.00	39.80	44.87	49.30	57.02	61.85	87.49
1 hrs.	20.69	29.64	35.78	41.74	43.76	49.75	56.09	61.63	71.28	77.32	109.36
2 hrs.	23.99	34.38	41.50	48.42	50.76	57.70	65.06	71.49	82.68	89.69	126.86
3 hrs.	26.06	37.35	45.08	52.59	55.13	62.68	70.67	77.65	89.81	97.42	137.79
6 hrs.	30.61	43.87	52.95	61.78	64.76	73.62	83.01	91.21	105.49	114.43	161.85
12 hrs.	35.58	50.98	61.54	71.79	75.26	85.56	96.47	106.00	122.60	132.98	188.10
24 hrs.	41.37	59.28	71.56	83.48	87.51	99.49	112.17	123.25	142.56	154.63	218.72
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2008											

VI.4. Causas de los peligros hidrometeorológicos

En general, las causas se circunscriben al ciclo hidrológico, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión. El caso de los ciclones tropicales, ciudad Juarez, por su ubicación geográfica, no se presenta este fenómeno perturbador, sin embargo si es posible que algunas precipitaciones puedan ser consecuencia de los efectos de estos sistemas, que por lo regular ocurren en las costas del Golfo de México y el Pacífico.

VI.4.1. Corrientes de origen superficial perene

La principal corriente superficial perene es el río Bravo, llamado Rio Grande en Estados Unidos, tiene una longitud de 3,034 km, y drena una área de 607 965 km², constituye el límite entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos.

Durante el mes de Agosto del año 2006, el Río Bravo alcanzó el más alto nivel en los últimos 25 años. Su cauce desbordó en algunos tramos, inundando 8 viviendas de la colonia Paso del Norte, ya que se encuentran asentadas en la berma del río. Se estima que registró un gasto en tránsito de 282 m³/s (Fuente: CILA) en el punto donde se encuentra el limnígrafo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas México-Estados Unidos.

El principal riesgo que representa el Río Bravo a la población, consiste en taponamientos hidráulicos generados en la desembocadura de algunos arroyos que descargan en el río, y que al no contar con estructuras de incorporación adecuadas dan origen a embalsamientos en la parte baja de sus respectivos cauces, presentándose anegamientos hasta en tanto se incorporan los flujos al caudal en tránsito del río. Los arroyos en los que se manifiesta esta condición son el Arroyo del Mimbre, Arroyo Las Víboras y Arroyo El Tapo.



La zonificación de las áreas afectadas por este fenómeno, se

describen en los aparatados correspondientes a cada una de las cuencas, para los arroyos ya mencionados.

Foto VI.4.1.(1) Inundación en colindancia con el Río Bravo- Ago-2006
Fuente: IMIP

VI.4.2. Corrientes de origen pluvial

Respecto a los escurrimientos pluviales, se tiene un registro de 121 arroyos dentro del límite del Centro de Población, 57 de ellos con influencia importante sobre la zona urbana, y aún cuando se encuentran regularmente secos durante la mayor parte del año, no sucede así durante el verano, temporada en que se presentan los vientos estacionales conocidos como monzones, los que traen y descargan importantes precipitaciones sobre todo en la Sierra de Juárez, siendo así que estos arroyos, pueden llegar a conducir caudales importantes y sumamente rápidos por la topografía irregular y fuertes pendientes.

En el mapa de corrientes fluviales de acuerdo con Figura VI.4.2.(1), se pueden observar las cuencas o vertientes identificadas, así como los escurrimientos intermitentes (Arroyos) y la corriente perene del Río Bravo, que a la vez sirve de Límite con los Estados Unidos de América.

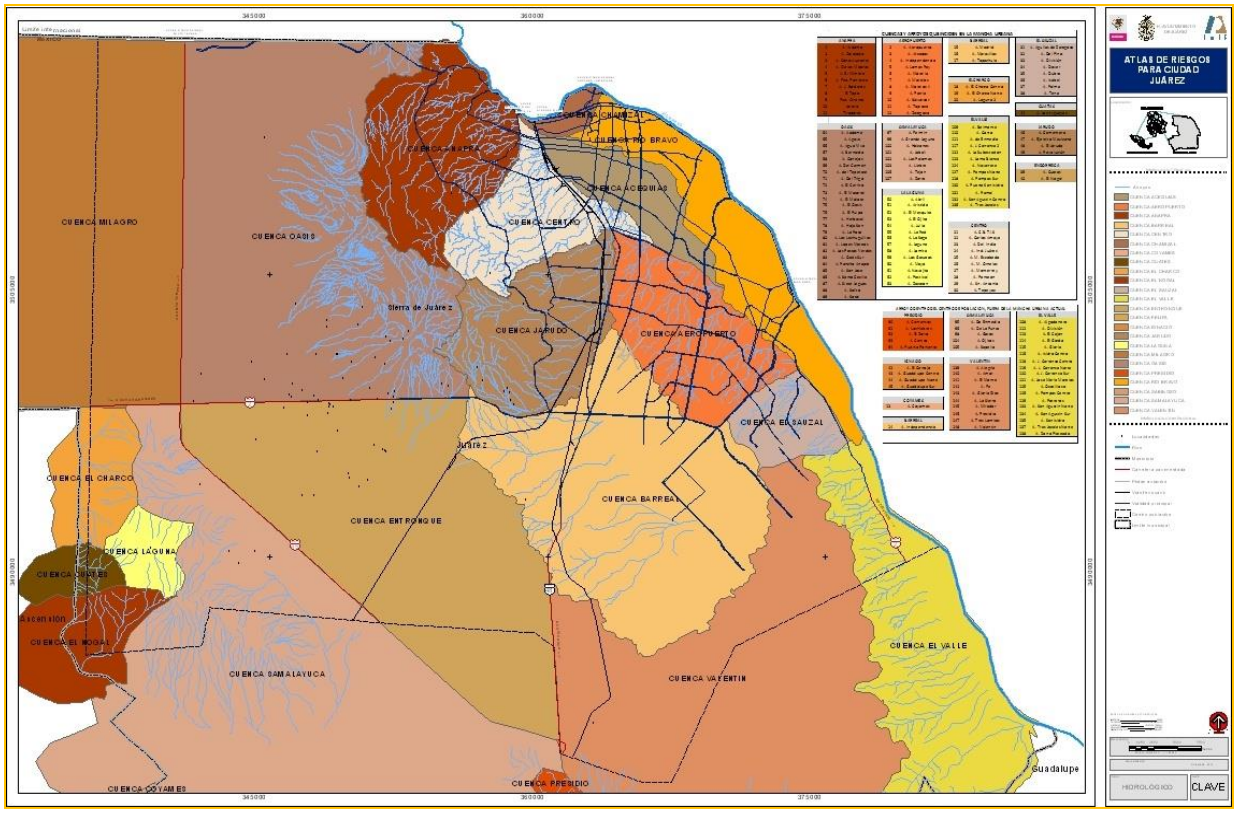


Figura VI.4.2.(1) Mapa de corrientes fluviales y cuencas locales.

De acuerdo con su ubicación al interior del centro de población, se distinguen las cuencas locales que tienen una incidencia directa sobre la parte urbanizada de la ciudad y aquellas que se encuentran fuera de la mancha urbana (Ver Tabla VI.4.2.(1)), sin embargo estas últimas, se encuentran sujetas a que en el futuro puedan presentar asentamientos humanos en su área de influencia

Tabla VI.4.2.(1) Arroyos Dentro del Centro de Población.

Fuera de la Mancha Urbana		**Dentro de la Mancha Urbana**		**Total**
Cuenca Oasis	29	Cuenca Anapra	13	
Cuenca Samalayuca	8	Cuenca Centro	10	
Cuenca Laguna	16	Cuenca Jarudo	5	
Cuenca El Valle	5	Cuenca Aeropuerto	15	
Cuenca Las Cuatas	3	Cuenca Sauzal	6	
Cuenca El Charco	3	Cuenca El Barreal	3	
		Cuenca El Valle	3	
		Cuenca Entronque	2	
Arroyos fuera de la mancha urbana	**64**	**Arroyos en la mancha urbana**	**57**	**121**

Las cuencas locales con presencia de asentamientos humanos en su vertiente, así como los arroyos que se ubican a su interior, se describen en la Tabla VI.4.2.(2) y en esta se remarcan los arroyos que presentan mayor riesgo para la población dado los volúmenes que conducen:

Tabla VI.4.2.(2) Cuencas y Arroyos que Inciden en la Mancha Urbana

	Arroyo		Arroyo		Arroyo		Arroyo
CUENCA A NAPRA	1 Ladrillera	CUENCA CENTRO	17 Mariano Escobedo	CUENCA JARUDO	30 Libertad	CUENCA AEROPUERTO	43 Lomas del Rey
	2 El Tapo		18 Monterrey		31 Revolución		44 Aeropuerto
	3 El Mimbre		19 Panteón		32 Cementera		45 Morelia
	4 De las Víboras		20 Tepeyac		33 Ejército. Mexicano		46 Tapioca
	5 Juan Balderas		21 San Antonio		34 Jarudo		47 Arcadas
	6 Francisco Villa		22 Mercado Ornelas				48 Salvarcar
	7 Matamoros		23 Carlos Amaya	CUENCA SAUZAL	35 Águilas de Zaragoza		49 Camino a la Rosita
	8 Constitucional		24 Indio		36 Dunquerque		50 Tabasco
	9 Aldama		25 CBTIS		37 Valencia		51 Morelos I
	10 Zacatecas		26 P. Industrial Juárez		38 Javier Mina		52 Morelos II
	11 Colorado				39 Cedrón		53 Insurgentes
	12 Tiradores				40 Tena		54 Zaragoza
	13 Cuervo						55 Papalote
C. VALLE	14 División	BARREAL	27 Barreal I	ENTRONQUE	41 Del Carmen		56 Independencia
	15 Belmonte		28 Barreal II				57 Patria
	16 Loma Blanca		29 Barreal III		42 Agua Viva		

Fuente: IMIP 2010

Dado que los procesos de urbanización mantienen una dinámica permanente de ocupación del suelo, se describen en la Tabla VI.4.2.(3), las cuencas cuya condición actual, se mantiene con desarrollos urbanos incipientes a la fecha, pero que se encuentran en posibilidad de presentar asentamientos importantes en el corto plazo.

Tabla VI.4.2.(3) CUENCAS Y ARROYOS DENTRO DEL CENTRO DE POBLACION, FUERA DE LA MANCHA URBANA ACTUAL

CUENCA OASIS	1 Adama	C. SAMALAYUCA	30 Tejón	C. LAS CUATAS	57 Los Argueyes
	2 Agave		31 Jabalí		58 Cuatas
	3 Bernardo		32 Liebre		59 El Nogal
	4 Calizas		33 Zorra		
	5 Del Trigo		34 Halcones		
	6 El Cerrito		35 Las Palomas		
	7 El Molote		36 Gatos		
	8 Oasis		37 Sapelló	CUENCA EL VALLE	60 Isidro Centro
	9 El Pulpo				61 San Isidro
	10 El Quemado	EL CHARCO	38 El Charco Norte		62 Pampas Norte.
	11 El Vecino		39 El Charco Sur		63 Pampas Centro
	12 El Vergel Centro		40 Laguna 2		64 Gloria
	13 EL Vergel Norte	CUENCA LAGUNA	41 Mayo		
	14 El Vergel Sur		42 La Red		
	15 Herbazal		43 La Lomita		
	16 Hoja Sen		44 Navajita		
	17 La Flor		45 Pastizal		
	18 La Frontera		46 Abril		
	19 La Rosa		47 Laguna		
	20 Las Lechuguillas		48 Julio		
	21 Lomas de Poleo		49 La Soga		
	22 Lopez Mateos		50 Arístida		
	23 Los Cactus		51 Zacatón		
	24 Los Pastos Verdes		52 El Ojito		
	25 Oasis Sur		53 Torcido		
	26 San Jose		54 Los Gatunos		
	27 Sandia		55 El Mezquite		
	28 Solito				
	29 Sotol		56 La Punta		

Fuente: IMIP 2010

La presencia de invasiones en los cauces de los arroyos, repercute en problemas de conducción de los caudales de escurrimiento, de ahí que la presencia de construcciones de viviendas y bardas sobre los pasos de agua, o el acumulamiento de basura y escombro, la destrucción y obstrucción de los diques y bordos, su azolvamiento, y en última instancia la obstrucción y cancelación de cauces naturales para construir vialidades que modifican o rellenan el cauce natural, generan daños no solo a las edificaciones que se encuentran obstruyendo, sino también a la infraestructura que colinda con los cauces de estos escurrimientos, como se muestra en las Fotos VI.4.2.(1) y (2). En los mapas HM-PL1 al HM-

PL14 de planicies de inundación, se identificaron las construcciones y viviendas asentadas sobre los cauces. Cada uno de estos mapas se presenta **a nivel cuenca**, correspondiendo cada uno de ellos a un arroyo.



Foto VI.4.2.(1) Obstrucción de cauce
Fuente: IMIP.



Foto IV.4.2.(2) Obstrucción de cauce
Fuente: IMIP

A partir del 2004 se inició con la implementación de un sistema de drenaje pluvial, el cual de manera gradual se ha venido trabajando tanto en la elaboración de proyectos como en la construcción de obras, con el fin de minimizar el impacto de las lluvias en las partes bajas de la ciudad, o bien donde las pendientes hidráulicas son muy bajas y la concentración de los flujos trae consigo fuertes anegamientos, o en su caso inundaciones de sectores importantes y vialidades principales. A la fecha, el sistema de alcantarillado sanitario, ha sido la infraestructura utilizada como una infraestructura auxiliar para el desalojo de las concentraciones pluviales, sin embargo su falta de capacidad para absorber grandes volúmenes, trae consigo la sobrecarga del sistema de alcantarillado, lo que propicia el brote de la mezcla de agua pluvial y residual y el colapso de dichas redes.

Las inundaciones son un evento natural y recurrente propiciado por la falta de infraestructura para el desalojo correcto de las corrientes de agua en la ciudad. Estadísticamente, las corrientes fluviales igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2.33 años. Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad hidráulica de los ríos, o de los arroyos. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes a las cuales se les denomina como planicies de inundación. Son en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, por lo tanto, propensos a inundación y un peligro para los asentamientos humanos o actividades que en ellas se desarrollan, si el caudal de las aguas excede un nivel aceptable.

VI.4.3. Corrientes intermitentes identificadas que presentan peligro

En Ciudad Juárez existe una gran cantidad de escurrimientos fluviales provenientes de la Sierra de Juárez, se distinguen por ser escurrimientos intermitentes, se encuentran regularmente secos durante la mayor parte del año (arroyos efímeros); sin embargo, en las

épocas de lluvias llegan a conducir caudales importantes y a gran velocidad por efecto de la topografía (IMIP, 2006). Asociado a eso, se presentan otros problemas como la construcción de viviendas y bardas sobre los cauces naturales, destrucción y obstrucción de diques y bordos, azolvamiento, etc. Como consecuencia, las inundaciones en Ciudad Juárez son un importante fenómeno a tratar por su magnitud y sus niveles de pérdida y daños diferenciados.

En la hidrografía local, existen afluentes directos al Río Bravo, siendo los más importantes los que se encuentran en las Cuencas Zona I como el arroyo Las Víboras, Colorado, El Mimbre y El Tapo. Otros arroyos importantes son El Indio y El Jarudo, corrientes cuya descarga se da de manera indirecta al río Bravo mediante el Dren 2-A, obra hidráulica que opera como colectora principal de estos arroyos así como de otras corrientes que descargan asimismo a este canal, propiciado principalmente por los desarrollos urbanos contiguos, sobre todo aquellos arroyos que se ubican en la cuenca Zona II Centro. Existen además estructuras de control de avenidas como diques y bordos que se empezaron a construir desde 1966, contando en la actualidad con 73 estructuras de regulación pluvial distribuidas en toda la ciudad (Ver Mapa HM-ER).

Los análisis elaborados por el IMIP para verificar su nivel de operación, se observa que algunas de las estructuras no son capaces de operar correctamente para periodos de retorno de 100 años e incluso para periodos menores a 25 años, por lo que representan un riesgo a la población asentada aguas abajo. Cabe destacar que las cuencas Anapra, Centro, Jarudo y Aeropuerto siguen siendo de amplio interés por el peligro que representan para la población, puesto que se han detectado un número elevado de viviendas que se encuentra invadiendo los cauces de arroyos y los que se encuentran en sus cercanías.

A continuación se describen las condiciones que presentan las corrientes con mayor riesgo para la población por cuenca:

Cuenca Zona I Anapra

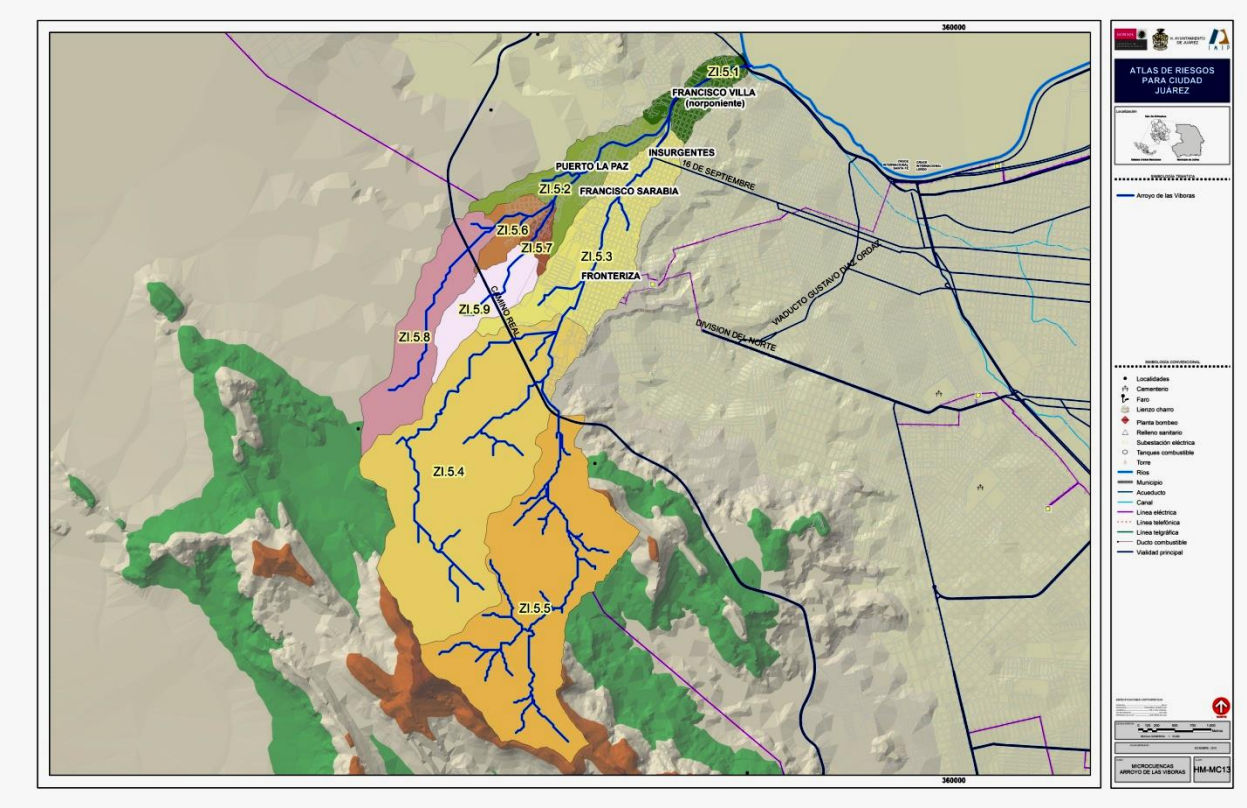
A) Arroyo de Las Víboras

Corresponde a la Sub-cuenca Arroyo Las Víboras, cuyo cauce principal lo constituye la vialidad que lleva el mismo nombre, descarga directamente al Río Bravo, en el vaso de la Presa Internacional, que es el inicio de la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 09. Su vertiente es de forma alargada en media luna, ocupa una superficie de 22 km², con un porcentaje de urbanización del 39 %, donde se localizan las colonias Felipe Ángeles, Francisco Villa, Puerto La Paz, Siglo XXI, Fronteriza y Ampliación Fronteriza. La pendiente más elevada en esta Sub-cuenca es del 7.5% que corresponde a la parte alta, dado que se origina en la Sierra de Juárez.

Este arroyo presenta 4 estructuras de control, de las cuales se pueden destacar por su importancia los **Diques Pico del Águila (05) y Puerto La Paz (6)** localizados en la zona poniente. En la zona Oriente se distinguen el **Dique Fronteriza (17)**, que tiene la particularidad de recibir los escurrimientos provenientes del **Bordo El Filtro**, que anteriormente derivaban a la Sub-cuenca del Arroyo Colorado. Este bordo fue construido con material de corte durante la construcción del periférico Camino Real, el cual no fue clasificado ni compactado. Debido a deficiencias constructivas se considera un peligro potencial para periodos de retorno mayores a

TR=50 años. En la Figura VI.4.3. (1) se describe la subcuenca, la ubicación de las estructuras de control de avenidas y las microcuencas que conforman la vertiente.

Figura VI.4.3.(1). Sub-cuenca Arroyo Las Víboras, Ubicación de estructuras de control y Microcuencas (Fuente: IMIP-2009)



Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Los escurrimientos del Arroyo de las Víboras, fueron analizados mediante la identificación de 3 micro-cuencas, las que a su vez se subdividieron en un total de 33 vertientes menores, de las cuales 11 corresponden a la ZI.5.1 de acuerdo con la nomenclatura del Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial. La microcuenca ZI.5.2 cuenta con 15 áreas hidrológicas menores y finalmente la microcuenca ZI.5.3 fue subdividida en 7 vertientes adicionales. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(1) incluida en el Anexo III.

Una vez obtenidos los parámetros físicos, se procedió a definir el esquema del modelo hidrológico utilizando para ello el software HEC-HMS, el cual se presenta según la Figura VI.4.3.(2). Los resultados se presentan de manera tabular indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

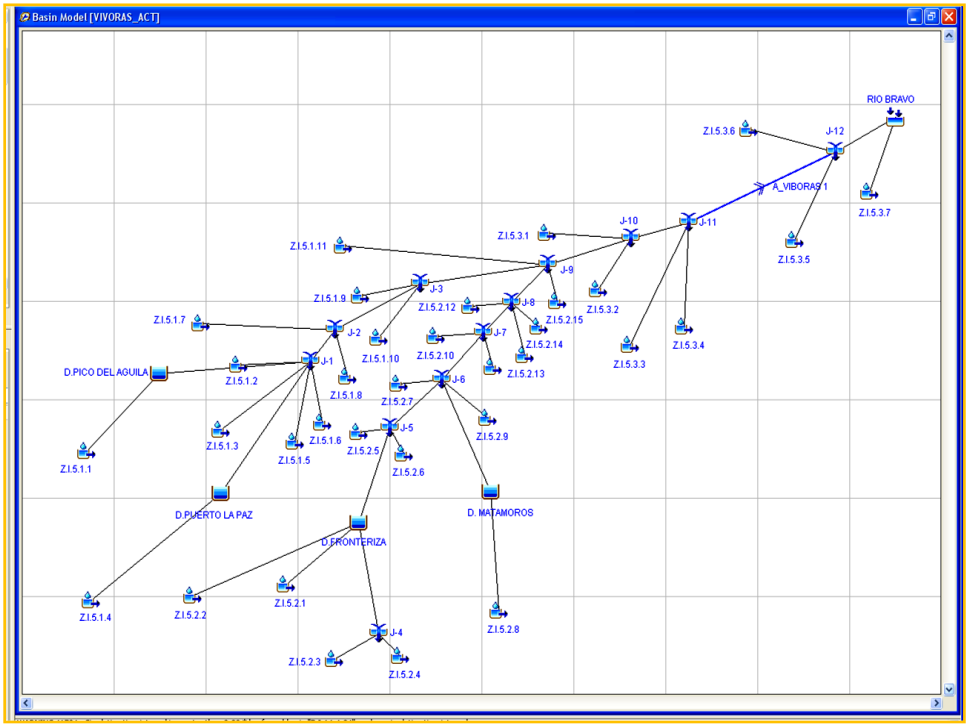


Figura VI.4.3.(2). Esquema del modelo hidrológico para las condiciones actuales del arroyo Las Víboras (IMIP-2009)

Problemática identificada

La problemática identificada para este arroyo, corresponde a la velocidad que alcanzan los flujos de agua pluvial con volúmenes muy elevados y con gran velocidad, esto último, debido a la fuerte pendiente y de que el escurrimiento se da en gran porcentaje por las calles. En su recorrido, al llegar al cruce de las calles Juan José Méndez y Santiago, sobrepasa la capacidad de conducción del agua, rebasando las guarniciones en casi todo el trayecto del arroyo. El gasto fluye por la calle Santiago hasta la calle Guillermo Prieto Lujan donde cambia su curso hacia viviendas contiguas que cuentan con servidumbres y alcantarillas rudimentarias, las cuales se encuentran muy limitadas en su capacidad para dar paso al gasto, el cual circula por entre las casas durante cinco cuadras, para posteriormente en la calle Loreto reincorporarse el flujo al área de rodamiento. A partir de la calle Mauricio Corredor, el arroyo continúa entre calles y viviendas hasta la intersección con la Av. 16 de Septiembre, donde se incorpora a la Av. que lleva el nombre de Arroyo Las Víboras, para desembocar finalmente en el Río Bravo.

Análisis de los escurrimientos (Nivel 3)

Para obtener el gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio, se analiza con detalle el comportamiento de los escurrimientos, para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años, que servirán como base de diseño para elaborar los proyectos de control, manejo y desalojo de estos volúmenes. Las tablas con los gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno, se muestran en la Tabla VI.4.3.(1) y (2).

Tabla VI.4.3.(1). Gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno

Elemento	Área	TR 5 años	TR 50 años

	Drenada (km^2)	Descarga Pico (m^3/s)	Volumen (x 1000m^3)	Descarga Pico (m^3/s)	Volumen (x 1000m^3)
A_VIBORAS 1	21.58	14.00	201.00	54.90	635.20
D.FRONTERIZA	13.23	4.90	96.80	30.50	342.10
D. MATAMOROS	0.25	0.90	4.80	2.10	11.60
D.PICO DEL AGUILA	2.00	0.90	14.30	5.10	50.90
D.PUERTO LA PAZ	0.95	0.40	6.80	3.00	24.30
J-1	3.76	2.00	30.00	10.90	101.80
J-10	21.41	14.00	197.70	54.30	627.20
J-11	21.58	14.40	200.90	55.00	635.10
J-12	21.75	14.90	204.40	55.50	643.50
J-2	4.36	2.70	37.50	13.30	123.20
J-3	4.58	3.60	41.70	14.50	133.30
J-4	8.04	3.00	57.50	17.00	205.20
J-5	13.74	5.10	101.70	31.70	357.50
J-6	15.22	6.80	127.10	37.50	421.90
J-7	15.49	7.10	132.30	38.30	434.50
J-8	15.77	7.60	137.80	39.10	447.70
J-9	21.03	12.70	191.40	53.30	611.10
RIO BRAVO	21.77	14.90	204.70	55.50	644.20
Z.I.5.1.1	2.00	0.90	14.30	5.00	50.90
Z.I.5.1.10	0.09	0.50	2.10	1.10	4.50
Z.I.5.1.11	0.45	1.10	7.40	3.00	18.90
Z.I.5.1.2	0.23	0.50	3.10	1.70	8.50
Z.I.5.1.3	0.26	0.20	2.10	1.00	7.20
Z.I.5.1.4	0.95	0.40	6.80	2.90	24.30
Z.I.5.1.5	0.25	0.50	3.00	1.90	8.60
Z.I.5.1.6	0.08	0.10	0.70	0.50	2.30
Z.I.5.1.7	0.32	0.30	3.50	1.20	10.50
Z.I.5.1.8	0.28	0.80	4.00	2.60	10.80
Z.I.5.1.9	0.14	0.50	2.20	1.40	5.60
Z.I.5.2.1	0.14	0.10	1.00	0.60	3.50
Z.I.5.2.10	0.17	0.80	3.30	2.00	8.00
Z.I.5.2.11	0.10	0.50	1.90	1.20	4.60
Z.I.5.2.12	0.07	0.30	1.40	0.80	3.30
Z.I.5.2.13	0.12	0.60	2.30	1.40	5.60
Z.I.5.2.14	0.09	0.40	1.80	1.10	4.30
Z.I.5.2.15	0.24	1.10	4.60	2.70	11.20
Z.I.5.2.2	5.05	2.00	38.30	10.60	133.30
Z.I.5.2.3	1.81	0.80	12.90	5.40	46.20
Z.I.5.2.4	6.23	2.30	44.60	13.00	159.10
Z.I.5.2.5	0.43	0.40	3.80	1.70	12.60
Z.I.5.2.6	0.08	0.20	1.00	0.70	2.90
Z.I.5.2.7	1.09	2.70	17.90	7.50	46.20
Z.I.5.2.8	0.25	1.20	4.80	2.90	11.60
Z.I.5.2.9	0.14	0.70	2.70	1.60	6.60

Z.I.5.3.1	0.31	1.10	5.10	3.00	13.10
Z.I.5.3.2	0.06	0.30	1.20	0.70	2.90
Z.I.5.3.3	0.08	0.40	1.50	0.90	3.70
Z.I.5.3.4	0.09	0.20	1.70	0.40	4.20
Z.I.5.3.5	0.04	0.20	0.70	0.40	1.70
Z.I.5.3.6	0.14	0.60	2.70	1.60	6.50
Z.I.5.3.7	0.02	0.10	0.30	0.20	0.70
Fuente: Elaboración propia IMIP-2009					

Tabla VI.4.3.(2). Gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno							
Elemento	**Área Drenada (km²)**	**TR 100 años**		**TR 500 años**		**TR 1000 años**	
		Descarga Pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga Pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga Pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
A_VIBORAS 1	21.58	63.70	773.80	105.50	1,187.00	120.20	1,367.30
D.FRONTERIZA	13.23	34.60	422.30	57.40	664.10	66.90	770.60
D. MATAMOROS	0.25	2.10	13.60	2.40	19.40	2.50	21.80
D.PICO DEL AGUILA	2.00	6.10	62.90	8.90	99.30	9.60	115.30
D.PUERTO LA PAZ	0.95	3.50	30.10	4.00	47.40	4.20	55.00
J-1	3.76	12.80	125.10	18.10	195.20	19.50	225.90
J-10	21.41	63.00	764.30	104.70	1,173.60	119.10	1,352.30
J-11	21.58	63.70	773.60	105.90	1,186.80	120.50	1,367.00
J-12	21.75	64.30	783.40	107.10	1,200.70	122.00	1,382.70
J-2	4.36	15.60	150.80	22.30	233.30	24.40	269.40
J-3	4.58	17.00	162.70	24.20	250.30	27.20	288.50
J-4	8.04	20.50	253.70	34.70	399.90	41.40	464.30
J-5	13.74	36.10	441.10	59.00	692.90	68.70	803.70
J-6	15.22	42.90	517.00	65.60	802.20	76.50	927.10
J-7	15.49	43.80	531.80	67.80	823.10	78.30	950.70
J-8	15.77	44.80	547.30	70.30	845.10	81.10	975.40
J-9	21.03	61.70	745.40	101.40	1,146.30	115.40	1,321.30
Tabla VI.4.3.(2). Gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno							
Elemento	**Área Drenada (km²)**	**TR 100 años**		**TR 500 años**		**TR 1000 años**	
		Descarga Pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga Pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga Pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
RIO BRAVO	21.77	64.40	784.20	107.20	1,201.90	122.10	1,384.00
Z.I.5.1.1	2.00	6.10	62.90	10.10	99.20	12.00	115.20
Z.I.5.1.10	0.09	1.20	5.30	1.50	7.30	1.70	8.10
Z.I.5.1.11	0.45	3.30	22.40	4.60	32.30	5.20	36.60
Z.I.5.1.2	0.23	1.80	10.20	2.70	15.00	3.10	17.10
Z.I.5.1.3	0.26	1.10	8.80	1.80	13.60	2.10	15.70
Z.I.5.1.4	0.95	3.50	30.10	5.80	47.40	6.90	55.00

Z.I.5.1.5	0.25	2.10	10.40	3.10	15.40	3.60	17.60
Z.I.5.1.6	0.08	0.50	2.80	0.80	4.40	1.00	5.10
Z.I.5.1.7	0.32	1.40	12.80	2.10	19.30	2.50	22.10
Z.I.5.1.8	0.28	2.70	12.90	3.80	18.80	4.40	21.40
Z.I.5.1.9	0.14	1.40	6.70	2.00	9.70	2.30	10.90
Z.I.5.2.1	0.14	0.70	4.30	1.20	6.80	1.40	7.90
Z.I.5.2.10	0.17	2.00	9.30	2.70	13.30	3.10	14.90
Z.I.5.2.11	0.10	1.20	5.40	1.60	7.70	1.80	8.70
Z.I.5.2.12	0.07	0.90	3.90	1.20	5.50	1.30	6.20
Z.I.5.2.13	0.12	1.40	6.50	2.00	9.30	2.20	10.40
Z.I.5.2.14	0.09	1.10	5.00	1.50	7.10	1.70	8.00
Z.I.5.2.15	0.24	2.70	13.10	3.70	18.60	4.20	20.90
Z.I.5.2.2	5.05	12.80	164.30	21.20	257.40	25.10	298.40
Z.I.5.2.3	1.81	6.40	57.10	10.70	90.00	12.80	104.50
Z.I.5.2.4	6.23	15.70	196.60	26.30	309.90	31.20	359.80
Z.I.5.2.5	0.43	2.00	15.30	3.20	23.70	3.70	27.30
Z.I.5.2.6	0.08	0.70	3.50	1.00	5.10	1.20	5.80
Z.I.5.2.7	1.09	8.10	54.60	11.50	78.90	13.10	89.30
Z.I.5.2.8	0.25	3.00	13.60	4.10	19.40	4.60	21.80
Z.I.5.2.9	0.14	1.70	7.70	2.30	11.00	2.60	12.30
Z.I.5.3.1	0.31	3.10	15.50	4.30	22.40	4.90	25.40
Z.I.5.3.2	0.06	0.80	3.40	1.00	4.90	1.20	5.50
Z.I.5.3.3	0.08	1.00	4.40	1.30	6.20	1.50	7.00
Z.I.5.3.4	0.09	0.50	4.90	0.70	6.90	0.70	7.80
Z.I.5.3.5	0.04	0.40	2.00	0.60	2.80	0.70	3.20
Z.I.5.3.6	0.14	1.60	7.70	2.20	10.90	2.50	12.20
Z.I.5.3.7	0.02	0.20	0.80	0.30	1.20	0.30	1.30
Fuente: Elaboración propia IMIP-2009							

El Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle, se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

Planicies de inundación. (Nivel 4)

En la Figura VI.4.3.(3). Se muestran en color azul cielo, los polígonos que sobre la traza urbana han sido identificados como áreas inundables, en el curso y adyacentes al cauce principal o de las vialidades que conducen el flujo del Arroyo de Las Víboras. Las planicies inundables se han modelado a un periodo de retorno TR=5 años, dado que este valor responde a lluvias ya a lluvias extraordinarias (59.28mm) para esta región, aún cuando se cuenta con los polígonos inundables para periodos de retorno de 50 y 100 años, los cuales pueden ser desplegados de manera gráfica, apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd.

Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, y la utilización del Software para modelación hidráulica Hec-Ras.

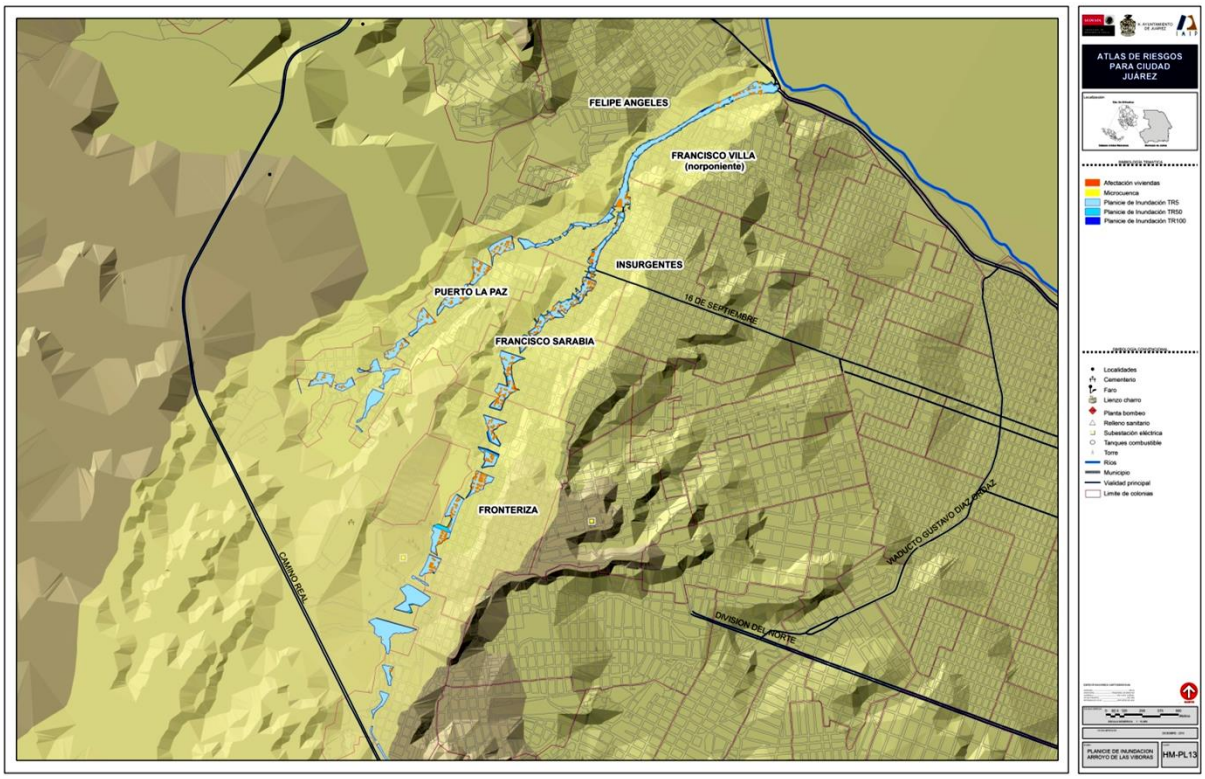


Figura VI.4.3.(3) Indica las Planicies de inundación a lo largo del cauce principal del Arroyo de Las Víboras Fuente: Elaboración propia IMIP-2009

B) Arroyo Colorado

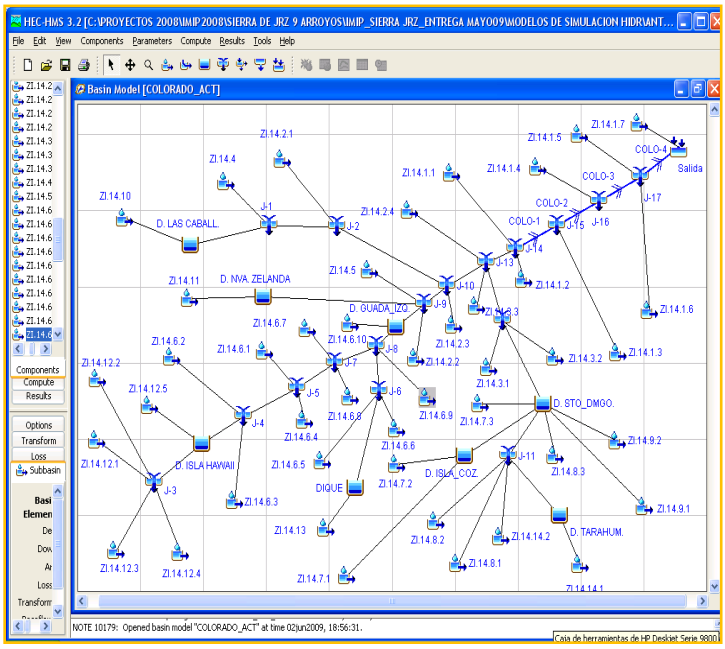
Corresponde a la Sub-cuenca local del cauce principal del Arroyo Colorado, el cual fue convertido en el Viaducto Díaz Ordaz. La **Sub-cuenca Arroyo Colorado Clave: ZI.14** (PSMAP), está ubicada al Nor-poniente de la ciudad, tiene su origen en la Sierra de Juárez y la superficie de drenado es de 6.771 km². Se estima que el 80% de su superficie se encuentra urbanizada.

Anteriormente, en la parte alta de la cuenca se localizaban 11 obras de control de avenidas, de las cuales actualmente solo funcionan 7. Ver Tabla VI.4.3.(4):

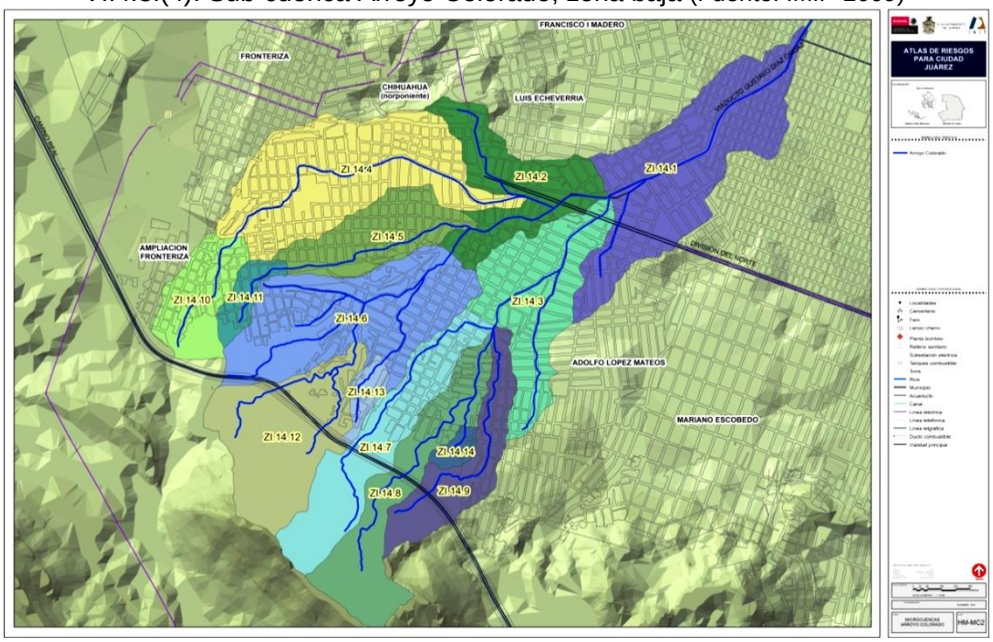
Tabla VI.4.3.(3) Arroyo Colorado, estructuras hidráulicas	
1. Alcantarilla Zacatenco (25),	5. D. Nueva Zelanda (20),
2. D. Guadalajara Izquierda (22),	6. D. Santo Domingo ((23),
3. D. Isla Hawai (24),	D. Tarahumara (29
4. D. Las Caballerizas (18),	
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009	

Existen otras obras de regulación, sin embargo fueron descartadas debido a que su capacidad se ha reducido por azolvamiento o bien por invasiones, siendo las siguientes: alcantarillas Isla Marquesa (21), Isla Madera (27), Antorcha Popular (28) e Isla Cozumel (26). Por otra parte es de observar que la parte media y baja de la subcuenca, no cuentan con regulación, por lo que esta zona frecuentemente presenta problemas de inundaciones.

Destacan por su ubicación y capacidad de regulación los Diques Guadalajara Izquierda (22) y Santo Domingo (23), los cuales regulan prácticamente todos los escurrimientos de la cuenca alta, ya que se ubican aguas abajo del resto de las obras. La Sub-cuenca Arroyo Colorado alberga las colonias Ignacio Aldama, Juárez, Emiliano Zapata, Álvaro Obregón, Guadalajara, 16 de Septiembre, Luis Echeverría, Chihuahua (norponiente), Ampliación Fronteriza, Plutarco Elías Calles, Ampliación Plutarco Elías Calles, Tarahumaras y Gustavo Díaz Ordaz. De acuerdo a las obras de regulación existentes y las modificaciones habidas durante los últimos años por los procesos de urbanización, ésta Sub-cuenca se tuvo que subdividir en 14 Micro-cuencas, atendiendo a las vertientes de los afluentes al colector principal. Las microcuencas identificadas a su vez fueron subdivididas para un análisis a mayor detalle, obteniendo un total de 44, lo cual se puede observar en las figura VI.4.3.(1) que comprende desde la parte baja de la subcuenca hasta la parte alta.



VI.4.3.(4). Sub-cuenca Arroyo Colorado, zona baja (Fuente: IMIP-2009)



VI.4.3.(5). Sub-cuenca Arroyo Colorado, zona alta
(Fuente: IMIP-2009)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales (Nivel 2)

Sus escurrimientos fueron analizados a través de 14 micro-cuencas, de las cuales 11 corresponden a la cuenca alta del arroyo y 2 a la cuenca media, y solo una a la parte baja. La parte alta está dividida en dos ramales principales; el ramal norte que confluye en la microcuenca ZI.14.2 y el ramal sur que confluye en la microcuenca ZI.14.3. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1(2) incluida en el Anexo III.

Con los datos de las estructuras de regulación, las características de las cuencas hidrológicas y los datos calculados de precipitación para diferentes periodos de retorno, se elaboró el modelo de simulación hidrológica mediante el cual se pudieron calcular los gastos máximos para 100, 500 y 1000 años. El esquema del modelo hidrológico se representa según la Figura VI.4.3.(7). Los resultados se presentan en las Tablas VI.4.3.(7).y (8) indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Figura VI.4.3.(7). Esquema del modelo hidrológico para las condiciones actuales del arroyo Colorado

Problemática identificada

La problemática principal identificada para este arroyo, es la enorme superficie de vertiente, las pendientes hidráulicas y los grandes volúmenes de agua que llegan a este arroyo, cuyo cauce se convierte en un colector principal, y dado que gran parte de la cuenca se ha pavimentado, los escurrimientos en la actualidad son laminares, corren por las calles, las cuales originalmente fueron cauces de los afluentes a este arroyo principal, siendo así que el tirante del agua supera en varios tramos al cordón de la banqueta y aunque solo es por corto tiempo, se generan problemas de destrucción de pavimento, arrastre de basura, generación de azolves y afectaciones al tráfico y a la población asentada en la zona. Los afluentes de este arroyo se concentran en el viaducto Díaz Ordaz que si bien es una vialidad, esta está construida con una sección trapecial que en realidad opera como una estructura de conducción de agua pluvial con los riesgos que esto representa para los que circulan por la plantilla del canal, ya que durante la época de lluvias llega a elevarse el tirante en más de 2 metros en una sección promedio de 12m de ancho. Es preciso mencionar que durante el año 2000, el caudal que circula por este viaducto fue causa de desastre, aún cuando cada año se registran

incidentes graves. A continuación se incluye uno de los artículos aparecido en el Diario de Juárez, en el mes de Julio del año 2000:

El Diario de Juárez

Ciudad Juárez, Chih. ¤ 2000-07-02 ¤ Página 1 ¤ Sección A

Deja tromba 15 muertos.

Activa Ejército Plan DN-III para apoyar a miles de damnificados

LUZ DEL CARMEN SOSA / ALEJANDRO QUINTERO

Al menos 15 muertos, decenas de personas extraviadas, miles de damnificados e incontables sectores inundados hasta con 2 metros de agua, fue el saldo de la tromba que cayó ayer por espacio de dos horas y que obligó al Ejército Mexicano a implementar el Plan de Emergencia DN-III. El primer reporte de muertos ocurrió a las 19:00 horas, al ser arrastrado un camión de pasajeros de la Ruta 8A, que circulaba por el Viaducto Gustavo Díaz Ordaz y Ramón Aranda, unidad que era ocupada por más de 30 pasajeros, muriendo ahogados seis de ellos. Posteriormente dos personas del sexo masculino, que viajaban a bordo de un vehículo, también fueron arrastrados por la corriente de agua que se formó en el mismo lugar, se localizaron los cuerpos de dos hombres a la altura del Tribunal para Menores y de otra persona electrocutada. Testimonios indican que el agua alcanzó en algunos lugares hasta dos metros de altura. Asimismo, dos niños, de 10 y 4 años de edad, perdieron la vida al electrocutarse cuando se abrazaron de un poste de la CFE para no ser arrastrados por la corriente.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

Los resultados obtenidos al ejecutar el modelo hidrológico se presentan en las Tablas VI.4.3.(4) y (5) la cual muestra los valores de gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla VI.4.3.(4). Gastos y volúmenes cuenca Arroyo Colorado

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 5 años		TR 10 años		TR 50 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)
Colo-1	6.15068	11.97	96.74	15.82	135.9	28.83	250.54
Colo-2	6.29957	12.3	99.66	16.27	139.89	30.45	257.57
Colo-3	6.36008	12.47	101.29	16.48	142.01	28.26	261.15
Colo-4	6.73633	13.29	108.82	17.65	152.28	30.74	279.23
D. Guadalajara Izquierda	1.58697	1.65	20.99	1.84	30.18	2.05	57.73
D. Isla Coz..	0.31452	0.29	2.68	0.48	4.14	1.36	8.79
D. Isla Hawai	0.64807	0.69	5.58	1.08	8.62	2.08	18.28

D. Las Caballerizas	0.29038	0.69	4.52	0.94	6.39	2.00	11.87
D. Nueva. Zelanda	0.09702	0.3	1.64	0.4	2.29	0.83	4.17
D. Sto. Dom.	1.49919	2.37	17.49	3.39	25.67	4.17	50.54
ZI.14.12.5	0.03867	0.19	0.75	**0.24**	**1.03**	0.46	1.82
ZI.14.13	0.08579	0.38	1.57	**0.49**	**2.17**	0.97	3.89
ZI.14.14.1	0.05059	0.08	0.53	**0.13**	**0.79**	0.34	1.61
ZI.14.14.2	0.03179	0.1	0.48	**0.14**	**0.69**	0.31	1.28
ZI.14.2.1	0.17391	0.84	3.37	**1.07**	**4.62**	2.06	8.18
ZI.14.2.2	0.02011	0.1	0.39	**0.12**	**0.53**	0.24	0.95
ZI.14.2.3	0.12874	0.62	2.5	**0.78**	**3.42**	1.51	6.06
ZI.14.2.4	0.15594	0.75	3.02	**0.96**	**4.14**	1.85	7.34
ZI.14.3.1	0.15952	0.77	3.09	**0.98**	**4.24**	1.89	7.5
ZI.14.3.2	0.25354	0.89	4.92	**1.15**	**6.74**	2.25	11.93
ZI.14.3.3	0.17774	0.86	3.45	**1.09**	**4.72**	2.11	8.36
ZI.14.4	0.93427	2.63	18.11	**3.45**	**24.83**	6.67	43.95
ZI.14.5	0.36945	1.39	7.16	**1.78**	**9.82**	3.47	17.38
ZI.14.6.1	0.22392	1.03	4.21	**1.32**	**5.8**	2.59	10.33
ZI.14.6.10	0.15391	0.5	2.35	**0.69**	**3.33**	1.49	6.22
ZI.14.6.2	0.18657	0.03	1.69	**0.05**	**2.59**	0.11	5.44
ZI.14.6.3	0.04674	0.23	0.91	**0.29**	**1.24**	0.55	2.2
ZI.14.6.4	0.01363	0.07	0.26	**0.08**	**0.36**	0.16	0.64
ZI.14.6.5	0.03835	0.18	0.74	**0.24**	**1.02**	0.45	1.8
ZI.14.6.6	0.05571	0.27	1.08	**0.34**	**1.48**	0.66	2.62
ZI.14.6.7	0.0513	0.25	0.99	**0.31**	**1.36**	0.61	2.41
ZI.14.6.8	0.0363	0.18	0.7	**0.22**	**0.96**	0.43	1.71
ZI.14.6.9	0.04668	0.23	0.9	**0.29**	**1.24**	0.55	2.2
ZI.14.7.1	0.27401	0.18	1.96	**0.35**	**3.15**	1.29	6.99
ZI.14.7.2	0.0405	0.14	0.72	**0.19**	**1**	0.38	1.8
ZI.14.7.3	0.24642	0.94	4.18	**1.25**	**5.84**	2.56	10.65
ZI.14.8.1	0.30772	0.15	2.2	**0.29**	**3.53**	0.99	7.85
ZI.14.8.2	0.11796	0.19	1.25	**0.3**	**1.87**	0.82	3.8
ZI.14.8.3	0.07488	0.36	1.45	**0.46**	**1.99**	0.89	3.52
ZI.14.9.1	0.10399	0.07	0.74	**0.13**	**1.19**	0.49	2.65
ZI.14.9.2	0.25133	0.71	3.97	**0.98**	**5.61**	2.09	10.38
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Tabla. VI.4.3.(5). Gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno Arroyo Colorado

Elemento	Área Drenada (km²)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Colo-1	6.15068	30	296.69	39.76	430.4	44.52	487.51
Colo-2	6.29957	31.68	304.93	42.07	442.09	47.13	500.65
Colo-3	6.36008	30.2	308.94	40.03	447.56	44.25	506.77
Colo-4	6.73633	32.9	330.03	43.83	477.39	48.58	540.29
D. Guad. Izquierda	1.58697	2.09	68.97	2.24	101.83	2.3	115.99
D. Isla Coz.	0.31452	1.52	10.76	2.09	16.66	2.47	19.25
D. Isla Hawai	0.64807	2.13	22.35	3.63	34.48	4.53	39.81
D. Las Caballerizas	0.29038	2.17	14.08	3.15	20.48	3.24	23.21
D. Nva. Zelanda	0.09702	0.86	4.93	1.18	7.11	1.34	8.03
D. Sto Domingo.	1.49919	4.29	60.82	4.76	91.11	4.94	104.2
D. Tarahumara	0.05059	0.31	1.95	0.48	2.96	0.56	3.4
J-1	1.22465	9.26	65.6	12.94	93.63	14.32	105.49
J-10	3.60085	16.92	177.66	22.92	256.75	25.35	290.48
J-11	0.50807	2.24	17.78	3.55	27.45	4.19	31.67
J-12	1.91225	8.09	83.6	9.84	123.45	10.69	140.58
J-13	5.84678	27.74	279.66	36.39	406.33	40.62	460.45
J-14	6.15068	31.15	296.41	41.02	430.12	45.86	487.22
J-15	6.29957	31.81	304.89	42.22	442.06	47.3	500.62
J-16	6.36008	32.42	308.27	43.07	446.82	48.26	505.98
J-17	6.73633	32.95	329.69	43.91	477.02	49.53	539.9
J-2	1.39856	10.38	75.19	14.51	107.24	16.08	120.81
J-3	0.6094	3.55	20.16	5.77	31.45	6.85	36.4
J-4	0.88138	2.57	31.55	4.05	48.33	5.01	55.68
J-5	1.11893	5.4	44.44	6.77	66.68	7.43	76.34
J-6	0.17985	2.14	9.76	2.92	13.89	3.31	15.64
J-7	1.20653	6.47	49.27	8.22	73.54	9.06	84.06
J-8	1.43306	9.18	61.6	11.91	91.09	13.25	103.81
J-9	2.07355	6.57	95.37	8.36	139.43	9.24	158.33
Salida	6.7742	33.15	332.12	44.17	480.35	48.96	543.63
ZI.14.1.1	0.06354	0.77	3.5	1.05	4.98	1.19	5.6
ZI.14.1.2	0.24036	2.64	13.25	3.59	18.82	4.06	21.17
ZI.14.1.3	0.14889	1.81	8.21	2.46	11.66	2.78	13.11
ZI.14.1.4	0.06051	0.74	3.34	1	4.74	1.13	5.33
ZI.14.1.5	0.29358	2.86	16.19	3.91	22.99	4.42	25.86
ZI.14.1.6	0.08267	1.01	4.56	1.37	6.47	1.54	7.28
ZI.14.1.7	0.03787	0.46	2.09	0.63	2.97	0.71	3.34

Tabla. VI.4.3.(5). Gastos máximos y volúmenes escurridos por periodo de retorno Arroyo Colorado (Cont.)

Elemento	Área Drenada (km²)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)

ZI.14.10	0.29038	2.9	14.08	4.09	20.48	4.68	23.21
ZI.14.11	0.09702	1.06	4.93	1.48	7.11	1.68	8.03
ZI.14.12.1	0.22786	1.23	7.19	2.04	11.33	2.44	13.16
ZI.14.12.2	0.06451	0.35	2.03	0.58	3.21	0.69	3.72
ZI.14.12.3	0.26911	1.45	8.49	2.41	13.38	2.88	15.54
ZI.14.12.4	0.04792	0.53	2.45	0.73	3.53	0.84	3.99
ZI.14.12.5	0.03867	0.47	2.13	0.64	3.03	0.72	3.41
ZI.14.13	0.08579	1	4.57	1.37	6.53	1.55	7.36
ZI.14.14.1	0.05059	0.38	1.95	0.57	2.96	0.67	3.4
ZI.14.14.2	0.03179	0.32	1.52	0.46	2.22	0.52	2.52
ZI.14.2.1	0.17391	2.12	9.59	2.87	13.62	3.25	15.32
ZI.14.2.2	0.02011	0.24	1.11	0.33	1.57	0.38	1.77
ZI.14.2.3	0.12874	1.56	7.1	2.11	10.08	2.39	11.34
ZI.14.2.4	0.15594	1.9	8.6	2.58	12.21	2.91	13.73
ZI.14.3.1	0.15952	1.94	8.8	2.64	12.49	2.98	14.05
ZI.14.3.2	0.25354	2.33	13.98	3.19	19.85	3.61	22.33
ZI.14.3.3	0.17774	2.16	9.8	2.94	13.92	3.32	15.65
ZI.14.4	0.93427	7.09	51.51	9.79	73.15	11.08	82.29
ZI.14.5	0.36945	3.59	20.37	4.91	28.93	5.55	32.54
ZI.14.6.1	0.22392	2.67	12.13	3.64	17.28	4.12	19.46
ZI.14.6.10	0.15391	1.56	7.38	2.21	10.76	2.53	12.2
ZI.14.6.2	0.18657	0.13	6.63	0.2	10.19	0.24	11.75
ZI.14.6.3	0.04674	0.57	2.58	0.77	3.66	0.87	4.12
ZI.14.6.4	0.01363	0.17	0.75	0.23	1.07	0.25	1.2
ZI.14.6.5	0.03835	0.47	2.11	0.63	3	0.72	3.38
ZI.14.6.6	0.05571	0.68	3.07	0.92	4.36	1.04	4.91
ZI.14.6.7	0.0513	0.62	2.83	0.85	4.02	0.96	4.52
ZI.14.6.8	0.0363	0.44	2	0.6	2.84	0.68	3.2
ZI.14.6.9	0.04668	0.57	2.57	0.77	3.65	0.87	4.11
ZI.14.7.1	0.27401	1.48	8.64	2.46	13.63	2.94	15.82
ZI.14.7.2	0.0405	0.4	2.12	0.55	3.04	0.62	3.43
ZI.14.7.3	0.24642	2.67	12.57	3.7	18.11	4.22	20.46
ZI.14.8.1	0.30772	1.17	9.71	1.95	15.3	2.33	17.77
ZI.14.8.2	0.11796	0.89	4.6	1.35	6.96	1.58	7.99
ZI.14.8.3	0.07488	0.91	4.13	1.24	5.86	1.4	6.59
ZI.14.9.1	0.10399	0.56	3.28	0.93	5.17	1.11	6
ZI.14.9.2	0.25133	2.2	12.3	3.1	17.86	3.55	20.22

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Planicie de inundación. (Nivel 4)

La Figura VI.4.3.(6). muestra los polígonos que sobre la traza urbana han sido identificados como áreas inundables (color azul cielo) las cuales se ubican adyacentes a los cauces principales o de las vialidades que conducen el flujo del Arroyo Colorado, áreas que corresponden a un periodo de retorno TR=5 años.

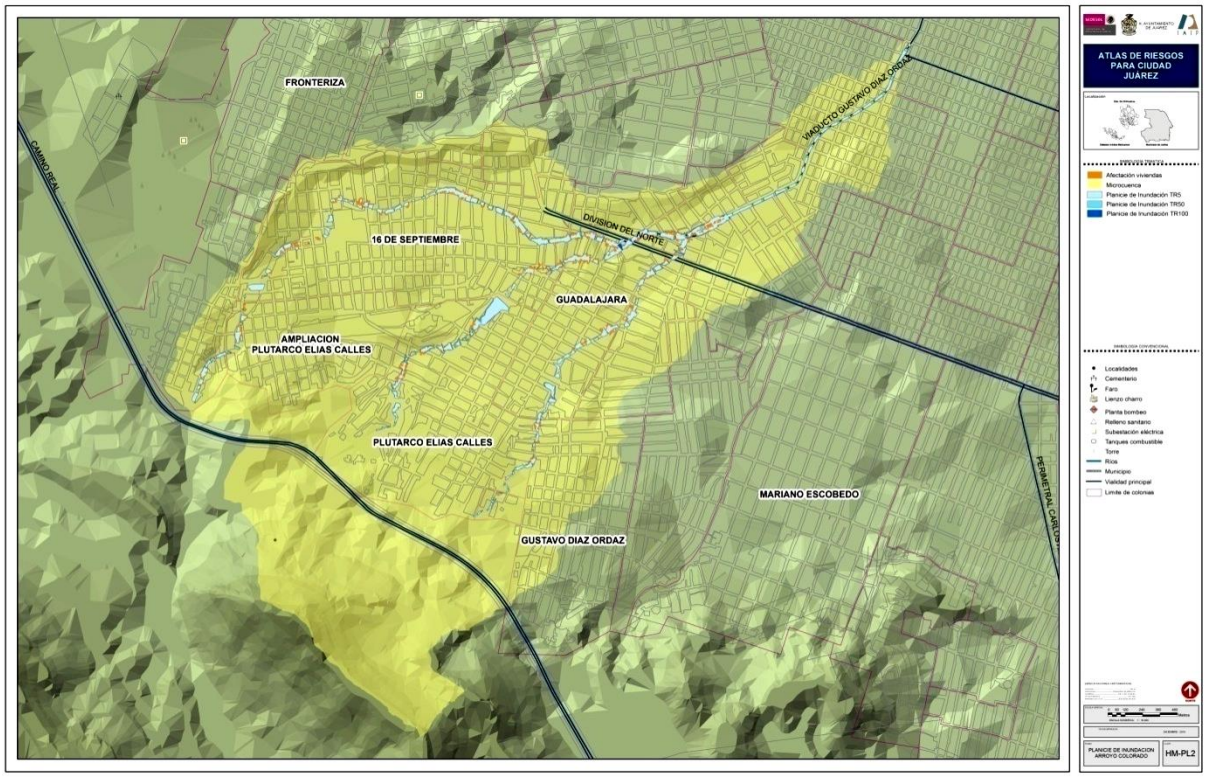


Figura VI.4.3.(6).-. Planicie de inundación mostrando las zonas afectadas

Esta misma información puede ser desplegada para 50 y 100 años, de manera gráfica apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd. Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras. La información a detalle del Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

Cuenca Zona II Centro

C) Arroyo Mariano Escobedo

Corresponde a la Sub-cuenca Arroyo Mariano Escobedo, cuyo cauce principal natural prácticamente ha desaparecido, por lo que los escurrimientos pluviales se presentan de manera laminar por las calles, dándose el punto de concentración de estos en el paso a desnivel inferior o deprimido ubicado en la Av. Insurgentes a 80 metros al oriente de la calle libertad, así como de la calle Paso del Norte.

Esta sub-cuenca se encuentra totalmente urbanizada, su vertiente ocupa una superficie de 2.36 km², localizándose las colonias Mariano Escobedo, Leyes de Reforma, Vicente Guerrero, Monterrey, Obrera, Barrio Alto, Chaveña y Centro.

Existe 1 estructura de control que funciona como alcantarilla denominada **División del Norte (24)**. En la Figura VI.4.3.(7) se aprecia la subcuenca, la ubicación de la estructura de control tipo alcantarilla y las microcuencas que conforman la vertiente.

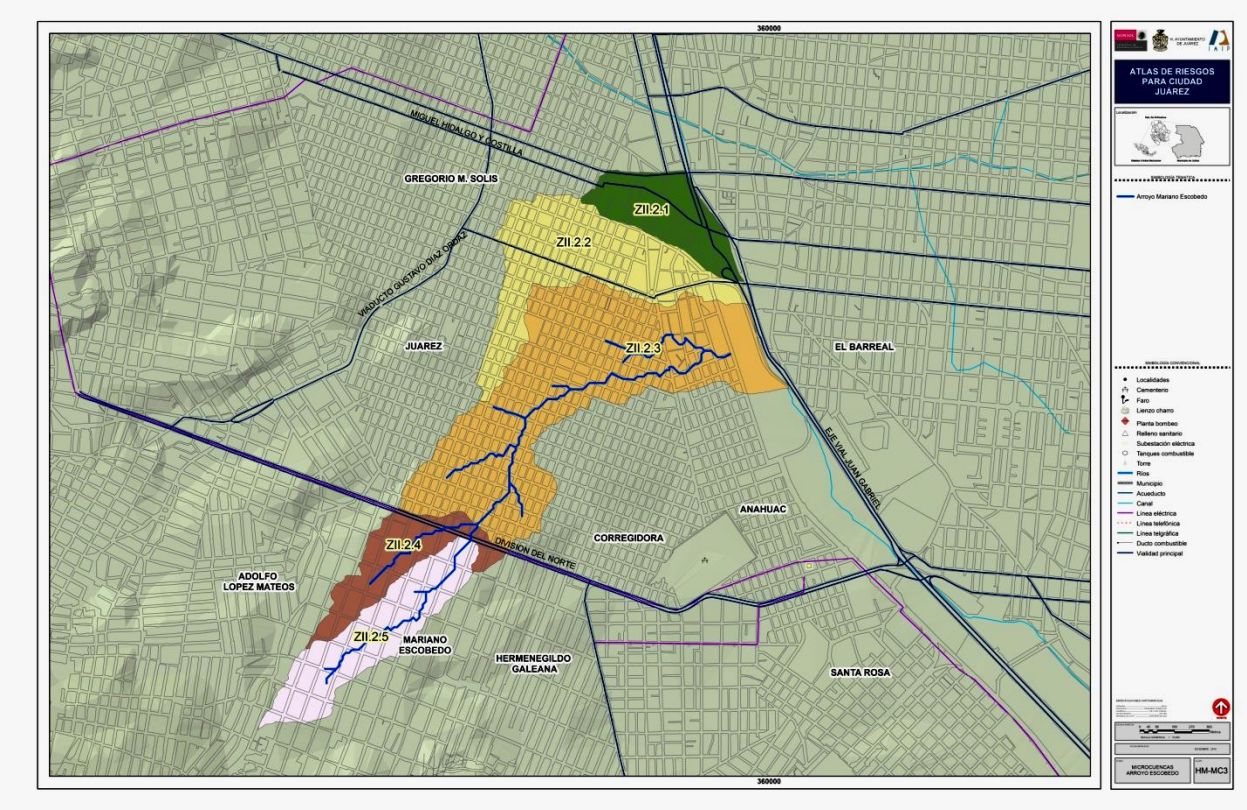


Figura VI.4.3.(7). Sub-cuenca Arroyo Mariano Escobedo, Ubicación de la estructura de control y Microcuencas (Fuente: IMIP-2009)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales.

Sus escurrimientos fueron analizados mediante la identificación de 5 micro-cuencas. Las características físicas hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se

presentan en la Tabla A III.1.(3) incluida en el Anexo III. El esquema del modelo de flujo se representa en la Figura VI.4.3.(8).

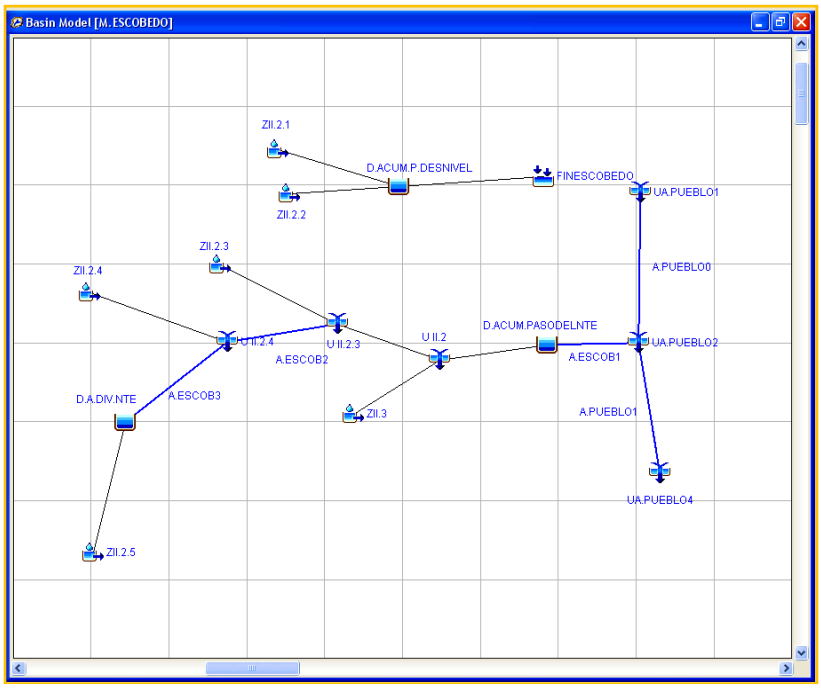


Figura VI.4.3.(8). Esquema del modelo de flujo para las condiciones actuales del arroyo Mariano Escobedo (IMIP-2009).

Problemática identificada

La problemática identificada para este arroyo corresponde básicamente a invasión de lo que queda del cauce en las partes altas y falta de estructuras hidráulicas con capacidad para conducción, regulación y/o manejo en las partes bajas. Los flujos de agua pluvial se presentan iniciando en la colonia Mariano Escobedo, en algunos casos por lo que queda del cauce natural, ya que se observa parcialmente invadido, una vez que los escurrimientos cruzan la alcantarilla ubicada en la Av. División del Norte, continúan por la rasante de las calles localizadas en las colonias Leyes de Reforma, Vicente Guerrero, Monterrey y Obrera concentrándose en la calle Paso del Norte y otras calles de las partes bajas ubicadas en la colonia Chaveña.

Cabe mencionar que paralelo a la calle Paso del Norte, existe un canal pluvial que capta los escurrimientos descritos y los envía hacia el Dren Pluvial Acequia del Pueblo, sin embargo debido a la falta de capacidad del dren y de mantenimiento, hacen que el agua se desborde, originándose una gran planicie de inundación, principalmente en la colonia Chaveña. En el caso de la acumulación de agua pluvial en el paso a desnivel inferior o deprimido ubicado en la Av. Insurgentes, funciona como un vaso, que recoge los escurrimientos provenientes de las colonias Barrio Alto y Centro.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

Para obtener el gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio, se analiza con detalle el comportamiento de los escurrimientos, para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años de donde se obtiene un claro panorama de las posibles precipitaciones que se presentan en la ciudad y que, servirán como base de diseño para los proyectos de control, manejo e infiltración de agua pluvial en sitios previamente seleccionados. La tabla VI.4.3.(6), muestra los resultados de manera tabular, indicando los gastos máximos y volúmenes escurridos que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo.

Tabla VI.4.3.(6) Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos, Arroyo Mariano Escobedo

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 5 años		TR 50 años		TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)
ZII.2.1	0.223	0.80	4.90	1.70	11.80	2.00	14.00	2.90	19.60	3.20	21.90
ZII.2.2	0.504	1.60	11.10	3.70	26.80	4.40	31.70	6.20	44.40	6.90	49.50
D.ACUM.P.DESNIVEL	0.727	0.10	7.60	0.10	8.00	0.10	8.00	0.10	8.20	0.10	8.20
FINESCOBEDO	0.727	0.10	7.60	0.10	8.00	0.10	8.00	0.10	8.20	0.10	8.20
ZII.2.5	0.336	1.20	7.40	2.70	17.80	3.10	21.10	4.40	29.60	4.90	33.00
D.A.DIV.NTE	0.336	1.20	7.40	2.70	17.80	3.00	21.20	3.70	29.70	3.90	33.20
A.ESCOB3	0.336	1.20	7.40	2.70	17.90	3.00	21.20	3.70	29.70	3.90	33.30
ZII.2.4	0.221	0.90	4.90	2.10	11.70	2.50	13.90	3.50	19.50	3.90	21.70
U II.2.4	0.557	1.90	12.30	4.30	29.60	5.00	35.10	6.70	49.20	7.30	55.10
A.ESCOB2	0.557	1.90	12.40	4.30	29.50	4.90	34.60	6.50	48.60	7.00	54.40
ZII.2.3	1.078	3.50	23.80	8.10	57.20	9.40	67.80	13.30	94.90	14.90	106.00
U II.2.3	1.635	5.40	36.30	12.40	86.70	14.30	102.40	19.80	143.50	21.90	160.30
ZII.3	1.692	4.50	37.40	10.50	89.80	12.20	106.40	17.30	149.00	19.40	166.30
U II.2	3.327	9.80	73.70	22.80	176.50	26.40	208.80	37.10	292.50	41.30	326.70
D.ACUM.PASODELNTE	3.327	2.50	73.70	4.80	176.50	5.60	208.80	5.80	292.50	5.80	326.70
A.ESCOB1	3.327	2.50	73.70	4.80	176.50	5.60	208.80	5.80	292.50	5.80	326.70
UA.PUEBLO1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.PUEBLO0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UA.PUEBLO2	3.327	2.50	73.70	4.80	176.50	5.60	208.80	5.80	292.50	5.80	326.70
A.PUEBLO1	3.327	2.40	73.70	4.80	176.50	5.60	208.80	5.80	292.50	5.80	326.70
UA.PUEBLO4	3.327	2.40	73.70	4.80	176.50	5.60	208.80	5.80	292.50	5.80	326.70

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Planicies de inundación

Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras. En este caso para el Arroyo Mariano Escobedo, se definieron los polígonos susceptibles de afectación por inundación para lluvias con un período de retorno de 5 años (Ver Figura VI.4.3.(9).)

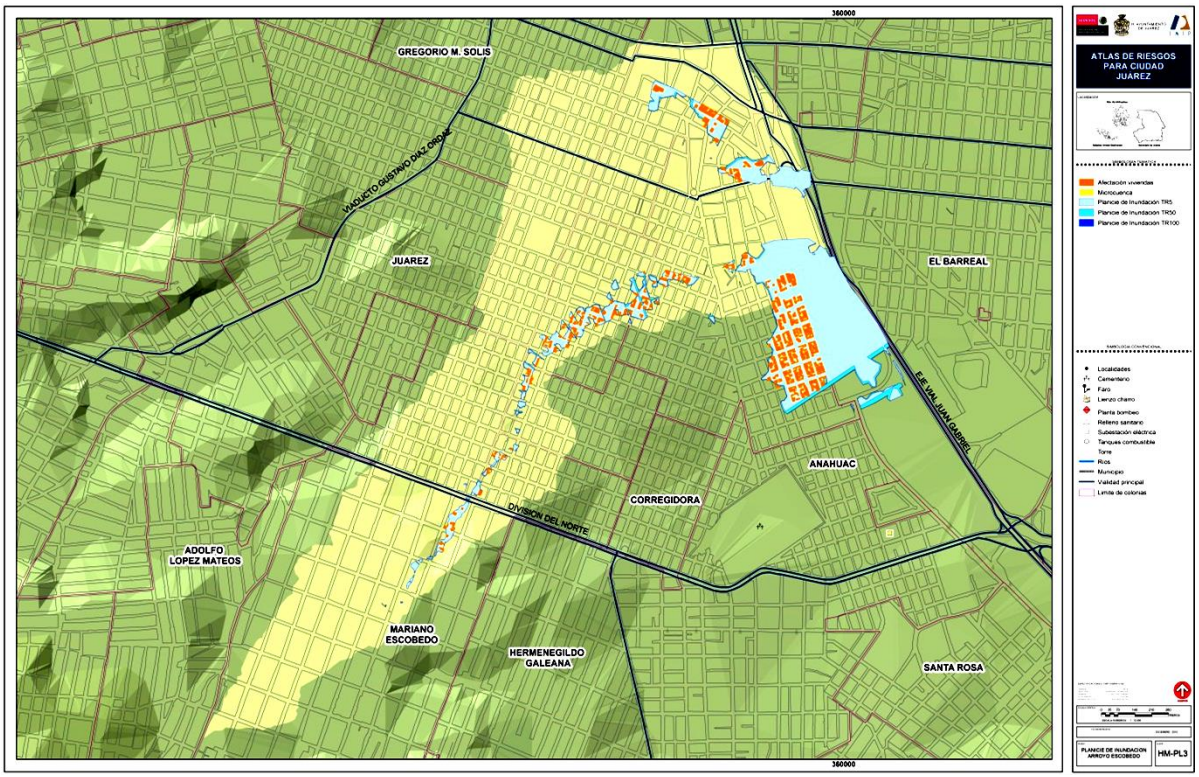


Figura VI.4.3.(9). Arroyo Mariano Escobedo, Planicies de Inundación

Esta misma información puede ser desplegada para 50 y 100 años, de manera gráfica apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd. Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras.

La información a detalle del diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

D) Arroyo El Panteón

La Subcuenca de este arroyo ha sido identificada como ZII.4 en el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial (PSMAP). Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Panteón el cual descarga sus escurrimientos en la Acequia del Pueblo. Esta cuenca esta urbanizada aproximadamente en un 71%. El arroyo Panteón tiene su origen en la Sierra de Juárez y a lo largo de su cauce, antes de descargar al dren Acequia del Pueblo, está regulado por varios

diques: Dique La Biblia 2, Dique La Biblia, Dique Pantitlán, Dique J. Mata Ortiz, Alcantarilla Mamulique, Dique R. Velarde, Alcantarilla M. Ahumada y Dique Copaltepec. La cuenca de este arroyo tiene un área tributaria de 5.12 km² y tiene su origen en la Sierra de Juárez. Limita al norte con las Subcuencas del Arroyo monterrey y la porción alta del Arroyo Mariano Escobedo (ZII.2.4) y al poniente con la parte alta de la Sierra de Juárez.

El área de esta sub-cuenca se ha visto modificada debido a que la vertiente del Arroyo Antiguo Basurero se integró a este arroyo, debido a los procesos de urbanización que se dieron en dicha zona. Ver Figura VI.4.3.(10):

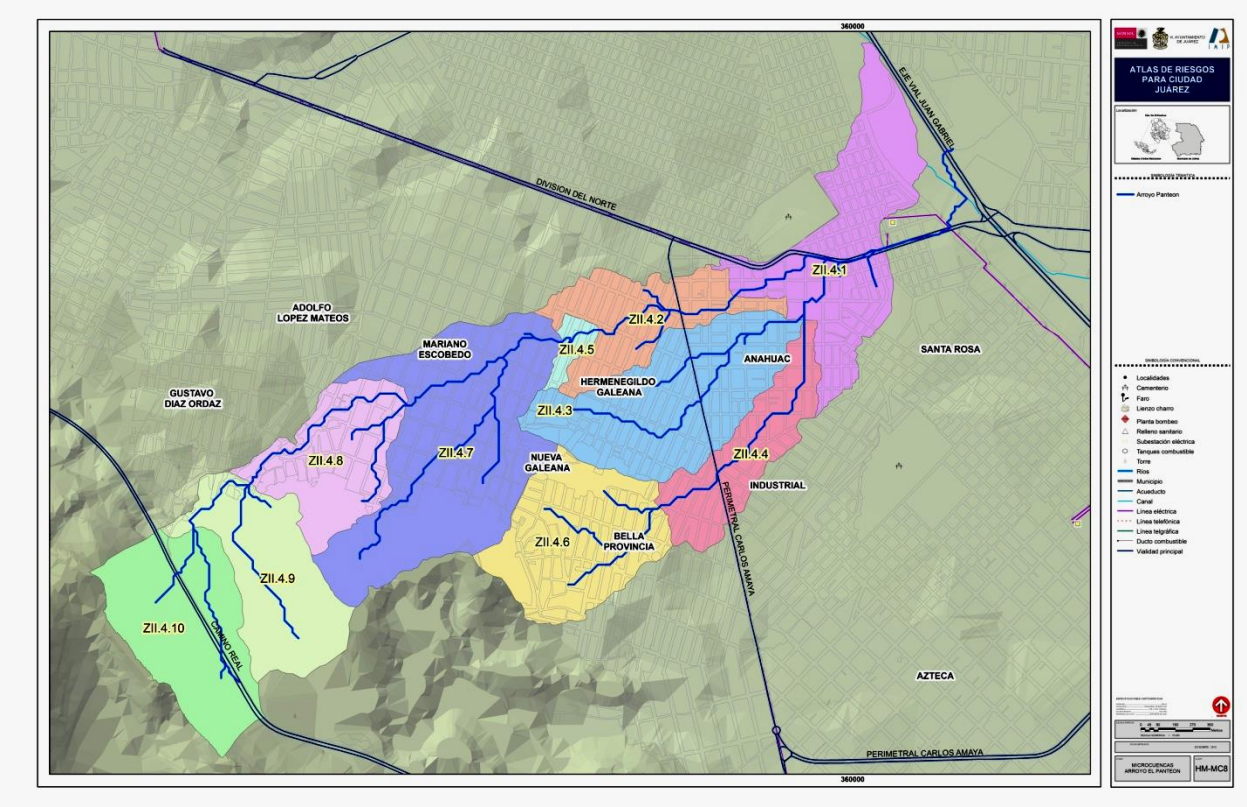


Figura VI.4.3.(10). Cuenca del Arroyo Panteón

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Los escurrimientos fueron analizados por medio de 25 micro-cuencas, de las cuales 11 corresponden a la cuenca alta del arroyo, 4 a la cuenca media y 5 a la parte baja. Por otra parte, las 5 cuencas restantes analizadas corresponden al arroyo Basurero que como ya se dijo actualmente es un afluente del arroyo Panteón. Actualmente existen 8 obras que funcionan como reguladoras para gastos pequeños. Estas 8 obras se dividen en 6 diques y 2 alcantarillas importantes. De los 6 diques, 5 se ubican en la parte alta de la cuenca: Dique La Biblia, Dique la Biblia 2, Dique Pantitlán, Dique Mata Ortiz y Dique R. Velarde. El otro dique se encuentra en la cuenca correspondiente al arroyo Basurero y se denomina Dique Copaltepec. Por otro lado las alcantarillas Mamulique y M. Ahumada se encuentran en la parte alta de la cuenca, aguas abajo del Dique R. Velarde.

Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(4) localizada en el Anexo III

Con los datos de las estructuras de regulación, las características de las cuencas hidrológicas y los datos calculados de precipitación para diferentes periodos de retorno, se elaboró el modelo de simulación hidrológica mediante el cual se pudieron calcular los gastos máximos para 5, 50, 100, 500 y 1000 años. El esquema del modelo hidrológico se representa según la Figura VI.4.3.(11).

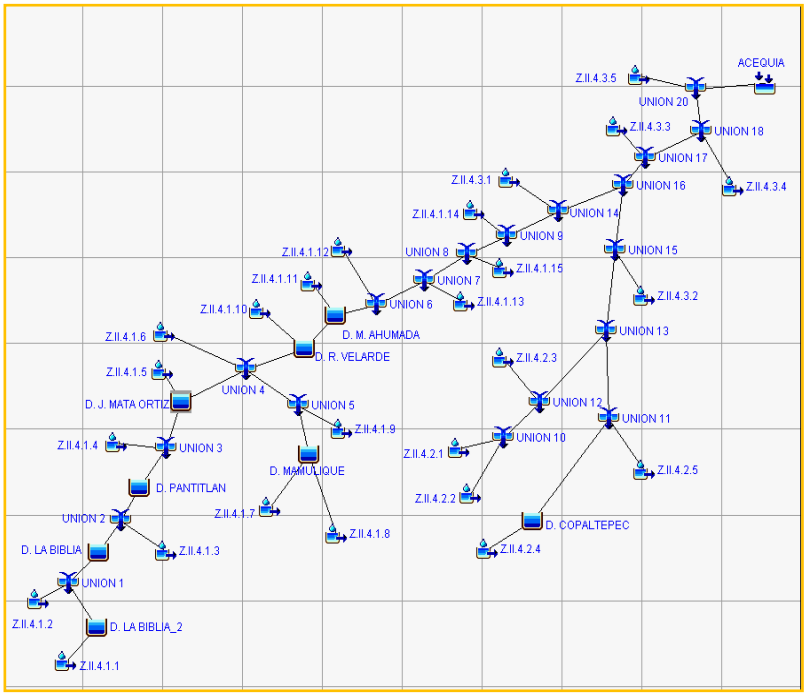


Figura VI.4.3.(11). Esquema del modelo hidrológico para las condiciones actuales del arroyo Panteón.

Problemática identificada

La problemática que presenta este arroyo se debe a que no cuenta con obras adecuadas para la conducción de los escurrimientos pluviales, y de que gran parte del cauce natural del arroyo ha sido urbanizado y ocupado por viviendas. Debido a esto, los flujos de agua pluvial se presentan en buena medida por la rasante de las calles y avenidas, causando problemas graves de anegamientos.

El principal punto de concentración del agua que escurre por este arroyo, es el Blvd. Municipio Libre, que conforme sube el tirante, los flujos continúan por calles de la Col. Chaveña, para finalmente descargar al dren Acequia del Pueblo. Es importante mencionar que la vialidad Blvd. Municipio Libre, no tiene capacidad para desalojar la totalidad del gasto que recibe, a esto se suma que las vías del FFCC no permiten el libre paso del agua, por lo que se presentan inundaciones importantes en la parte baja de esta cuenca.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

Los resultados se presentan en la Tabla VI.4.3.(7) para periodos de retorno 5 y 50 años, indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla VI.4.3.(7): Gastos y volúmenes cuenca Arroyo Panteón					
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 5 años**		**TR 50 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x 1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x 1000m³)**
Acequia	5.25	11.8	95.9	25.6	236.7
D. Copaltepec	0.56	0.7	12.8	2.4	29.3
D. J. Mata Ortiz	1.52	0.8	13.7	2.7	45.3
D. La Biblia	0.6	0.2	2.1	1.2	12.8
D. La Biblia 2	0.29	0	0	0.3	5
D. M. Ahumada	2.59	1.2	31.1	9.1	91.7
D. Mamulique	0.6	0.9	8.8	4.8	23.6
D. PANTITLAN	1.1	0.4	5.5	1.3	25.4
D. R. Velarde	2.54	2.6	30.1	5.7	89.1
UNION 1	0.6	0.2	2.2	1.5	12.9
UNION 10	0.51	2.9	12.6	6.1	27.9
UNION 11	0.91	2.2	21.5	4.8	48.6
UNION 12	0.69	3.9	17.1	8.3	38
UNION 13	1.6	6	38.6	12.6	86.6
UNION 14	3.01	2.8	41.4	10	114.6
UNION 15	1.69	6.5	40.7	13.7	91.3
UNION 16	4.69	9.4	82.1	20.3	205.8
UNION 17	4.75	9.7	83.4	21	208.8
UNION 18	4.92	10.6	87.6	22.9	218.1
UNION 2	1.1	0.5	5.7	3.4	25.5
UNION 20	5.25	11.8	95.9	25.6	236.7
UNION 3	1.33	1.3	10.6	3.8	37.3
UNION 4	2.4	3.1	29.4	8.1	84.2
UNION 5	0.62	0.9	9.2	5	24.6
UNION 6	2.76	1.3	35.2	9.4	100.8
UNION 7	2.85	1.7	37.4	9.6	105.7
UNION 8	2.89	2	38.4	9.7	107.8
UNION 9	2.94	2.4	39.7	9.8	110.7
Tabla VI.4.3.(7): Gastos y volúmenes cuenca Arroyo Panteón					
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 5 años**		**TR 50 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x 1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x 1000m³)**
Z.II.4.1.1	0.29	0.2	2	1.3	7.3

Z.II.4.1.10	0.14	1	3.5	2	7.7
Z.II.4.1.11	0.05	0.4	1.3	0.7	2.8
Z.II.4.1.12	0.17	1.1	4.1	2.4	9.1
Z.II.4.1.13	0.09	0.6	2.2	1.3	4.9
Z.II.4.1.14	0.05	0.4	1.3	0.8	2.9
Z.II.4.1.15	0.04	0.3	1	0.6	2.1
Z.II.4.1.2	0.31	0.2	2.2	1.5	7.9
Z.II.4.1.3	0.5	0.3	3.6	2.4	12.8
Z.II.4.1.4	0.24	1.3	5.1	3	11.9
Z.II.4.1.5	0.19	0.7	3.1	2	8
Z.II.4.1.6	0.26	1.8	6.4	3.7	14.2
Z.II.4.1.7	0.36	0.7	4.3	2.8	12.5
Z.II.4.1.8	0.24	1.1	4.5	2.8	11.1
Z.II.4.1.9	0.02	0.1	0.5	0.3	1
Z.II.4.2.1	0.12	0.8	3	1.8	6.7
Z.II.4.2.2	0.38	2	9.5	4.3	21.2
Z.II.4.2.3	0.18	1.1	4.5	2.2	10.1
Z.II.4.2.4	0.56	3.5	12.8	7.6	29.4
Z.II.4.2.5	0.35	1.6	8.7	3.4	19.3
Z.II.4.3.1	0.07	0.5	1.7	1	3.8
Z.II.4.3.2	0.08	0.6	2.1	1.2	4.6
Z.II.4.3.3	0.05	0.4	1.3	0.8	3
Z.II.4.3.4	0.17	0.9	4.2	1.9	9.3
Z.II.4.3.5	0.33	1.5	8.4	3.2	18.6
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009					

Los gastos pico y volúmenes para periodos de retorno 100,500 y 1000 años obtenidos mediante la modelación con el HEC-HMS, se presentan en la Tabla VI.4.3.(8):

Tabla VI.4.3.(8): Gastos y volúmenes cuenca Arroyo Panteón

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000m^3)
Acequia	5.25	26.5	278.1	36.1	396.9	61.4	467.5
D. Copaltepec	0.56	2.8	34.1	6.7	47.6	10.4	55.5

D. J. Mata Ortiz	1.52	3.3	55.4	5.9	85.2	11.6	103.4
D. La Biblia	0.6	1.3	16.4	2.2	27.2	3.9	33.9
D. La Biblia_2	0.29	0.5	6.7	2.2	11.9	5.4	15.1
D. M. Ahumada	2.59	7.2	110.3	14.6	164.5	20.7	197.2
D. Mamulique	0.6	5.9	28.1	8.3	41.1	10.6	48.9
D. Pantitlán	1.1	1.6	32	3.7	52	6	64.3
D. R. Velarde	2.54	6.2	107.3	12.6	160.2	20.2	192.2
UNION 1	0.6	1.7	16.5	3.9	27.3	7.7	34.1
UNION 10	0.51	6.2	32.3	8	44.7	11.6	51.9
UNION 11	0.91	5.4	56.4	11.2	78.4	16.4	91.4
UNION 12	0.69	8.4	44	11	60.8	15.9	70.6
UNION 13	1.6	13	100.4	19.1	139.2	26.7	162
UNION 14	3.01	8.3	136.7	16.9	201.1	24.3	239.6
UNION 15	1.69	14.2	105.7	20	146.6	27.8	170.6
UNION 16	4.69	21	242.4	29.1	347.6	52	410.2
UNION 17	4.75	21.8	245.9	29.6	352.4	52.7	415.7
UNION 18	4.92	23.7	256.6	31.7	367.2	55.4	433
UNION 2	1.1	4	32.2	6.1	52.1	9.1	64.5
UNION 20	5.25	26.5	278.1	36.1	396.9	61.4	467.5
UNION 3	1.33	4	45.9	5.3	71.5	7.9	87.1
UNION 4	2.4	9.7	101.1	16.7	150.6	25.6	180.6
UNION 5	0.62	6	29.2	8.5	42.7	10.8	50.7
UNION 6	2.76	7.7	120.8	15.5	179.1	21.7	214.1
UNION 7	2.85	7.9	126.5	16	186.9	22.2	223.2
UNION 8	2.89	8	129	16.2	190.3	22.7	227.2
UNION 9	2.94	8.1	132.3	16.5	194.9	23.3	232.5
Z.II.4.1.1	0.29	1.5	9	2.6	14.2	4.1	17.4
Z.II.4.1.10	0.14	2	9	2.7	12.4	3.9	14.4
Z.II.4.1.11	0.05	0.7	3.3	1	4.5	1.4	5.3
Z.II.4.1.12	0.17	2.4	10.5	3.1	14.6	4.6	16.9
Z.II.4.1.13	0.09	1.3	5.6	1.7	7.8	2.4	9.1
Z.II.4.1.14	0.05	0.8	3.3	1	4.6	1.4	5.3
Z.II.4.1.15	0.04	0.6	2.5	0.7	3.4	1.1	4
Z.II.4.1.2	0.31	1.7	9.8	2.8	15.5	4.5	19

Tabla VI.4.3.(8): Gastos y volúmenes cuenca Arroyo Panteón

Elemento	Área drenada (km²)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Z.II.4.1.3	0.5	2.7	15.8	4.5	24.9	7.2	30.5
Z.II.4.1.4	0.24	3	13.9	4.1	19.5	6	22.8
Z.II.4.1.5	0.19	2	9.5	2.8	13.7	4.3	16.2

Z.II.4.1.6	0.26	3.8	16.5	4.9	22.8	7.1	26.5
Z.II.4.1.7	0.36	3	15.1	4.5	22.5	6.9	27
Z.II.4.1.8	0.24	2.9	13	3.9	18.6	5.8	21.9
Z.II.4.1.9	0.02	0.3	1.2	0.3	1.6	0.5	1.9
Z.II.4.2.1	0.12	1.8	7.8	2.3	10.8	3.4	12.5
Z.II.4.2.2	0.38	4.4	24.5	5.7	33.9	8.3	39.4
Z.II.4.2.3	0.18	2.3	11.6	3	16.1	4.3	18.7
Z.II.4.2.4	0.56	7.7	34.2	10.2	47.6	14.9	55.6
Z.II.4.2.5	0.35	3.4	22.3	4.5	30.8	6.5	35.8
Z.II.4.3.1	0.07	1	4.4	1.3	6.1	1.8	7.1
Z.II.4.3.2	0.08	1.2	5.3	1.5	7.4	2.3	8.6
Z.II.4.3.3	0.05	0.8	3.4	1	4.7	1.5	5.5
Z.II.4.3.4	0.17	1.9	10.8	2.5	14.9	3.6	17.3
Z.II.4.3.5	0.33	3.4	21.5	4.4	29.7	6.1	34.5
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Planicies de inundación (Nivel 4)

La Figura VI.4.3.(12) señala por sí sola la problemática de este arroyo, donde se pueden ver las aéreas afectadas para un periodo de retorno TR=5 años (59.28mm - señalada en color azul), se muestran los tres afluentes que bajan de la parte alta de la cuenca hasta unirse en un cauce principal en la parte baja, los cuales afectan en su paso principalmente a las colonias Hermenegildo Galeana y Mariano Escobedo

Se cuenta con la información para TR de 100 y 500años, misma que puede ser desplegada de manera gráfica apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd. Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras. El Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle del Arroyo Panteón se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

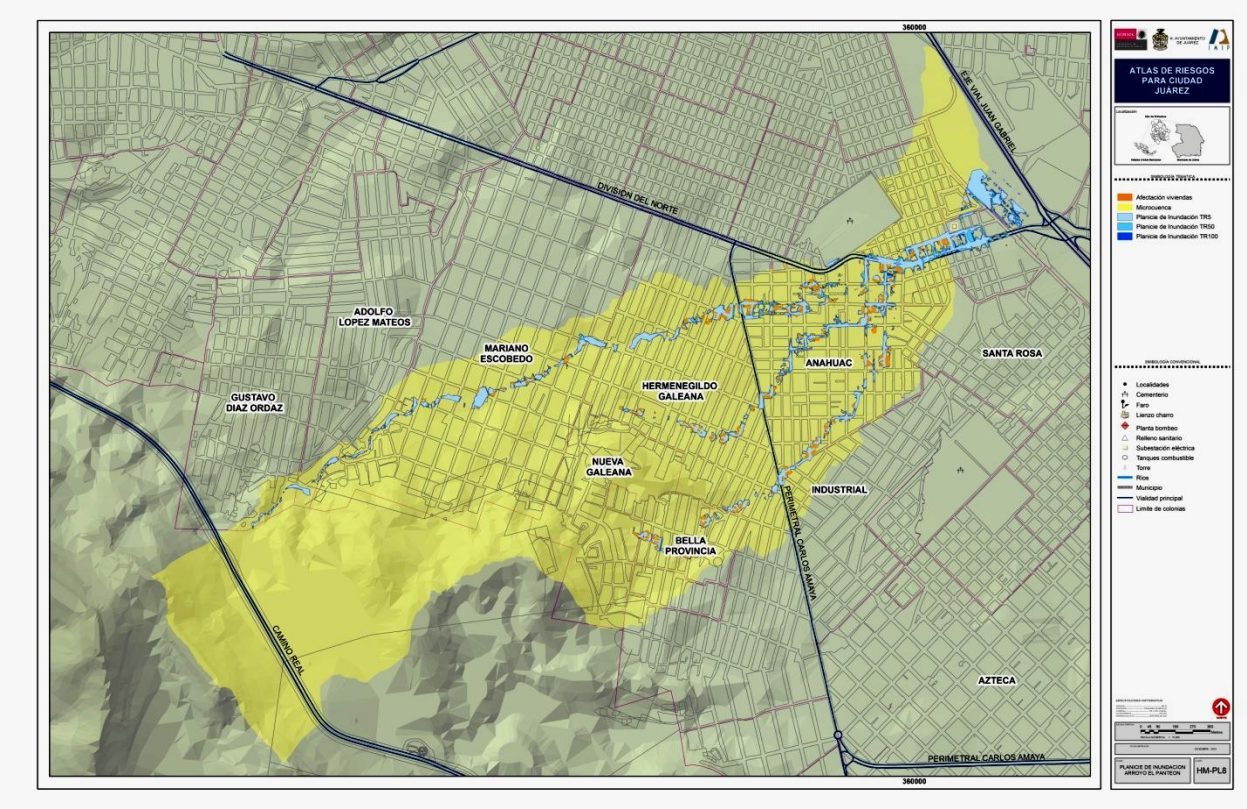


Figura VI.4.3.(12). Planicies de inundación Arroyo El Panteón

E) Arroyo del Indio

La **Sub-cuenca Arroyo del Indio tiene la Clave: ZII.11,** se ubica al Nor-poniente de la ciudad, tiene su origen en la Sierra de Juárez y su superficie de drenado es de 14.72 km². Se estima que el 50% de su superficie se encuentra urbanizada. La Sub-cuenca del cauce principal es el Arroyo del Indio, el cual ha sido canalizado recientemente de manera parcial. Los tramos canalizados son dos, uno de ellos corresponde a la parte intermedia de la cuenca, y parte de la calle Tezontle hasta la calle Manuel Soto, correspondiendo el otro a la parte baja correspondiendo al tramo Eje Vial Juan Gabriel al Dren Acequia del Pueblo.

Actualmente existen varias estructuras hidráulicas, tanto de regulación como de cruce, se ubican a lo largo del cauce principal, destacando en la parte alta de la cuenca el dique Trituradora, y en la parte media y baja de la cuenca, algunas alcantarillas de cruce tipo ducto para permitir el paso de vehículos, ya en la parte baja se localizan dos vasos de regulación ubicados al nor-oriente y sur-poniente del Eje Vial Juan Gabriel, los cuales se conocen como Vaso Indio y Aztlán.

A continuación se enumeran cada una de las estructuras encontradas:

1. Bordo Parque Sierra de Juárez, 2. Alcantarilla Asfalto, 3. Dique Trituradora, 4. Vaso Aztecas 5.Vaso Indio, 6. Vaso Aztlán 7. Alcantarilla Eje Vial Juan Gabriel y 19 alcantarillas de cruce tipo ducto construidas recientemente, los ductos fueron construidos como cruces vehiculares en las siguientes calles: Tezontle, Obsidiana, Asbesto, Pedernal, Coral, Cuiculco,

Aztecas, Tecanecos, Huicholes, Comitecos, Chocholtecas, Tepehuanes, Tepanecas, Géminis, Escorpión, Libra, Aztlán sin fronteras, 15 de Septiembre y Emiliano Zapata.

Es importante mencionar que existe un tramo sin canalizar ubicado en la parte media de la cuenca, que va desde la calle Manuel Soto al Eje Vial Juan Gabriel, por lo que esta zona es susceptible a presentar problemas de inundaciones, principalmente en las colonias Independencia I, Constitución y Tierra y Libertad.

La Sub-cuenca Arroyo del Indio alberga las colonias Los Ojitos, Vista Hermosa, Socosema, Morelos, Luis Olague, Electricistas, Mayas Sur, México 68, Independencia Sur, Azteca, Constitución y Tierra y libertad, además de los parques industriales Gema, Fernández y Juárez.

De acuerdo a las obras de regulación existentes y las modificaciones habidas durante los últimos años por los procesos de urbanización, está Sub-cuenca se subdividió en 14 Micro-cuencas. Tal y como se aprecia en la Figura VI.4.3.(13):

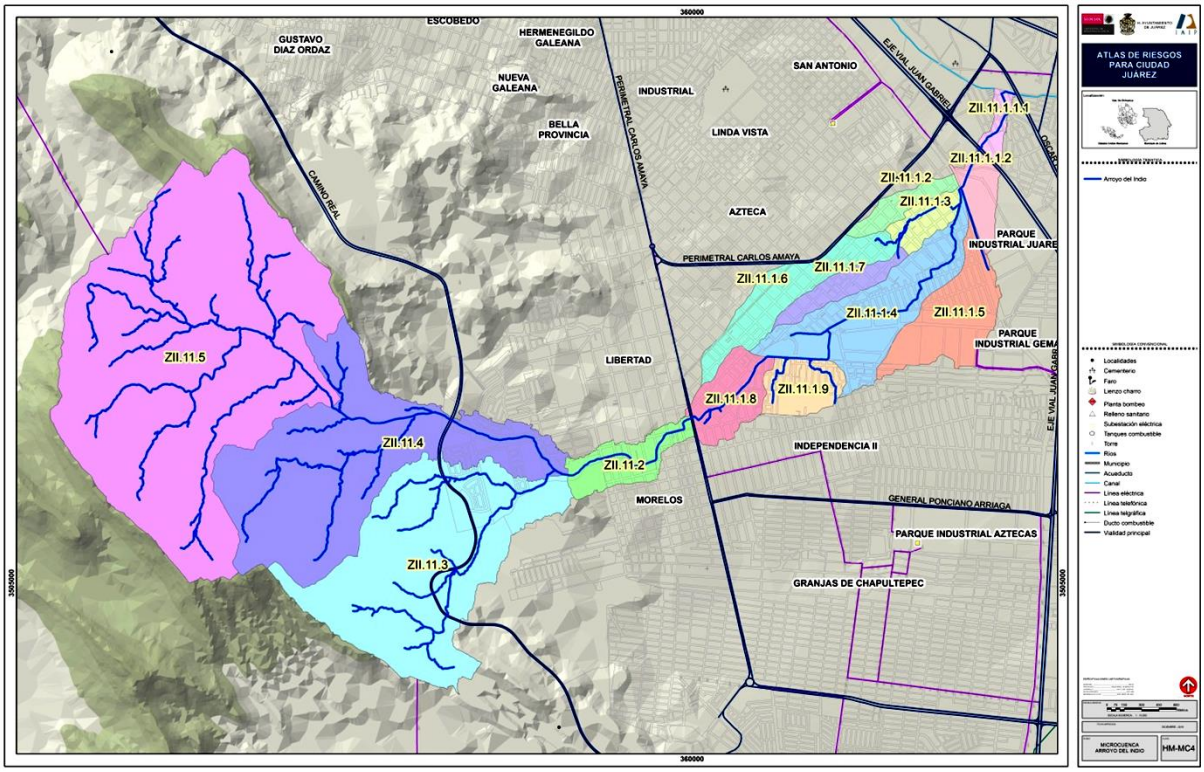


Figura VI.4.3.(13). Sub-cuenca Arroyo del Indio.
(Fuente: IMIP-2009)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Los escurrimientos del Arroyo del Indio, fueron analizados a través de 14 micro-cuencas, de las cuales 3 corresponden a la cuenca alta del arroyo, 9 a la cuenca media y dos a la parte baja. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(5) del Anexo III.

El esquema de flujo en condiciones actuales de la cuenca del Arroyo del Indio se representa en la Figura VI.4.3.(14), a continuación:

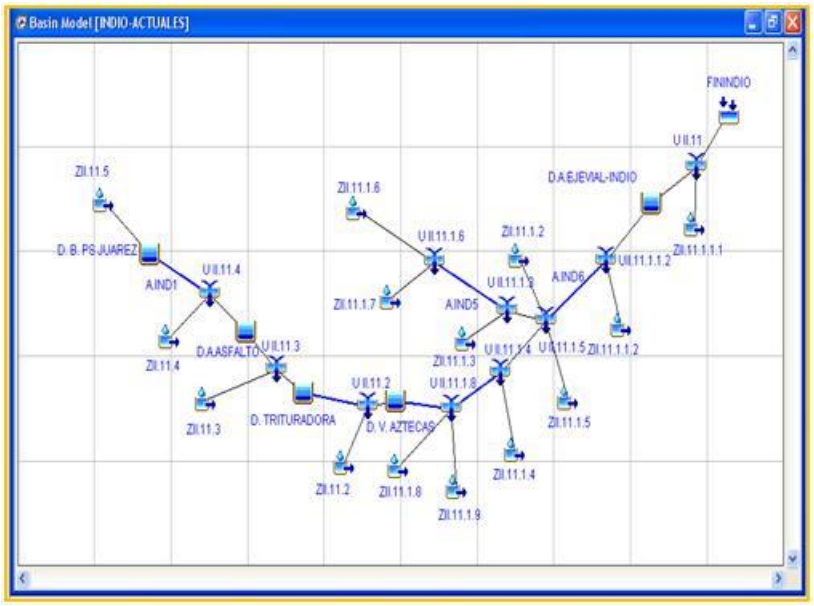


Figura VI.4.3.(14). Esquema de flujo en condiciones actuales Arroyo del Indio.

Problemática identificada

La problemática que presenta este arroyo, responde a varias deficiencias, una es la falta de canalización en el tramo, calle Manuel Soto - Eje Vial Juan Gabriel, donde se ubican las colonias Independencia Sur y Constitución, identificando esta zona como altamente susceptible a tener problemas de inundaciones. Se han identificado algunos otros sitios con problemas de inundación, debido a invasión del cauce natural en algunos afluentes del arroyo principal, o bien zonas con problemas de drenaje superficial, los sitios referidos se encuentran ubicados en la colonia Aztecas, y Luis Olague respectivamente. Otro aspecto relevante tiene que ver con los tramos de arroyo ya canalizados, ya que el área hidráulica definida en su construcción, fue obtenida a partir de lograr una mejor regulación de los escurrimientos pluviales, como es la rehabilitación de las estructuras de regulación existentes incluyendo la construcción de vasos de regulación en cuatro sitios, el dique Parque Sierra de Juárez como la obra de mayor importancia y prioridad para control de los flujos de este arroyo, el cual es imperiosa la necesidad de que sea construido, a fin de garantizar la seguridad de la infraestructura recientemente edificada, además de regular los gastos máximos hacia la cuenca media y baja.

Por otra parte se requiere la construcción del Vaso Aztecas, que se ubica en la parte media de la cuenca, así como los Vasos Indio y Aztlán localizados en la parte baja, estos últimos actualmente con capacidad limitada, debido a que solo se llevaron a cabo las excavaciones (Ver Fotos VI.4.3. (1) y (2), sin embrago no han sido terminados de acuerdo con los proyectos elaborados para tal fin. Es necesario que dichos vasos sean construidos ya que de presentarse avenidas extraordinarias, los tramos canalizados podrían ser superados y desbordados, inundando las colonias Tierra y Libertad y División del Norte.



Foto VI.4.3.(1) Vaso Indio (IMIP-2010)



Foto VI.4.3.(2) Vaso Aztlán (IMIP-2010)

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

La obtención del gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio para el comportamiento de los escurrimientos, fue analizado para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años,. Los resultados se muestran en las Tablas VI.4.3.(9) y (10), indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo para los diferentes períodos de retorno, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla VI.4.3.(9). Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo del Indio.

Elemento	Área drenada (km²)	TR 5 años		TR 50 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZII.11.5	5.543	2.60	41.10	16.00	154.90
D. B. PS JUAREZ	5.543	0.40	8.50	11.10	122.30
A.IND1	5.543	0.40	8.50	10.10	122.20
ZII.11.4	2.681	2.10	26.40	9.70	88.10
U II.11.4	8.224	2.10	34.90	15.60	210.30
D.A.ASFALTO	8.224	2.10	34.90	14.70	210.30
ZII.11.3	2.483	2.00	24.50	9.60	81.60
U II.11.3	10.707	4.20	59.40	18.70	292.00
D. TRITURADORA	10.707	2.20	59.40	6.20	292.80
A.IND2	10.707	2.20	59.40	6.20	292.80
ZII.11.2	0.352	1.40	8.10	3.30	19.40
U II.11.2	11.059	3.10	67.60	6.50	312.20
D. V. AZTECAS	11.059	3.30	67.60	6.40	312.30
A.IND3	11.059	2.90	67.60	6.40	312.40
ZII.11.1.8	0.382	1.70	8.80	4.00	21.10
ZII.11.1.9	0.303	1.80	7.00	4.10	16.70
U II.11.1.8	11.744	5.20	83.40	11.60	350.10

Tabla VI.4.3.(9). Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo del Indio.

Elemento	Área drenada (km²)	TR 5 años		TR 50 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
A.IND4	11.744	4.80	83.20	11.20	350.00
ZII.11.1.4	0.953	2.80	22.00	6.80	52.50
U II.11.1.4	12.697	7.60	105.20	17.70	402.50
ZII.11.1.6	0.533	2.10	12.30	4.90	29.40
ZII.11.1.7	0.213	0.90	4.90	2.00	11.70
U II.11.1.6	0.746	2.90	17.20	6.90	41.10
A.IND5	0.746	2.70	17.30	6.60	41.20
ZII.11.1.3	0.182	0.80	4.20	1.80	10.00
U II.11.1.3	0.928	3.40	21.50	8.20	51.20
ZII.11.1.2	0.169	0.80	3.90	1.80	9.30
ZII.11.1.5	0.622	2.20	14.30	5.30	34.30
U II.11.1.5	14.416	13.70	144.90	32.60	497.40
A.IND6	14.416	12.80	145.00	31.50	497.70
ZII.11.1.1.2	0.198	0.80	4.60	1.80	10.90
UII.11.1.1.2	14.614	13.60	149.60	33.30	508.60
D.A.EJEVIAL-INDIO	14.614	13.70	149.70	31.90	508.60
ZII.11.1.1.1	0.107	0.50	2.50	1.20	5.90
U II.11	14.721	13.90	152.10	32.80	514.50
FININDIO	14.721	13.90	152.10	32.80	514.50

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Tabla VI.4.3.(10). Gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo del Indio.

Elemento	Área drenada (km²)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZII.11.5	5.543	18.90	189.90	30.60	294.70	36.10	340.60
D. B. PS JUAREZ	5.543	19.30	157.30	32.50	262.10	41.70	307.90
A.IND1	5.543	14.90	157.40	27.90	262.90	32.90	308.90
ZII.11.4	2.681	11.10	106.50	17.10	160.70	19.90	184.20
U II.11.4	8.224	21.60	263.90	41.40	423.60	50.50	493.10
D.A.ASFALTO	8.224	21.50	263.90	46.40	423.60	51.60	493.10
ZII.11.3	2.483	10.80	98.70	16.70	148.90	19.50	170.60
U II.11.3	10.707	27.10	362.60	57.90	572.50	66.20	663.70
D. TRITURADORA	10.707	10.80	362.70	31.50	572.60	40.80	664.50
A.IND2	10.707	10.70	362.80	30.70	573.00	40.60	664.90
ZII.11.2	0.352	3.50	22.40	4.60	31.00	5.20	34.60
U II.11.2	11.059	11.10	385.30	31.50	604.00	41.70	699.50

Tabla VI.4.3.(10). Gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo del Indio.

Elemento	Área drenada (km²)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)

D. V. AZTECAS	11.059	11.20	385.30	32.30	604.00	43.80	699.50
A.IND3	11.059	11.10	385.40	32.00	604.20	42.70	699.70
ZII.11.1.8	0.382	4.00	24.40	5.30	33.70	5.90	37.60
ZII.11.1.9	0.303	4.10	19.30	5.30	26.70	6.00	29.80
U II.11.1.8	11.744	12.30	429.00	33.30	664.60	44.50	767.10
A.IND4	11.744	12.00	429.00	32.10	664.70	41.50	767.40
ZII.11.1.4	0.953	7.20	60.70	9.60	84.00	10.80	93.70
U II.11.1.4	12.697	18.80	489.70	35.10	748.70	45.20	861.10
ZII.11.1.6	0.533	5.10	34.00	6.80	47.00	7.60	52.40
ZII.11.1.7	0.213	2.10	13.60	2.80	18.80	3.10	20.90
U II.11.1.6	0.746	7.20	47.60	9.60	65.70	10.70	73.30
A.IND5	0.746	6.90	47.70	9.10	65.80	10.20	73.50
ZII.11.1.3	0.182	1.80	11.60	2.40	16.00	2.70	17.90
U II.11.1.3	0.928	8.60	59.30	11.50	81.90	12.80	91.40
ZII.11.1.2	0.169	1.80	10.80	2.40	14.90	2.70	16.60
ZII.11.1.5	0.622	5.50	39.60	7.30	54.80	8.10	61.10
U II.11.1.5	14.416	34.40	599.40	45.30	900.30	51.00	1030.20
A.IND6	14.416	33.30	599.70	44.20	900.60	50.30	1030.50
ZII.11.1.1.2	0.198	1.90	12.60	2.60	17.40	2.90	19.50
UII.11.1.1.2	14.614	35.30	612.30	46.80	918.00	52.10	1050.00
D.A.EJEVIAL-INDIO	14.614	34.10	612.30	41.60	918.00	47.10	1050.00
ZII.11.1.1.1	0.107	1.20	6.80	1.60	9.40	1.80	10.50
U II.11	14.721	35.10	619.20	42.30	927.40	47.30	1060.50
FININDIO	14.721	35.10	619.20	42.30	927.40	47.30	1060.50
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Planicies de inundación (Nivel 4)

La corriente del Arroyo del Indio presenta actualmente problemas de inundación especialmente en el tramo comprendido de Presa del Calcital hasta la Acequia del Pueblo, siendo las colonias Independencia I y Tierra y Libertad las afectadas, según se puede observar en la Figura VI.4.3.(15). donde se muestra la planicie de inundación para una tormenta con período de retorno de 5 años. Se cuenta con la información para TR de 50 y 100 años, misma que puede ser desplegada de manera gráfica apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd. Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras. El Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle del Arroyo de El Indio se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

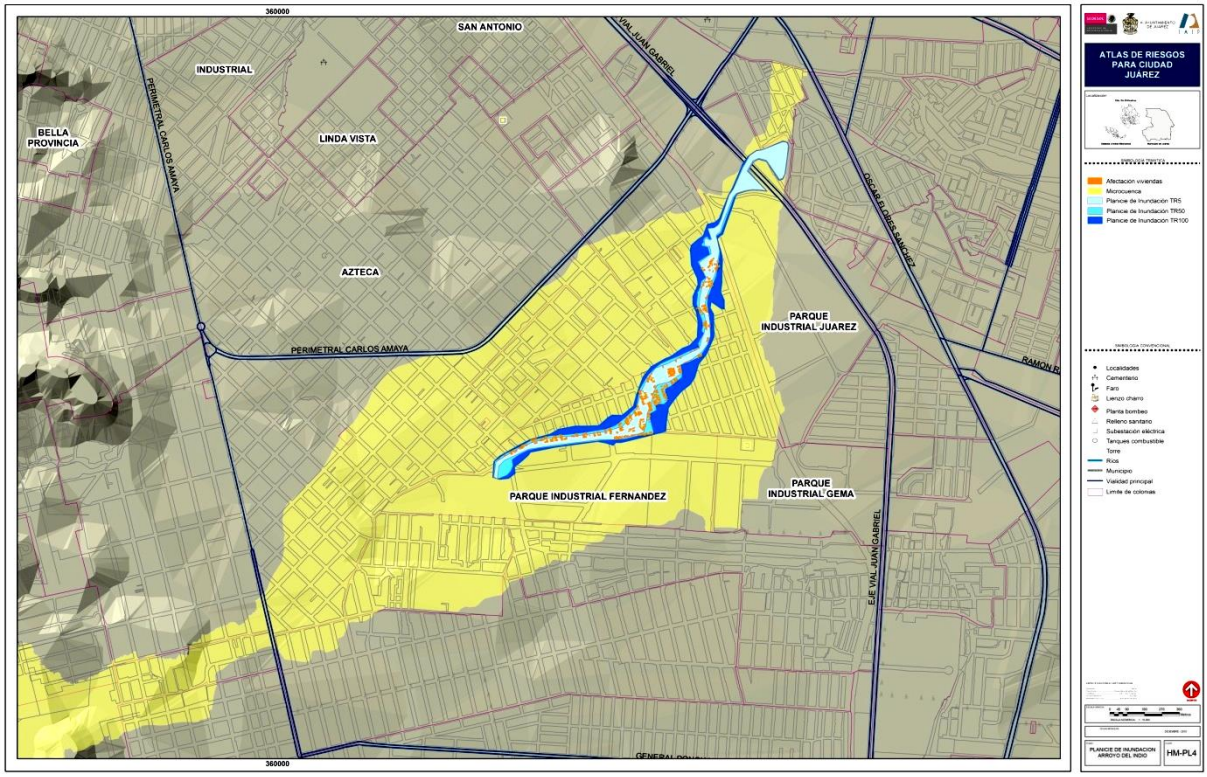


Figura VI.4.3.(15). Planicie de inundación de la cuenca baja del Arroyo El Indio

F) Arroyo San Antonio

La Subcuenca de este arroyo ha sido identificada como ZII.7 por el PSMAP. Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo San Antonio, que limita con la Acequia del Pueblo, la cual esta aproximadamente urbanizada en un 80%. Tiene su origen en la Sierra de Juárez y se encuentra regulada por el Dique Palo Chino (12), y por los bordos Ampliación Palo Chino y Palos de las Flores, el primero de ellos localizado al final de la microcuenca ZII.7.3 y el segundo ubicado en el cauce y/o colector de la microcuenca ZII.7.6.

Existen 3 alcantarillas: La Curva (11), Arboledas 2 (40) y Arboledas 3 (41) que operan alcantarillas en la cuenca alta. Tomando en cuenta las obras de regulación, ésta Sub-cuenca se dividió en 9 Micro-cuencas según se muestra en la Figura VI.4.3.(16).

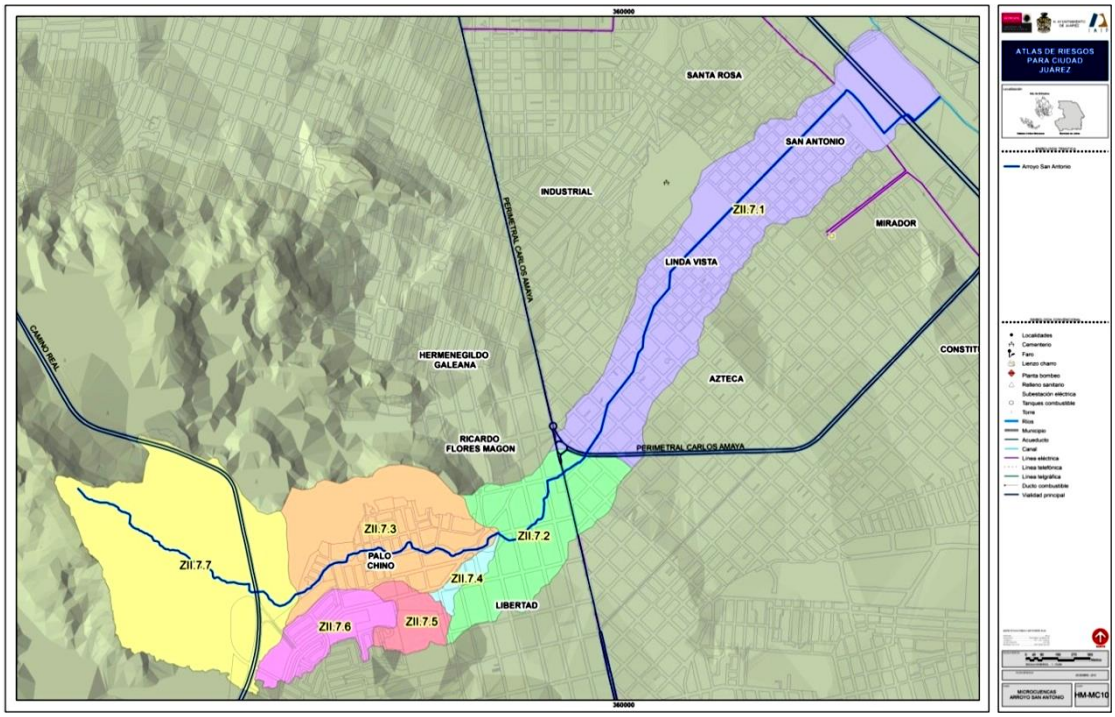


Figura VI.4.3.(16). Subcuenca del Arroyo San Antonio

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Sus escurrimientos fueron analizados a través de 7 micro-cuencas, de las cuales 5 corresponden a la cuenca alta del arroyo, una a la cuenca media y una a la parte baja. La parte alta está dividida en dos ramales principales; el ramal norte está comprendido por dos micro-cuencas. Su parte alta corresponde a la ZII.7.7, que termina en el Bordo Ampliación Palo Chino, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 25,393 m³, inferior al escurrimiento máximo esperado en esa cuenca para un periodo de retorno de 100 años. La parte baja del ramal norte, que corresponde a la micro-cuenca ZII.7.3 inicia en el bordo antes mencionado y termina en el Dique Palo Chino. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(6) que se incluye en el Anexo III.

Con los datos de las estructuras de regulación, las características de las cuencas hidrológicas y los datos calculados de precipitación para diferentes periodos de retorno, se elaboró el modelo de simulación hidrológica mediante el cual se pudieron calcular los gastos máximos para 100, 500 y 1000 años. El esquema del modelo hidrológico se representa según la Figura VI.4.3.(17).

Tabla VI.4.3.(17) Esquema del modelo hidrológico Arroyo San Antonio



Problemática identificada

La problemática que presenta este arroyo se manifiesta en que los flujos de agua pluvial escurren de manera laminar por la rasante de las calles, donde se concentra el agua en las mismas a partir de la vialidad Perimetral Carlos Amaya, elevando el tirante por las calles Grecia y Suecia, hasta llegar a un terreno baldío ubicado al Poniente de la vía del Ferrocarril, sitio donde se acumula el agua, la cual es desalojada lentamente por una alcantarilla ubicada al final de la calle Suecia. A partir de este cruce, el agua es conducida mediante canal de tierra hasta las instalaciones de la maquiladora Phillips, colindante con el canal que conduce el escurrimiento hasta la Av. Juan Gabriel y finalmente descargar al Dren Acequia del Pueblo.

La capacidad de la alcantarilla de cruce al final de la calle Suecia y en la Av. Juan Gabriel son insuficientes, ocasionando que en esta última vialidad se desborde el flujo del arroyo, ocasionando la inundación en el arroyo de la calle, mismo que se hace más crítico al unirse con los flujos que aporta el arroyo Mercado Ornelas, y la baja capacidad para recibir el gasto máximo el Dren Acequia del Pueblo. (Ver Foto VI.4.3.(3)).



Foto VI.4.3.(3) Inundación en la Av. Eje Vial Juan Gabriel (IMIP-Julio-2004)

Análisis de escurrimientos Nivel 3

La obtención del gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio para el comportamiento de los escurrimientos, fue analizado para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años de donde se obtuvo un claro panorama de las posibles precipitaciones que se presentan en la ciudad y que, servirán como base de diseño para los proyectos de control, manejo e infiltración de agua pluvial en sitios previamente seleccionados.

Los resultados se muestran en las Tabla. VI.4.3.(11) y (12) indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo para los diferentes períodos de retorno, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla. VI.4.3.(11) Gastos máximos y volúmenes escurridos por retorno Arroyo San Antonio

Elemento	Área	TR 5 años	TR 50 años

	drenada (km^2)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)
A.DEL PUEBLO	3.99	8.79	55.93	11.6	149.94
ASN1	0.21	0	0	0.06	1.2
ASN2	0.33	0.41	2.39	1.1	6.94
ASN5	1.15	0	0	0.63	18.4
D.A.ARBOLEDAS	0.33	0.6	2.38	1.43	6.89
D.A. LA CURVA	2.69	4.41	23.66	7.91	78.22
D.B.AMPL.PCHINO	1.15	0	0	0.63	18.37
D.B.P.DE LAS FLORES	0.21	0	0	0.08	1.2
D.PALO CHINO	2.19	1.6	11.83	2.2	51.44
GRECIA	3.78	8.01	50.77	10.11	138.48
TEZONTLE	0.33	0.6	2.38	1.44	6.89
U 7.1.1	3.99	8.79	55.93	11.6	149.94
U 7.1.2	3.78	9.02	50.75	17.9	138.43
U 7.1.3	3.32	6.32	39.37	12.56	113.12
U 7.2	2.69	4.49	23.66	8.36	78.22
U 7.3	1.81	1.02	8.3	3.53	41.96
U 7.4	2.19	1.62	11.83	5.2	51.44
U 7.5	0.33	0.6	2.38	1.44	6.89
ZII.7.1.1	0.21	1.15	5.16	2.45	11.46
ZII.7.1.2	0.46	2.7	11.39	5.72	25.31
ZII.7.1.3	0.63	2.78	15.7	5.99	34.9
ZII.7.2	0.5	2.9	11.83	6.31	26.77
ZII.7.3	0.66	1.02	8.3	3.53	23.56
ZII.7.4	0.05	0.32	1.14	0.66	2.54
ZII.7.5	0.12	0.6	2.38	1.44	5.69
ZII.7.6	0.21	1.28	4.79	2.85	11.04
ZII.7.7	1.15	0.67	8.24	4.87	29.42
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009					

Tabla. VI.4.3.(12) Gastos máximos y volúmenes escurridos por retorno Arroyo San Antonio

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico	Volumen ($x1000m^3$)

		(m³/s)		(m³/s)		(m³/s)	
A.DEL PUEBLO	3.99	11.79	180.26	12.93	268.11	14.79	305.12
ASN1	0.21	0.09	3.01	0.52	8.14	0.89	10.29
ASN2	0.33	1.14	9.71	1.6	17.62	1.83	20.94
ASN5	1.15	1.02	25.29	4.45	46.4	6.13	55.5
D.A.ARBOLEDAS	0.33	1.46	9.66	1.97	17.56	2.23	20.87
D.A. LA CURVA	2.69	7.98	97.32	9.48	153.48	10.23	177.24
D.B.AMPL.PCHINO	1.15	1.03	25.31	7.09	46.27	6.48	55.51
D.B.P.DE LAS FLORES	0.21	0.14	3	0.64	8.11	1.01	10.26
D.PALO CHINO	2.19	2.23	66.21	2.55	110.19	4.97	128.94
GRECIA	3.78	10.24	167	11.26	249.78	13.31	284.67
TEZONTLE	0.33	1.47	9.66	1.98	17.56	2.24	20.87
U 7.1.1	3.99	11.79	180.26	12.93	268.11	14.79	305.12
U 7.1.2	3.78	18.2	166.96	22.97	249.74	25.32	284.63
U 7.1.3	3.32	13.23	137.69	17.17	209.27	19.03	239.48
U 7.2	2.69	8.47	97.27	10.54	153.36	11.57	177.18
U 7.3	1.81	3.95	53.55	7.91	88.4	10.09	103.41
U 7.4	2.19	5.53	66.19	8.88	110.08	11.52	128.87
U 7.5	0.33	1.48	9.66	1.99	17.55	2.25	20.86
ZII.7.1.1	0.21	2.48	13.26	3.25	18.33	3.63	20.45
ZII.7.1.2	0.46	5.79	29.27	7.57	40.46	8.45	45.14
ZII.7.1.3	0.63	6.25	40.37	8.28	55.8	9.24	62.25
ZII.7.2	0.5	6.4	31.05	8.43	43.17	9.44	48.24
ZII.7.3	0.66	3.95	28.26	5.85	42	6.73	47.91
ZII.7.4	0.05	0.67	2.93	0.87	4.05	0.98	4.52
ZII.7.5	0.12	1.48	6.65	1.99	9.41	2.25	10.57
ZII.7.6	0.21	2.9	12.84	3.84	17.95	4.31	20.1
ZII.7.7	1.15	5.6	36.36	9.37	57.33	11.21	66.56
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Planicies de inundación (Nivel 4)

La superficie afectable por la corriente del Arroyo San Antonio desde su origen en la Sierra de Juárez hasta su límite con la Acequia del Pueblo, para tormenta con período de retorno de 5 años se muestra en la Figura VI.4.3.(18). a continuación:

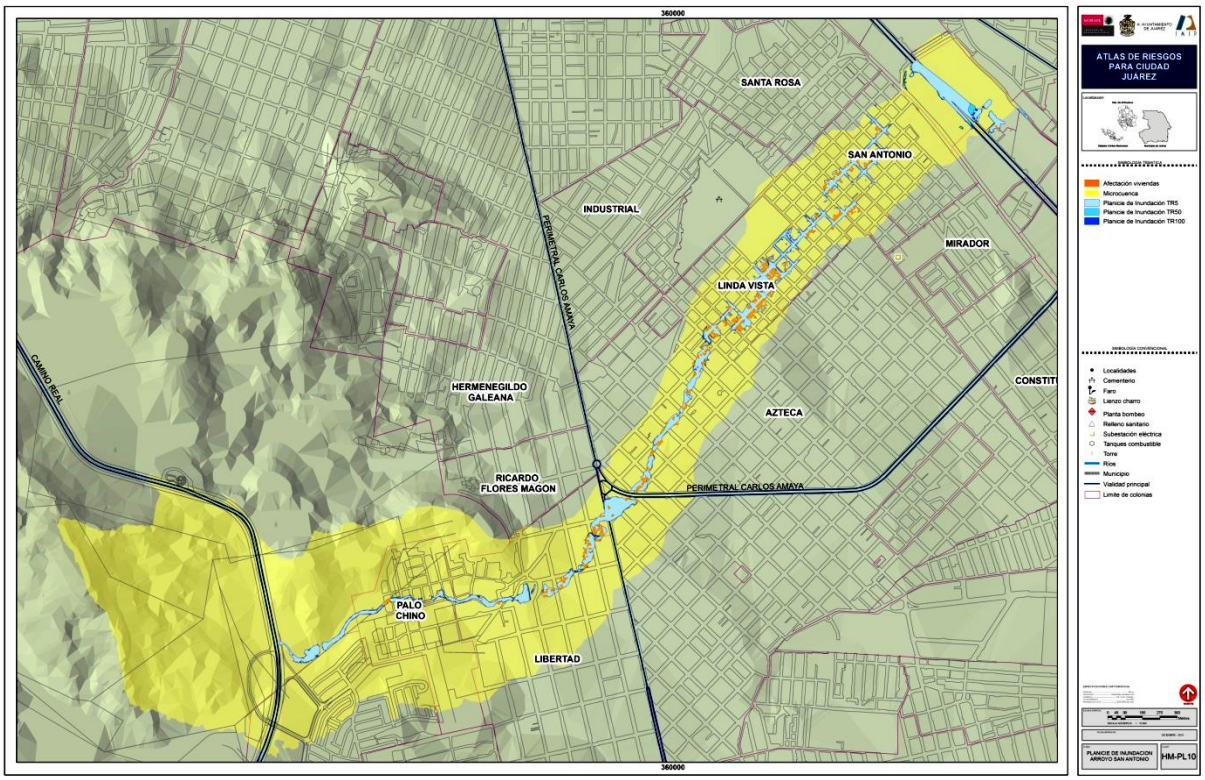


Figura VI.4.3.(18). Planicie de inundación Arroyo San Antonio
Fuente IMIP (2010)

Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras. A lo largo de su recorrido se afectan viviendas localizadas en las colonias Libertad, Aztecas y San Antonio, las cuales se evalúa su nivel de riesgo en el apartado de zonificación y riesgo.

Para este arroyo se cuenta con la información para un TR de 50 y 100 años, misma que puede ser desplegada de manera gráfica apoyándose con el software ArcView o ArcGis y el proyecto Pl_Inun_Vib_mxd.

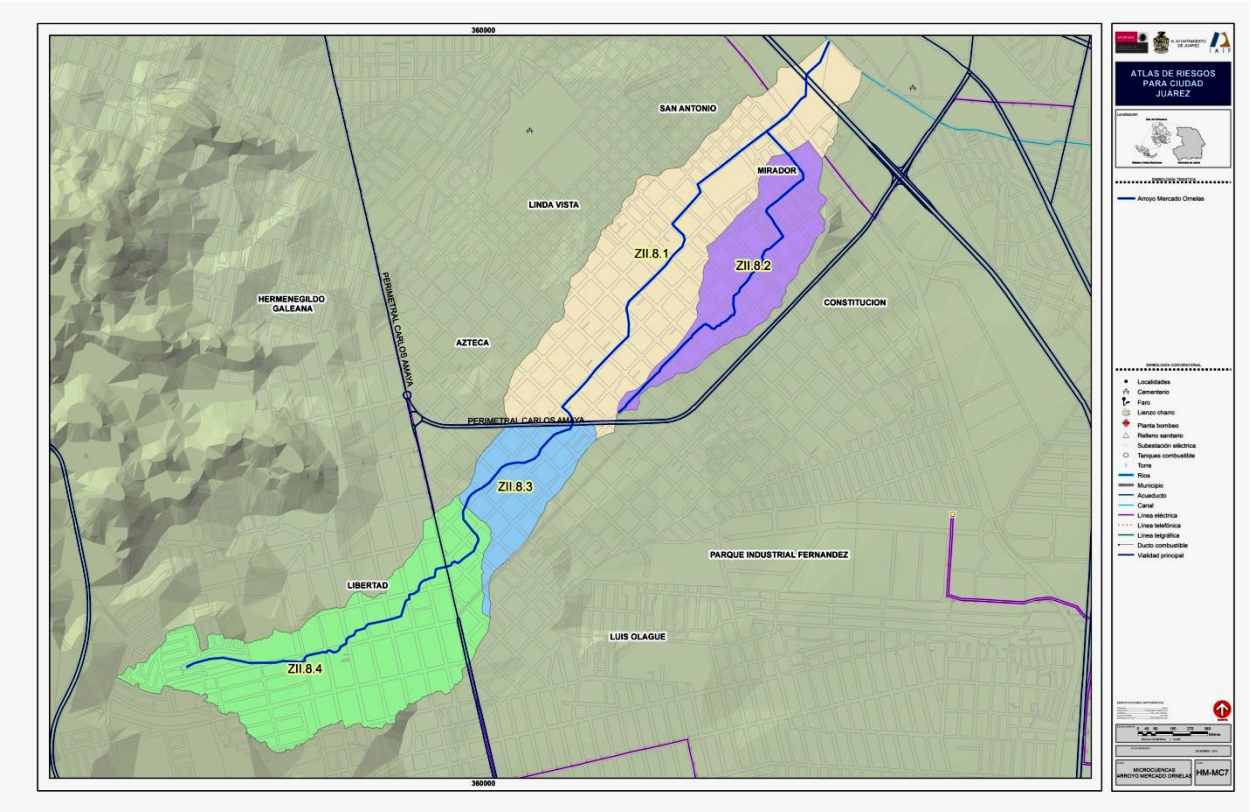
El Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle del Arroyo San Antonio pueden consultarse en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación

G) Arroyo Mercado Ornélas

La Subcuenca de este arroyo ha sido identificada como ZII.8 por el PSMAP. Limita en su parte baja con la Acequia del Pueblo, su vertiente alta se ubica al poniente de la ciudad, sobre el sector central de la Sierra de Juárez, en una zona recientemente urbanizada, en la cual se desplanta el fraccionamiento Los Ojitos.

Esta Sub-cuenca tiene una superficie estimada en 2.97 km², la cual se puede considerar totalmente urbanizada. Los escurrimientos son regulados por la Alcantarilla Tepanecas, ubicada en el cruce de las Calles Tepanecas y Xochimilcas, la cual se encuentra en buenas condiciones de servicio, así como por el Dique “El Hoyo” (16) que se ubica en la parte media de la cuenca, este último cuenta con una capacidad de 1,178 m³. La pendiente promedio es de 0.025 y la longitud del cauce principal o colector de este arroyo corresponde a 4.9 km.

Figura VI.4.3.(19). Subcuenca del Arroyo Mercado Ornelas (IMIP-2010)



Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Sus escurrimientos fueron analizados a través de 4 micro-cuencas. Con el propósito de obtener un mayor detalle del comportamiento de los escurrimientos, la micro-cuenca ZII.8.1 fue subdividida en 6 áreas hidrológicas y la ZII.8.4 se subdividió en tres áreas hidrológicas mas. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(7) del Anexo III.

El modelo de simulación hidrológica (HEC-HMS), se elaboró con los datos de las estructuras de regulación, las características de las cuencas hidrológicas y los datos calculados de precipitación para diferentes periodos de retorno, mediante lo cual se pudieron calcular los gastos máximos para 100, 500 y 1000 años. El esquema del modelo hidrológico se representa según la Figura VI.4.3.(20).

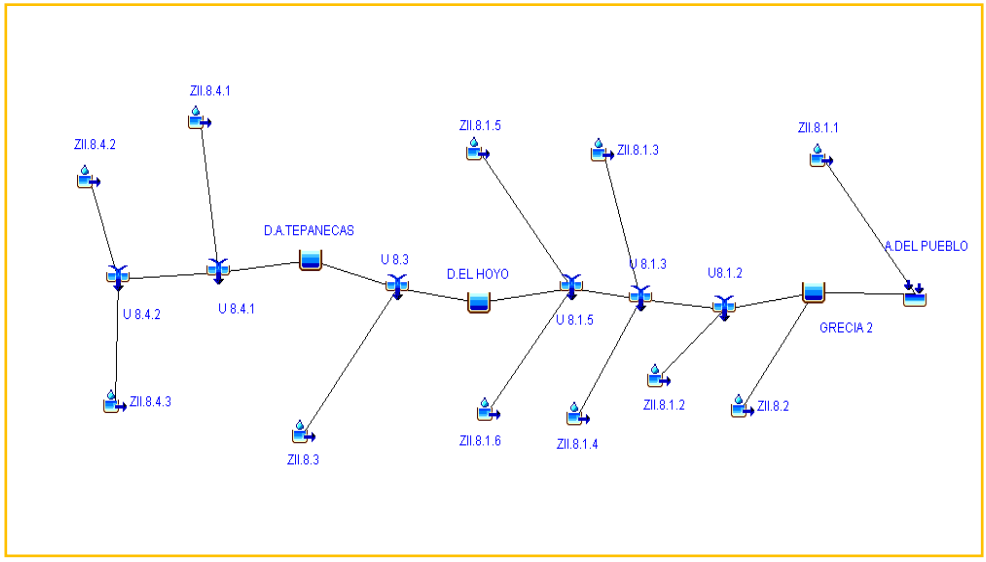


Figura VI.4.3.(20). Esquema del modelo de flujo en condiciones actuales del Arroyo Mercado Ornelas (IMIP, 2010)

Problemática identificada

Los escurrimientos son laminares, por la rasante de las calles en donde se concentra el agua a partir de la vialidad Perimetral Carlos Amaya, elevandose el tirante principalmente en las calles Xochimilcas, Nahoas y Hungría hasta llegar al Poniente de la vía del Ferrocarril, sitio donde se acumula el agua, la cual se desaloja lentamente por una alcantarilla ubicada al final de la calle Hungría, cruza la vía y se interna en el estacionamiento de los edificios de Gobierno del Estado, conduciéndose mediante un canal que al conectarse a una tubería de cruce en la Av. Juan Gabriel, la alcantarilla desborda al ser insuficiente el diámetro de esta línea, inundando la avenida, y sumando estos volúmenes a los del Arroyo San Antonio, para finalmente descargar lentamente en el Dren Acequia del Pueblo.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

La obtención del gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio para el comportamiento de los escurrimientos, se analiza con detalle para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años de donde se obtiene un claro panorama de las posibles precipitaciones que se presentan en la ciudad y que, servirán como base de diseño para los proyectos de control, manejo e infiltración de agua pluvial en sitios previamente seleccionados. Los resultados se muestran en las Tabla. VI.4.3.(13) y (14) indicando los gastos máximos y volúmenes que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo para los diferentes períodos de retorno, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla. VI.4.3.(13) Gastos máximos y volúmenes escurridos por retorno Arroyo Mercado Ornelas

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 5 años		TR 50 años	
		Descarga pico	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico	Volumen ($x1000m^3$)

		(m³/s)		(m³/s)	
A.DEL PUEBLO	6.96	6.95	131.69	9.71	204.45
EL HOYO	1.34	2.61	28.86	2.95	43.73
TEPANECAS	1.05	4.2	21.55	6.09	32.94
U8.1.2	2.36	7.14	54.13	9.26	81.06
U8.1.34	2.15	6.49	48.93	8.24	73.37
U8.1.56	1.73	4.47	38.35	5.45	57.75
U8.2	2.82	8.7	65.39	11.69	97.69
U8.3	1.34	6.18	28.85	8.59	43.72
U8.4.1	1.05	4.5	21.53	6.6	32.93
U8.4.23	0.51	1.94	9.5	3	14.82
ZII.8.1.1	0.16	1.08	3.9	1.36	5.76
ZII.8.1.2	0.21	0.92	5.2	1.31	7.68
ZII.8.1.3	0.14	0.88	3.42	1.13	5.04
ZII.8.1.4	0.29	1.26	7.16	1.81	10.58
ZII.8.1.5	0.17	0.89	4.13	1.19	6.1
ZII.8.1.6	0.22	1.35	5.37	1.74	7.93
ZII.8.2	0.45	2.01	11.26	2.86	16.63
ZII.8.3	0.29	1.98	7.3	2.5	10.78
ZII.8.4.1	0.54	2.57	12.03	3.6	18.11
ZII.8.4.2	0.39	1.32	7.02	2.12	11
ZII.8.4.3	0.12	0.62	2.49	0.88	3.82
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009					

Tabla. VI.4.3.(14) Gastos máximos y volúmenes escurridos por retorno Arroyo Mercado Ornelas							
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 100 años**		**TR 500 años**		**TR 1000 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
A.DEL PUEBLO	6.96	11.67	321.41	14.07	376.94	28.93	535.94
EL HOYO	1.34	3.24	67.38	3.32	78.53	3.66	110.27
TEPANECAS	1.05	9.84	51.16	10.74	59.77	14.4	84.34
U8.1.2	2.36	13.15	123.54	13.38	143.49	17	200.06
U8.1.34	2.15	11.71	111.98	11.88	130.12	15	181.58
U8.1.56	1.73	7.37	88.48	7.46	102.93	9.19	144
U8.2	2.82	16.6	148.57	16.94	172.43	21.72	240.07
U8.3	1.34	11.94	67.37	12.98	78.53	17.42	110.27
U8.4.1	1.05	10.78	51.15	11.08	59.77	14.96	84.34
U8.4.23	0.51	4.96	23.43	5.14	27.52	7.05	39.27
ZII.8.1.1	0.16	2.27	8.66	2.29	10.02	2.99	13.85
ZII.8.1.2	0.21	1.99	11.56	2.08	13.37	2.75	18.48
ZII.8.1.3	0.14	1.86	7.59	1.88	8.78	2.45	12.13
ZII.8.1.4	0.29	2.72	15.92	2.85	18.41	3.78	25.45
ZII.8.1.5	0.17	1.91	9.17	1.93	10.61	2.53	14.66
ZII.8.1.6	0.22	2.85	11.93	2.88	13.8	3.77	19.07
ZII.8.2	0.45	4.32	25.03	4.53	28.95	5.99	40.01
ZII.8.3	0.29	4.17	16.21	4.21	18.76	5.48	25.92
ZII.8.4.1	0.54	5.82	27.72	5.94	32.24	7.92	45.07
ZII.8.4.2	0.39	3.47	17.47	3.61	20.56	4.99	29.41
ZII.8.4.3	0.12	1.49	5.96	1.52	6.97	2.06	9.85
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Planicies de inundación (Nivel 4)

En la Figura VI.4.3.(21) se muestra la planicie de inundación estimada para el Arroyo Mercado Ornelas para los TR' de 5, 50 y 100 años, donde como puede verse inicia desde su punto mas alto en la Sierra de Juárez hasta su límite con la Acequia del Pueblo. Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras.

El diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle del Arroyo Mercado Ornelas pueden consultarse en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

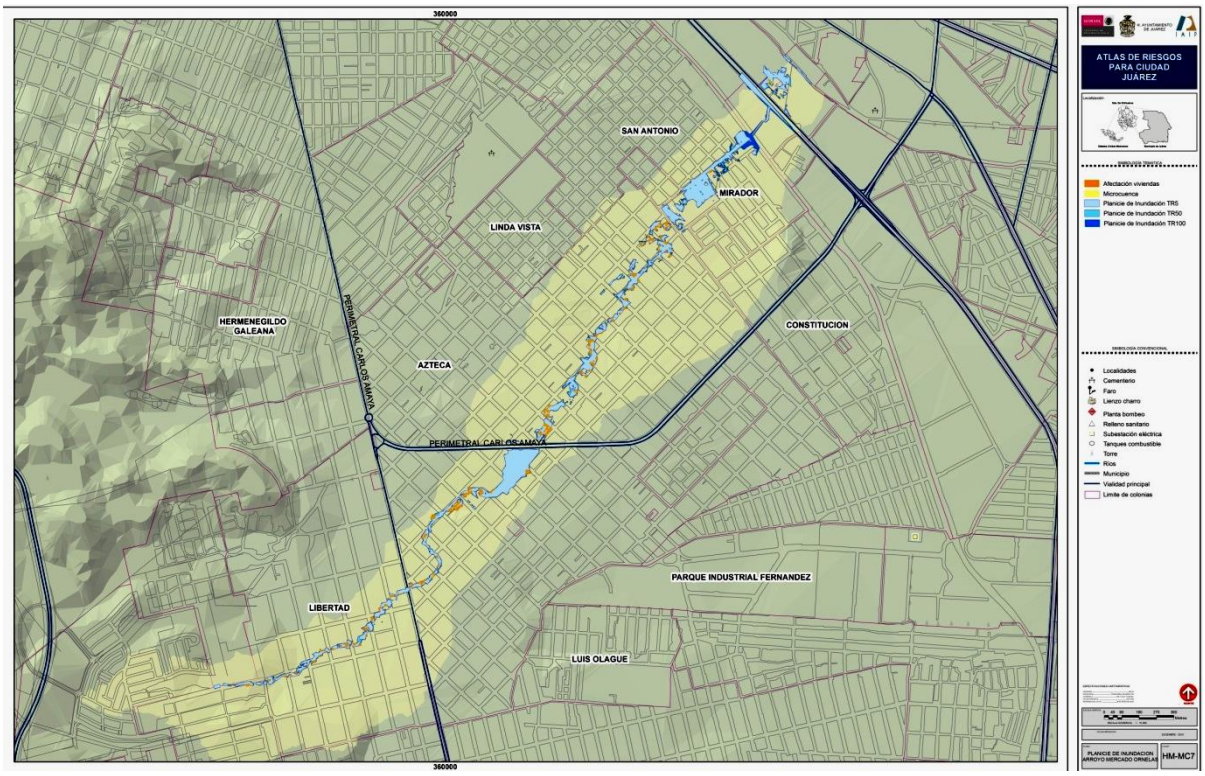


Figura VI.4.3.(21). Planicie de inundación para el Arroyo Mercado Ornelas
Fuente IMIP (2010)

Cuenca Zona III Jarudo

H) Arroyo Jarudo

La cuenca del arroyo Jarudo genera grandes volúmenes pluviales a la ciudad, sus escurrimientos inician en la parte sur de la Sierra de Juárez y se internan en la zona urbana cruzándola desde la parte Suroeste hacia la parte Noreste, de manera paralela a importantes vías de comunicación, como son el Eje Vial Juan Gabriel, Vías del Ferrocarril y Av. Teófilo Borunda, así como también pasando por distintas colonias, algunas de ellas muy populosas, según se mencionan a continuación: Campo Real, Colinas del Norte, Morelos, Las Huertas, Safari, Oasis del desierto, Villa Colonial, Parque Ind. North Gate, Oasis Revolución, Pradera de los Oasis, Nuevo Hipódromo, La Presa, Francisco Villa, Andrés Figueroa, Del Vergel, Fundidora, Acacias entre otras.

El cauce principal registra una longitud de 19.70 km, tiene un cauce bien definido durante los primeros 9.0 km., que corresponden a la parte sur-poniente de la cuenca, pero el resto se identifica solo por las grandes acumulaciones de agua en épocas de lluvia observándose actualmente un mínimo de rastro de la ubicación del arroyo, y desapareciendo totalmente en algunas colonias y fraccionamientos que cruza.

Los cuatro principales afluentes son el Arroyo Revolución, Arroyo Cementera, Arroyo libertad y Arroyo Ejército Mexicano, los que todos en conjunto vierten volúmenes de lluvia provenientes de 5,830.7 Has., que representan la cuenca de este arroyo. En la Figura

VI.3.3.1.(22).se aprecia la subcuenca, la ubicación de las estructuras de regulación y las microcuencas que conforman la vertiente.

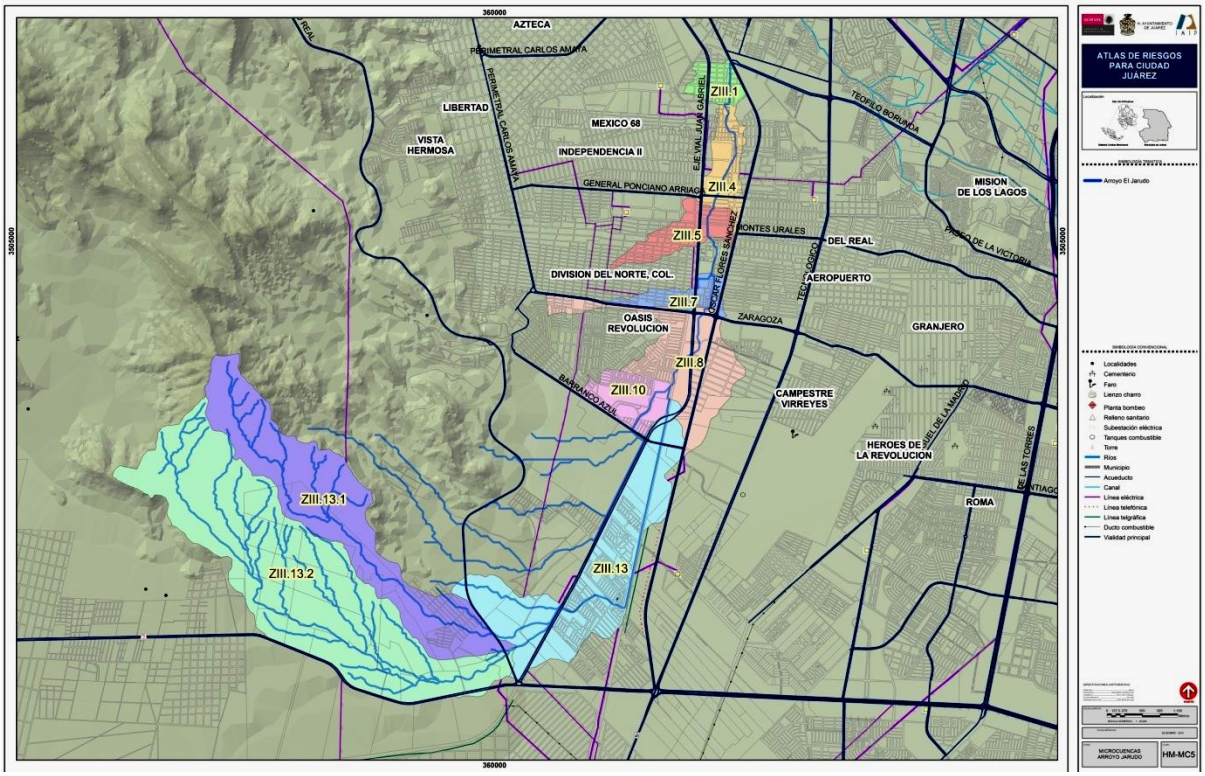


Figura VI.4.3.(22). Vertiente de escurrimiento del Arroyo Jarudo (IMIP-2010)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Las características físicas y tiempos de concentración por micro-cuenca se presentan en la Tabla A III.1.(8) en el Anexo III. Los escurrimientos de esta cuenca reconocen el Arroyo Jarudo como el principal colector, a excepción de los volúmenes de agua que se quedan retenidos en los diques o atrapados en los cauces invadidos, el total del volumen que finalmente llega al dique Central Camionera descarga al Dren 2-A por el cual el agua es conducida hasta los terrenos de cultivo del Distrito de Riego 09 de Juárez.

El Modelo HEC-HMS se elaboró con los datos antes presentados, resultando el esquema de flujo que se muestra en la Figura VI.4.3.(23):

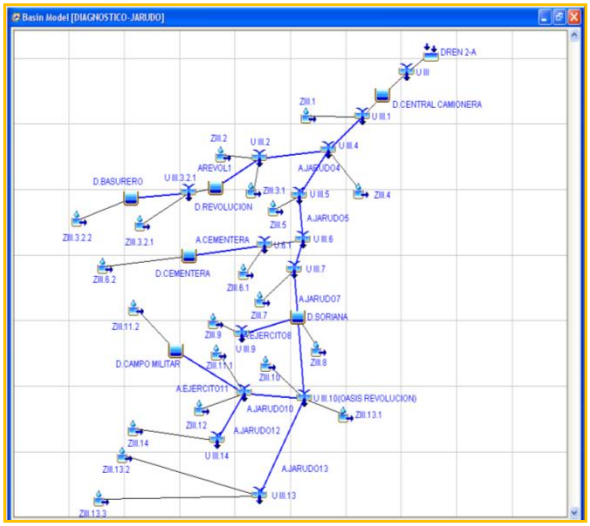


Figura VI.3.5.(23). Esquema del modelo de simulación del flujo cuenca Arroyo Jarudo (IMIP-2010)

Análisis de escurrimientos - Nivel 3

Los resultados se muestran en la Tabla. VI.4.3.(15) indicando los gastos máximos y volúmenes escurridos que transitan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla VI.4.3.(15) Resultados del modelo de simulación Arroyo Jarudo en condiciones actuales

Elemento	Área drenada (km²)	TR 5 años		TR 50 años		TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 año	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volu (x100
ZIII.13.1	4.847	2.40	41.90	12.20	147.80	14.40	179.80	22.80	274.80	26.70	316
ZIII.13.2	8.704	2.50	59.60	14.80	232.60	17.90	286.30	30.00	447.70	35.70	518
UIII.13	13.551	4.70	101.50	26.20	380.40	31.40	466.10	51.10	722.50	60.30	834
A.JARUDO13	13.551	4.60	101.40	25.90	380.80	31.10	466.70	50.70	723.30	59.70	835
ZIII.11.1	2.057	1.40	17.80	8.00	62.70	9.10	76.30	14.30	116.60	16.80	134
D.CAMPO MILITAR	2.057	0.00	0.60	2.80	39.70	6.20	53.20	10.50	93.50	16.80	111
A.EJERCITO11	2.057	0.00	0.60	2.70	40.90	5.10	57.10	9.40	93.30	13.90	110
ZIII.11	1.044	1.50	13.60	5.50	40.50	6.00	48.30	8.80	70.80	10.10	80.
ZIII.12	3.459	2.90	34.60	12.90	114.70	14.80	138.50	22.70	208.60	26.30	239
ZIII.14	8.191	4.00	70.90	20.00	249.80	23.40	303.90	37.30	464.40	43.80	534
UIII.14	8.191	4.00	70.90	20.00	249.80	23.40	303.90	37.30	464.40	43.80	534
A.JARUDO12	8.191	3.90	70.80	19.40	250.00	22.90	304.00	36.10	464.70	42.60	534
UIII.11	14.751	6.60	119.50	32.20	446.00	37.50	547.80	67.60	837.40	81.80	965
A.JARUDO10	14.751	6.60	119.60	31.50	446.30	37.10	548.20	67.00	837.80	81.20	965
ZIII.10	0.867	3.50	20.00	8.30	47.80	8.60	55.30	11.40	76.40	12.80	85.
ZIII.13	4.204	5.40	78.10	15.10	202.60	16.90	237.00	23.80	335.10	27.00	376
U.OASIS	33.373	15.90	319.20	69.80	1077.40	83.20	1307.10	138.00	1972.60	160.50	2262
A.JARUDO8	33.373	15.60	319.10	67.80	1077.60	82.80	1307.50	136.10	1973.50	159.80	2263
ZIII.8	2.365	8.00	54.50	19.00	130.30	19.80	150.80	26.30	208.40	29.40	232
ZIII.9	1.838	5.90	42.40	14.20	101.30	14.80	117.20	19.70	161.90	22.10	180
UIII.9	1.838	5.90	42.40	14.20	101.30	14.80	117.20	19.70	161.90	22.10	180
A.EJERCITO8	1.838	5.60	42.50	13.30	101.50	14.20	117.30	19.00	162.20	21.20	180
D.SORIANA	37.576	5.10	367.10	81.00	1259.80	99.50	1526.20	155.60	2295.20	183.70	2627
A.JARUDO7	37.576	5.10	367.20	80.00	1260.90	95.00	1527.00	155.50	2296.40	183.30	2629
ZIII.7	0.538	2.10	12.40	5.00	29.60	5.20	34.30	6.80	47.40	7.60	52.
UIII.7	38.114	5.20	379.60	81.00	1290.50	96.20	1561.30	157.80	2343.80	185.80	2682
A.JARUDO6	38.114	5.20	379.70	79.50	1291.50	96.20	1562.20	157.30	2345.00	185.20	2684
ZIII.6	1.559	4.30	36.00	10.30	85.90	11.00	99.40	14.70	137.40	16.50	153
ZIII.6.1	5.835	4.60	58.30	21.10	193.40	24.10	233.60	36.90	352.00	43.00	403
D.CEMENTERA	5.835	1.80	58.30	16.60	193.60	20.10	233.60	32.90	352.20	38.40	403
A.CEMENTERA	5.835	1.80	58.30	16.60	193.70	19.70	233.70	31.20	351.60	36.90	402
UIII.6	45.508	8.30	474.00	98.90	1571.20	118.90	1895.20	198.20	2834.00	232.10	3240
A.JARUDO5	45.508	8.20	474.10	97.60	1571.80	118.70	1895.90	197.50	2834.90	231.60	3241
ZIII.5	0.835	3.30	19.30	7.70	46.00	8.00	53.20	10.60	73.60	11.90	82.
UIII.5	46.343	9.20	493.40	99.20	1617.80	120.60	1949.10	201.00	2908.50	235.40	3323
A.JARUDO4	46.343	9.00	493.20	94.50	1618.90	119.10	1950.10	197.60	2910.10	233.20	3325
ZIII.3.2.2	0.234	0.90	4.30	2.30	11.30	2.40	13.20	3.30	18.70	3.70	21.
D.BASURERO	0.234	0.70	4.30	1.20	11.30	1.30	13.20	1.40	18.70	1.50	21.
AREVOL2	0.234	0.70	4.20	1.20	11.30	1.30	13.20	1.40	18.70	1.50	21.
ZIII.3.2.1	5.585	13.70	103.70	38.00	269.10	40.30	314.80	55.40	445.20	62.70	500
UIII.3.2.1	5.819	13.70	108.00	38.70	280.40	41.10	328.10	56.40	463.90	63.70	521
D.REVOLUCION	5.819	1.60	108.00	2.20	223.50	3.30	248.40	11.90	373.50	16.90	429
A.REVOL1	5.819	1.60	108.10	2.20	221.00	3.30	245.90	11.90	371.70	16.80	428
ZIII.3.1	2.593	6.80	59.80	16.60	142.90	17.60	165.30	23.70	228.50	26.50	254
ZIII.2	2.261	6.10	52.20	14.70	124.60	15.60	144.10	21.00	199.20	23.50	222
UIII.2	10.673	13.80	220.00	32.60	488.50	34.80	555.30	46.50	799.40	51.90	905
A.REV.-VERGEL	10.673	13.60	220.10	32.30	488.40	34.50	555.30	46.10	799.30	51.50	905
ZIII.4	0.813	2.70	18.80	6.40	44.80	6.70	51.80	8.90	71.60	10.00	79.
UIII.4	57.829	24.00	732.10	112.90	2152.10	140.90	2557.10	235.50	3781.00	278.30	4310
A.JARUDO1	57.829	23.20	732.40	110.30	2152.40	139.40	2557.50	233.50	3781.80	277.00	4311
ZIII.1	0.478	1.90	11.00	4.60	26.30	4.80	30.50	6.30	42.10	7.00	47.
D.CENTRAL CAMIONERA	58.307	26.30	743.70	111.40	2177.90	141.80	2586.40	232.60	3821.60	278.10	4356
UIII.1	58.307	24.00	743.40	111.10	2178.70	140.40	2587.90	235.20	3823.90	279.00	4358
DREN2-A	58.307	26.30	743.70	111.40	2177.90	141.80	2586.40	232.60	3821.60	278.10	4356

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Planicies de Inundación (Nivel 4)

En la Figura VI.4.3.(24) se muestra la planicie de inundación estimada para el Arroyo Jarudo para los TR's de 5, 50 y 100 años, el cual atraviesa las colonias Campo Real, Colinas del Norte, Morelos, Las Huertas, Safari, Oasis del desierto, Villa Colonial, Parque Ind. North Gate, Oasis Revolución, Pradera de los Oasis, Nuevo Hipódromo, La Presa, Francisco Villa, Andrés Figueroa, Del Vergel, Fundidora, Acacias entre otras El Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos a detalle pueden consultarse en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

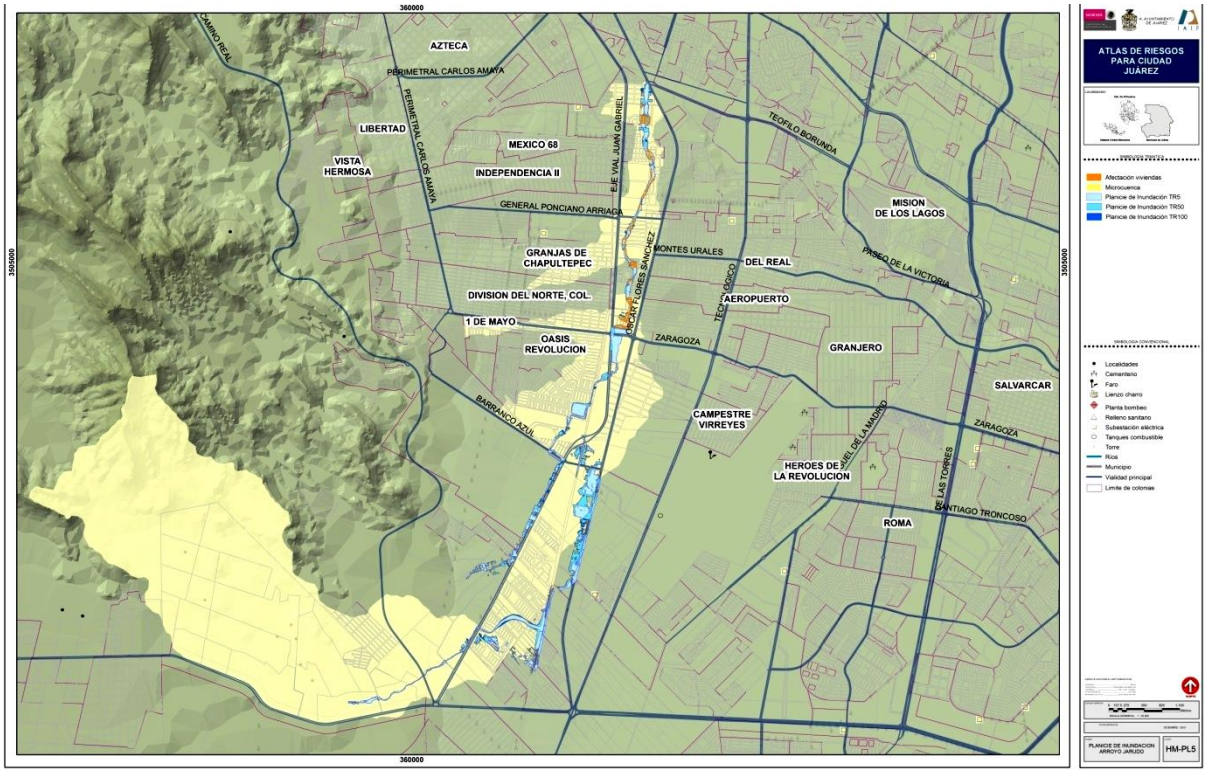


Figura VI.4.3.(24) Planicie de Inundación en el recorrido del Arroyo Jarudo
Fuente IMIP (2010)

I) Arroyo Revolución

Corresponde a la Subcuenca del Arroyo Revolución, la cual forma parte de la cuenca Jarudo, los escurrimientos inician en la Sierra de Juárez, y se internan en la zona urbana cruzándola de poniente a oriente a través de estructuras improvisadas, calles o por lo que queda del cauce, los escurrimientos confluyen con los que genera el arroyo libertad, justo en la calle Paseo del Vergel a 130 m al oriente del Eje vial Juan Gabriel, para luego estos escurrimientos ya sumados, confluyan aguas más abajo con los del cauce principal del Arroyo Jarudo. Se estima que alrededor del 90% de su superficie esta urbanizada, creando severos problemas de inundaciones a lo largo de su recorrido al presentarse lluvias importantes.

En su vertiente se localizan las colonias Pánfilo Natera, 6 de Mayo, 1 de Septiembre, Ampliación 1 de Septiembre, 6 de Enero, las Flores, Ladrilleros y Caleros, Santa María, Lomas

de Morelos, Morelos, Revolución Mexicana, Granjas de Chapultepec, Constituyentes y Andrés Figueroa, además del Parque Industrial Aztecas. Tiene una superficie de drenado de 8.412 km², cuenta con dos estructuras de control y/o regulación: Diques Antiguo Basurero y Revolución. En la Figura VI.4.3.(25) se aprecia la subcuenca, la ubicación de las estructuras de regulación y las microcuencas que conforman la vertiente.

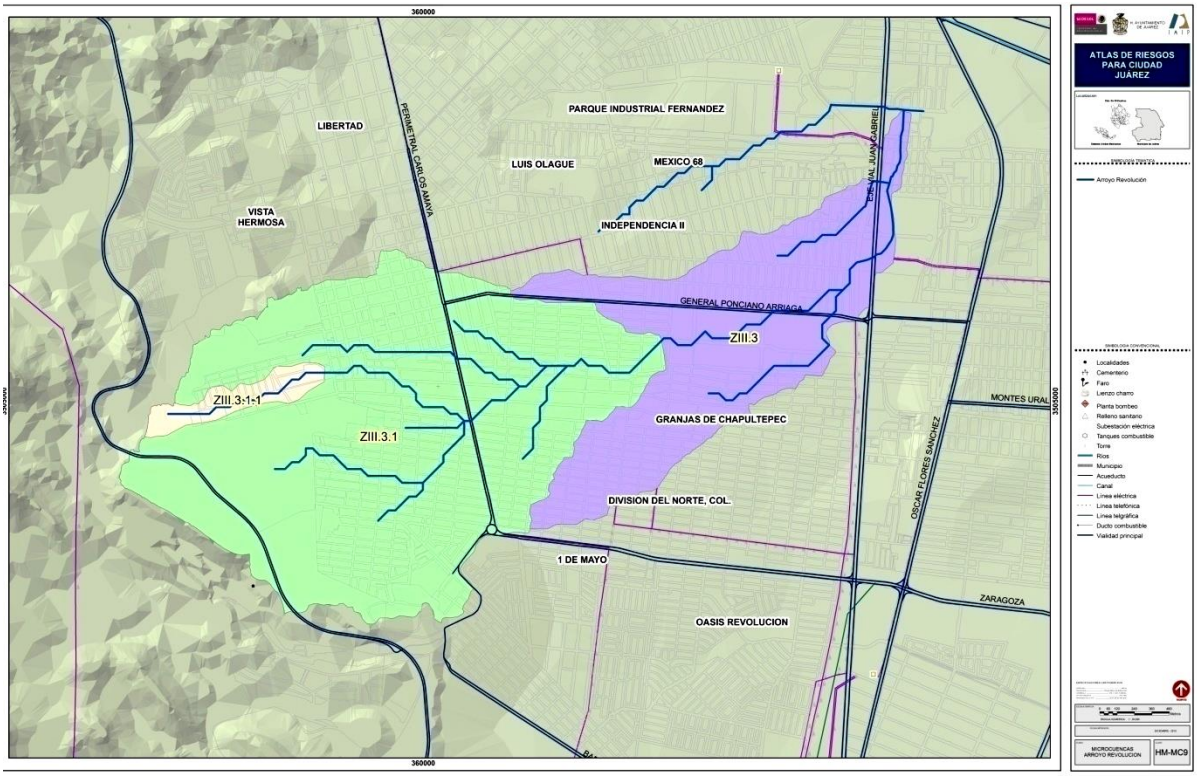


Figura VI.4.3.(25) Sub-cuenca Arroyo Revolución, Ubicación de la estructura de control y Microcuencas (Fuente: IMIP-2011)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales

Sus escurrimientos fueron analizados a través de 3 micro-cuencas, según la ubicación de las estructuras de control y/o regulación encontradas. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la sub-cuenca de este arroyo se incluyen en la Tabla A III.1.(9), en el Anexo III.

El modelo de simulación hidrológica se elaboró incorporando los datos de las estructuras de regulación, las características de las cuencas hidrológicas y los datos calculados de precipitación para diferentes periodos de retorno, mediante lo cual se pudo calcular, los gastos máximos para 5, 50, 100, 500 y 1000 años. El esquema del modelo hidrológico se representa según la Figura VI.4.3.(26):

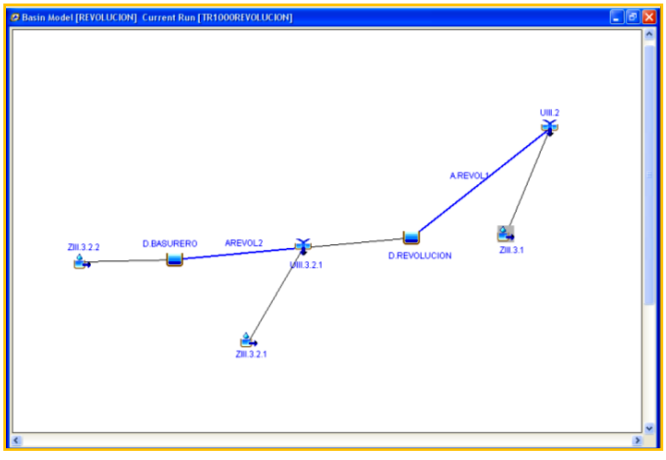


Figura VI.4.3.(26) Esquema del modelo de flujo en condiciones actuales del Arroyo Revolución

Problemática identificada

La problemática que presenta el Arroyo Revolución, son acumulaciones de agua en algunos sitios, principalmente donde se encuentran las estructuras estranguladas o limitadas en su área hidráulica, observándose unas en vialidades principales como la Av. de los Aztecas, y otras en calles de menor jerarquía ubicadas en las colonias Lomas de Morelos, Granjas de Chapultepec y Revolución Mexicana. Se observa además invasión al área de influencia del dique Revolución, sobre todo aguas arriba de la cortina, donde se estaría presentando el embalse, esta condición, pone en riesgo a los pobladores que se encuentran asentados en sus inmediaciones.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

La obtención del gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio para el comportamiento de los escurrimientos, se analiza con detalle para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años. Los resultados se muestran en la Tabla. VI.4.3.(16), indicando los gastos máximos y volúmenes escurridos que transitan por cada uno de los elementos que componen el modelo, indicativos de los sitios de mayor interés para el arroyo.

Tabla VI.4.3.(16) Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos.

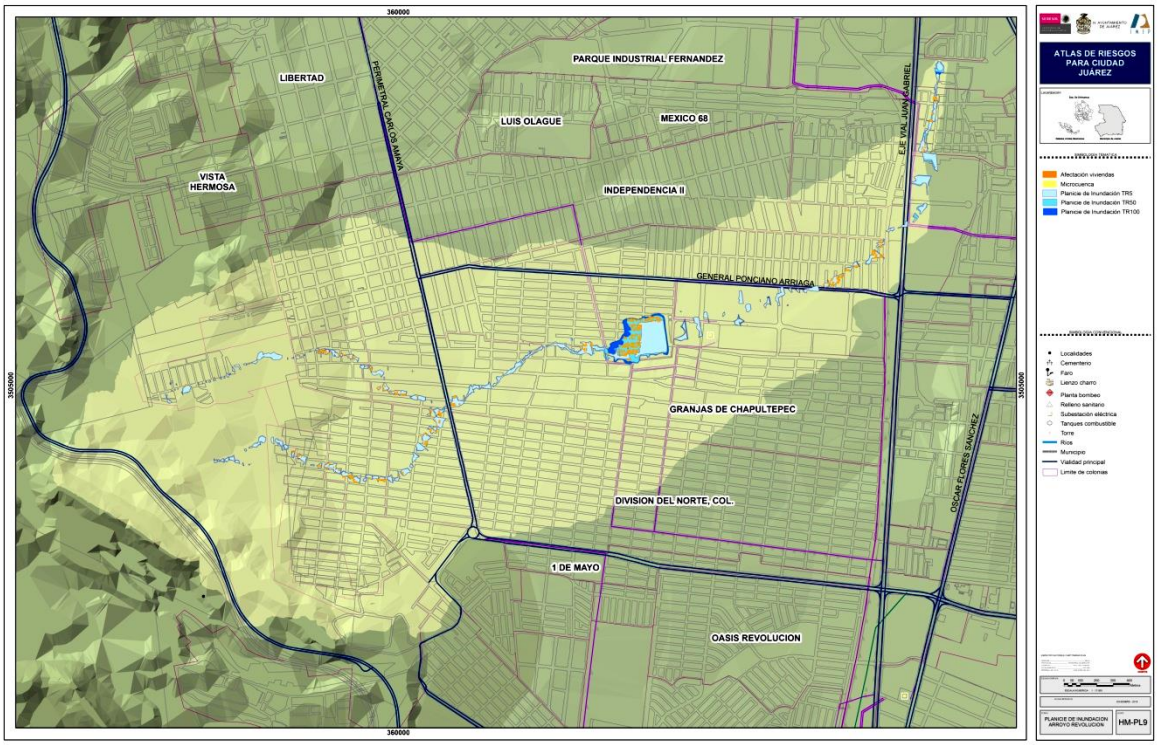
Elemento	Área drenada (km²)	TR 5 años		TR 50 años		TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZIII.3.2.2	0.234	0.90	4.30	2.30	11.30	2.40	13.20	3.30	18.70	3.70	21.00
D.BASURERO	0.234	0.70	4.30	1.20	11.30	1.30	13.20	1.40	18.70	1.50	21.00
AREVOL2	0.234	0.70	4.20	1.20	11.30	1.30	13.20	1.40	18.70	1.50	21.00
ZIII.3.2.1	5.585	13.70	103.70	38.00	269.10	40.30	314.80	55.40	445.20	62.70	500.20
UIII.3.2.1	5.819	13.70	108.00	38.70	280.40	41.10	328.10	56.40	463.90	63.70	521.20
D.REVOLUCION	5.819	1.60	108.00	2.20	223.50	3.30	248.40	11.90	373.50	16.90	429.80
A.REVOL1	5.819	1.60	108.10	2.20	221.00	3.30	245.90	11.90	371.70	16.80	428.10
ZIII.3.1	2.593	6.80	59.80	16.60	142.90	17.60	165.30	23.70	228.50	26.50	254.90
UIII.2	8.412	7.70	167.90	17.90	363.90	19.10	411.20	25.50	600.20	28.40	683.00

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Planicies de inundación

Tomando en consideración los periodos de retorno de 5, 50 y 100 años, se generó la Figura VI.3.5.(27), que muestra la superficie afectada una vez que ingresa a la zona urbana. Estas planicies de inundación son el resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras.

Figura VI.4.3.(27) Se observa la Planicie de inundación Arroyo Revolución para TR=5 años
Fuente IMIP (2010)



Cuenca Zona IV Aeropuerto

J) Arroyo Aeropuerto

Corresponde a la Sub-cuenca Arroyo Aeropuerto, los escurrimientos inician en el aeropuerto de Juárez, y se internan en la zona urbana cruzándola de sur a norte a través de las calles, concentrándose la mayor parte de ellos, en la margen derecha o sur del Dren 2-A, al sur-poniente de la intersección formada por la Av. Teófilo Borunda y Paseo de la Victoria originando una gran planicie de inundación en esta zona. Esta sub-cuenca se encuentra totalmente urbanizada, su vertiente ocupa una superficie de 7.118 km², localizándose las colonias Campestre Virreyes, Nuevo Hipódromo, Infonavit Tecnológico, Oasis oriente, Oasis, Infonavit Oasis, Ampliación Aeropuerto, Oasis sur, Aeropuerto, Granjero, Del Real, Eréndira, Chávez Vargas, Loma linda, Vista de las cumbre etapas I, II y III, Prados de santa Anita, Yolanda, Arturo Gámiz, Luis Donaldo Colosio y Paseo de las Palmas, además del parque industrial Zaragoza, el Rastro Municipal y parte del Aeropuerto de Ciudad Juárez.

En la Figura VI.4.3.(28) se aprecia la subcuenca y las microcuencas que conforman la vertiente.

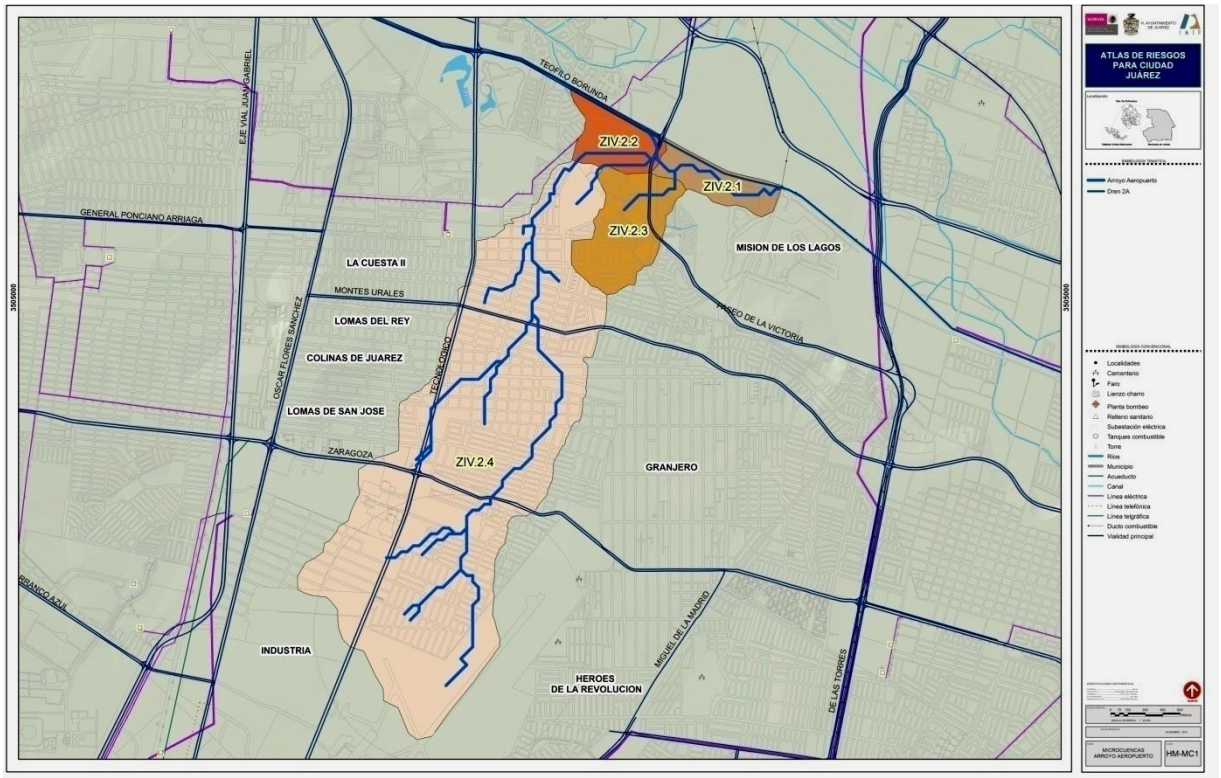


Figura VI.4.3.(28) Vertiente del Arroyo Aeropuerto (Fuente: IMIP-2009)

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales.

Sus escurrimientos fueron analizados mediante la identificación de 4 micro-cuencas. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la sub-cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(10) en el Anexo III. El esquema del modelo de flujo se representa según la Figura VI.4.3.(29)

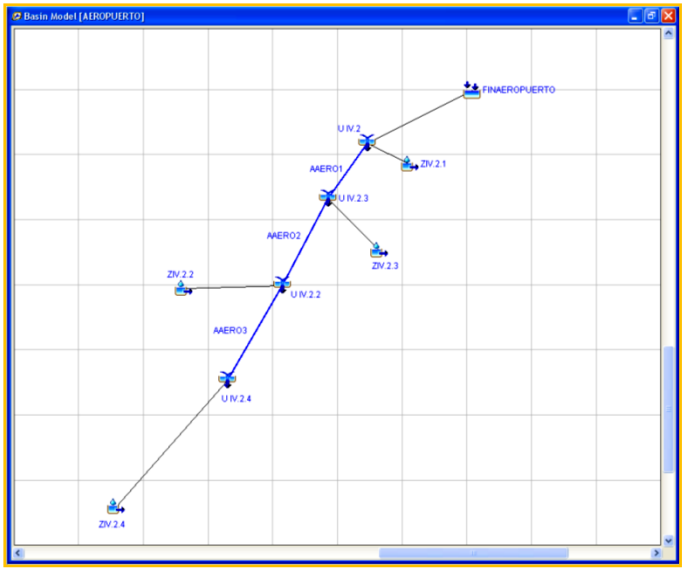


Figura VI.4.3.(29) Esquema del modelo hidrológico para las condiciones actuales del arroyo Aeropuerto (IMIP-2009).

Problemática identificada

La problemática identificada para este arroyo, corresponde básicamente a falta de estructuras hidráulicas que permitan controlar y regular los flujos pluviales provenientes de las partes altas, y a un manejo adecuado de los mismos, ya que actualmente los escurrimientos,

erosionan la superficie de aquellas calles que no cuentan con pavimento, además de que están siendo desviados al vaso Parque central, no estando preparada esta estructura para recibirlos, observándose daños en los taludes del lado sur-oriente. Cabe mencionar que parte de los escurrimientos generados por esta cuenca, sumados a los de la cuenca del arroyo Lomas del rey una vez que llenan el vaso ubicado en el Parque Central, inundan los fraccionamientos que se ubican al oriente de este, como son Altamira, la Joya, Jardines del lago, Continental II, y Panamericano II.

Análisis de escurrimientos (Nivel 3)

Para obtener el gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio, se analiza con detalle el comportamiento de los escurrimientos, para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años para tener un panorama de las posibles precipitaciones que se presentan. La Tabla VI.4.3.(17) y (18) Muestra los resultados de manera tabular indicando los gastos máximos y volúmenes escurridos que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo.

Tabla VI.4.3.(17) Resultados del modelo, gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo Aeropuerto

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 5 años		TR 50 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)
ZIV.2.4	5.827	11.10	134.40	27.20	321.10
U IV.2.4	5.827	11.10	134.40	27.20	321.10
AAERO3	5.827	10.90	134.50	27.00	321.30
ZIV.2.2	0.358	1.20	8.30	2.90	19.70
U IV.2.2	6.185	11.40	142.80	28.10	341.00
AAERO2	6.185	11.30	142.80	28.10	341.10
ZIV.2.3	0.627	2.50	14.50	5.80	34.60
U IV.2.3	6.812	11.90	157.30	29.30	375.70
AAERO1	6.812	11.60	157.30	28.90	375.70
ZIV.2.1	0.309	0.70	7.10	1.70	17.00
U IV.2	7.121	12.10	164.40	30.40	392.70
FINAEROPUERTO	7.121	12.10	164.40	30.40	392.70

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Tabla VI.4.3.(18) Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos Arroyo Aeropuerto.

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)
ZIV.2.4	5.827	29.70	371.40	40.30	513.40	45.10	572.80

U IV.2.4	5.827	29.70	371.40	40.30	513.40	45.10	572.80
AAERO3	5.827	29.50	371.60	40.10	513.60	44.90	573.10
ZIV.2.2	0.358	3.00	22.80	4.00	31.50	4.50	35.20
U IV.2.2	6.185	30.80	394.40	41.90	545.20	46.90	608.20
AAERO2	6.185	30.70	394.60	41.80	545.30	46.80	608.40
ZIV.2.3	0.627	6.10	40.00	8.20	55.20	9.10	61.60
U IV.2.3	6.812	32.20	434.50	43.90	600.50	49.10	670.00
AAERO1	6.812	31.80	434.50	43.40	600.50	48.70	669.90
ZIV.2.1	0.309	1.90	19.70	2.50	27.20	2.80	30.40
U IV.2	7.121	33.40	454.20	45.60	627.70	51.20	700.30
FINAEROPUERTO	7.121	33.40	454.20	45.60	627.70	51.20	700.30
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Tomando en consideración los períodos de retorno de TR=5, 50 y 100 años, se generó la Figura VI.4.3.(30), donde se muestra la superficie afectable, destacando las colonias Ampliación aeropuerto y Chavez Vargas ademas de la laguna que se forma antes de llegar a la vialidad Teófilo Borunda.

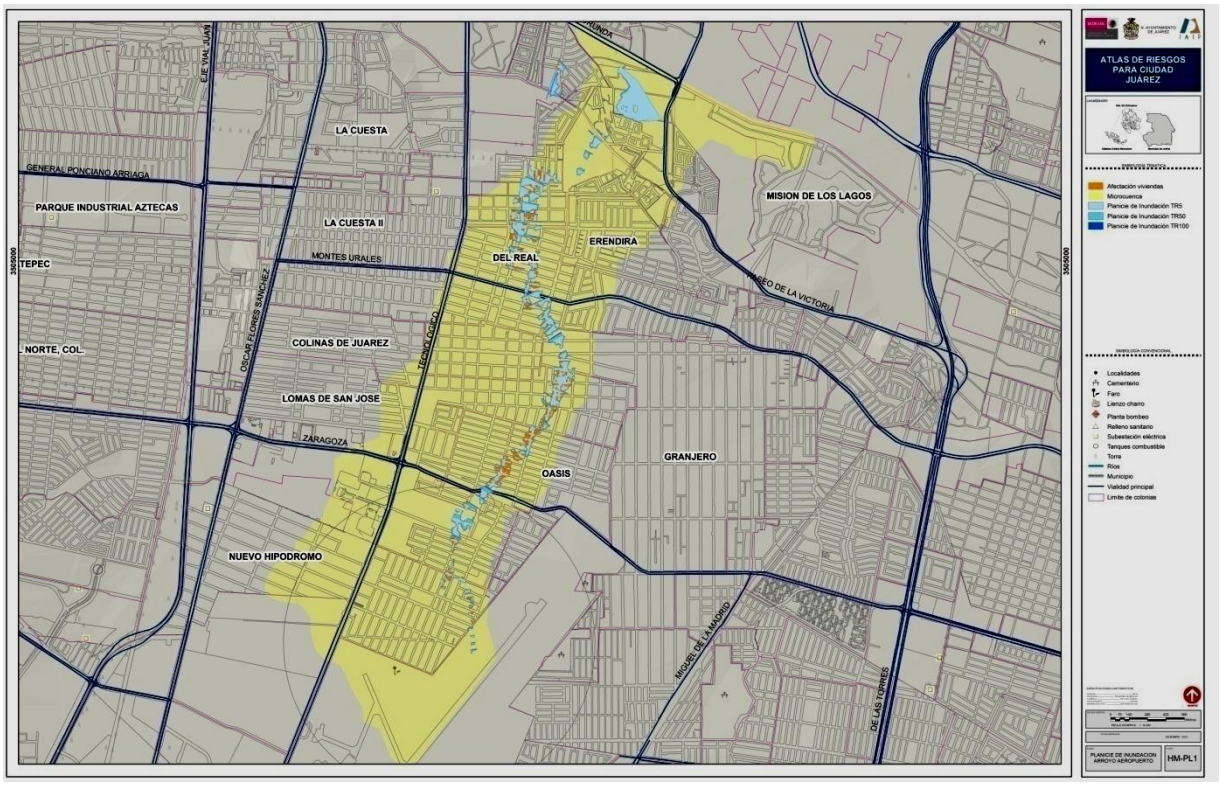


Figura VI.4.3.(30) Planicie de Inundación para el Arroyo Aeropuerto
Fuente IMIP (2010)

La información a detalle del Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

K) Arroyo Tapioca

Esta subcuenca genera importantes escurrimientos dadas sus dimensiones. En la Figura VI.4.3.(31) se aprecia la subcuenca, las estructuras de control y las microcuencas que conforman la vertiente, la cual se encuentra al 98% urbanizada correspondiendo a la del Arroyo Tapioca, los escurrimientos inician en la zona sur, se internan en la zona urbana cruzándola de sur a norte a través de las calles, o por lo que queda del cauce, dándose una concentración importante en la calle Tapioca y Paseo de la victoria; posterior al cruce, por la calle Tapioca, los escurrimientos son captados por medio de una rejilla transversal, ubicada en el parque industrial las Lomas, para luego ser conducidos hacia el Vaso Gardenos, ubicado al oriente del parque Industrial; después de este vaso, los escurrimientos son dirigidos hacia el Dren 2-A por un canal rectangular.

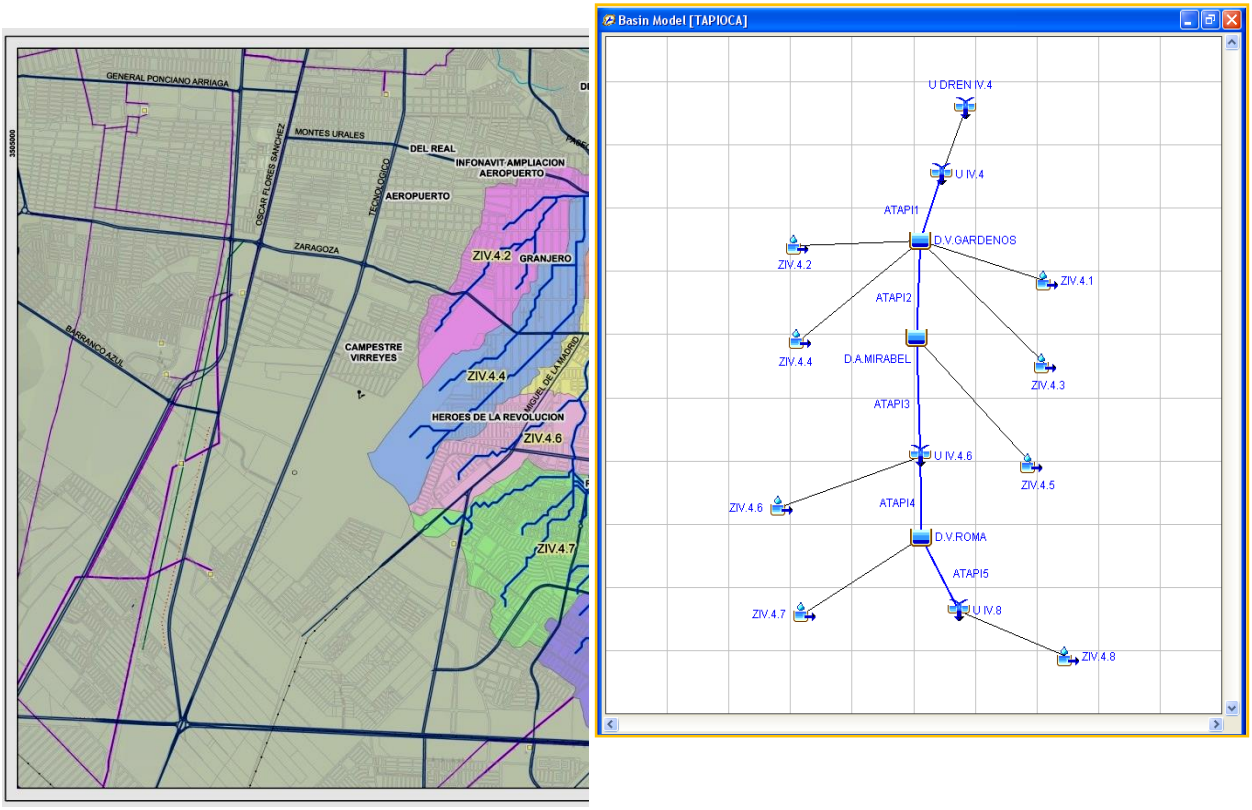


Figura VI.4.3.(31) Sub-cuenca Arroyo Tapioca, Ubicación de la estructura de control y Microcuencas (Fuente: IMIP-2009)

Esta sub-cuenca ocupa una superficie de 16.018 km², localizándose las colonias el Campanario, Pradera de las Torres, Villas de Salvarcar, Hacienda San José, Hacienda San Juan, Praderas de la sierra, I-V, Valle del Bravo, Praderas de los Álamos, Parajes del sol, Santa Mónica, los Portales, Quintas del real, Roma, Paseos del Alba, Granjas los alcaldes, los alcaldes, Solidaridad, Héroes de la Revolución, colinas del desierto, José María Pino Suarez, Lucio Blanco, Universidad, Infonavit Solidaridad, 15 de enero, Infonavit Juárez Nuevo, José Martí, Lucio Blanco II, Oasis, el Granjero, Infonavit ampliación aeropuerto, Infonavit Ángel Trias, Villa Jardín, Misión de los lagos y Gardenos, además del panteón colinas de Juárez, parte del Aeropuerto y el parque industrial las Lomas. Cuenta con tres estructuras de control, siendo dos vasos: Roma y Gardenos y una alcantarilla conocida como Mirabel.

Análisis de los escurrimientos en condiciones actuales.

Sus escurrimientos fueron analizados mediante la identificación de 8 micro-cuencas. Las características hidrológicas para las condiciones actuales de la sub-cuenca de este arroyo se presentan en la Tabla A III.1.(11) incluida en el Anexo III.

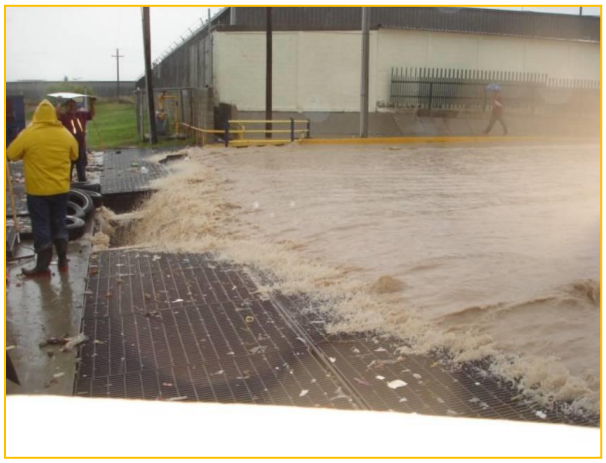
El esquema del modelo hidrológico para la cuenca del Arroyo Tapioca se elaboró considerando los datos de las características de las cuencas así como estructuras de control el cual dio como resultado el esquema de la Figura VI.4.3.(32) que se muestra a continuación:

Figura VI.4.3.(32) Esquema del modelo de flujo para las condiciones actuales del Tapioca (IMIP-2009).

Problemática identificada

La problemática identificada para este arroyo corresponde básicamente a falta de estructuras con capacidad suficiente para regular los flujos pluviales provenientes de las partes altas, ya que solamente se cuenta con el vaso Roma, dejado este para el manejo de los escurrimientos del fraccionamiento del mismo nombre y no para la regulación de los escurrimientos que hasta ese sitio llegan. Otra problemática observada es la de utilizar la calle Toronja Roja, misma que se ubica en la parte media de la cuenca, y la calle Tapioca para la cuenca baja como colectores principales de los escurrimientos (Ver fotos VI.4.3.(4) y (5)), no existiendo estructuras hidráulicas que permitan regular la velocidad del flujo, lo que pone en riesgo a los colindantes a estas calles, así como a los que circulan por las mismas.

Fotos VI.4.3.(4) y (5) Alcantarilla en Calle Tapioca y Arroyo de la calle tirante 0.20 m
(IMIP 2007)





Análisis de los escurrimientos (Nivel 3)

Para obtener el gasto máximo y el volumen excedente de la lluvia en el área de estudio, se analiza con detalle el comportamiento de los escurrimientos, para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 y 1000 años de donde se obtiene un claro panorama de las posibles precipitaciones que se presentan.

Las Tablas VI.4.3.(19) y (20) muestra los resultados obtenidos del análisis hidrológico, indicando los gastos máximos y volúmenes escurridos que pasan por cada uno de los elementos que componen el modelo.

Tabla VI.4.3.(19) Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos.					
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 5 años**		**TR 50 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
ZIV.4.8	2.472	4.20	45.90	11.70	119.10
U IV.8	2.472	4.20	45.90	11.70	119.10
ATAPI5	2.472	4.00	45.90	11.30	119.10
ZIV.4.7	3.765	8.40	86.80	20.50	207.50
D.V.ROMA	6.237	16.10	119.40	30.80	313.30
ATAPI4	6.237	12.50	121.80	30.80	314.60
ZIV.4.6	1.980	5.90	45.70	14.00	109.10
U IV.4.6	8.217	16.80	167.50	40.70	423.70
ATAPI3	8.217	14.40	167.70	40.60	424.20
ZIV.4.5	1.306	3.90	30.10	9.30	72.00
D.A.MIRABEL	9.523	16.80	197.80	46.70	496.20
ATAPI2	9.523	16.20	198.00	46.60	496.70
ZIV.4.1	0.487	1.40	11.20	3.40	26.80
ZIV.4.2	2.522	5.10	49.50	13.90	125.80
ZIV.4.3	0.702	2.80	16.20	6.50	38.70
ZIV.4.4	2.784	4.30	48.90	12.50	129.60
D.V.GARDENOS	16.018	6.20	189.70	10.10	683.20
ATAPI1	16.018	6.20	189.60	10.10	683.20
U IV.4	16.018	6.20	189.60	10.10	683.20
U DREN IV.4	16.018	6.20	189.60	10.10	683.20
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009					

Tabla VI.4.3.(20) Resultados del modelo con gastos máximos y volúmenes escurridos.							
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 100 años**		**TR 500 años**		**TR 1000 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
ZIV.4.8	2.472	12.80	139.40	17.90	197.10	20.20	221.40
U IV.8	2.472	12.80	139.40	17.90	197.10	20.20	221.40
ATAPI5	2.472	12.40	139.30	17.40	197.10	19.80	221.50
ZIV.4.7	3.765	22.10	240.00	29.90	331.70	33.50	370.10
D.V.ROMA	6.237	39.60	366.00	52.30	515.50	52.20	578.30
ATAPI4	6.237	37.40	370.50	50.20	520.60	52.00	581.00
ZIV.4.6	1.980	14.90	126.20	20.00	174.50	22.30	194.60
U IV.4.6	8.217	48.80	496.70	65.60	695.10	69.50	775.70

ATAPI3	8.217	46.50	497.70	63.50	696.60	68.00	776.80
ZIV.4.5	1.306	9.90	83.20	13.30	115.10	14.90	128.40
D.A.MIRABEL	9.523	53.60	581.10	72.30	811.90	80.00	905.30
ATAPI2	9.523	52.60	581.70	71.70	812.50	79.80	906.00
ZIV.4.1	0.487	3.70	31.00	4.90	42.90	5.50	47.90
ZIV.4.2	2.522	15.00	146.70	20.70	206.30	23.30	231.30
ZIV.4.3	0.702	6.80	44.70	9.00	61.90	10.00	69.00
ZIV.4.4	2.784	13.70	152.00	19.40	216.30	21.90	243.40
D.V.GARDENOS	16.018	10.90	821.10	25.20	1197.60	34.90	1350.80
ATAPI1	16.018	10.90	820.90	25.10	1196.90	34.70	1349.70
U IV.4	16.018	10.90	820.90	25.10	1196.90	34.70	1349.70
U DREN IV.4	16.018	10.90	820.90	25.10	1196.90	34.70	1349.70
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009							

Planicies de inundación (Nivel 4)

La superficie afectable fue obtenida para TR's de 5, 50 y 100 años, la cual se muestra en la Figura VI.4.3.(33), pudiendo observar que la concentración máxima se da en la parte parte baja de la cuenca que corresponde a las colonias Misión de los Lagos y Gardenos.

Las planicies de inundación son resultado de la evaluación por periodos de retorno, que fueron elaboradas utilizando el Software para modelación hidráulica Hec-Ras.

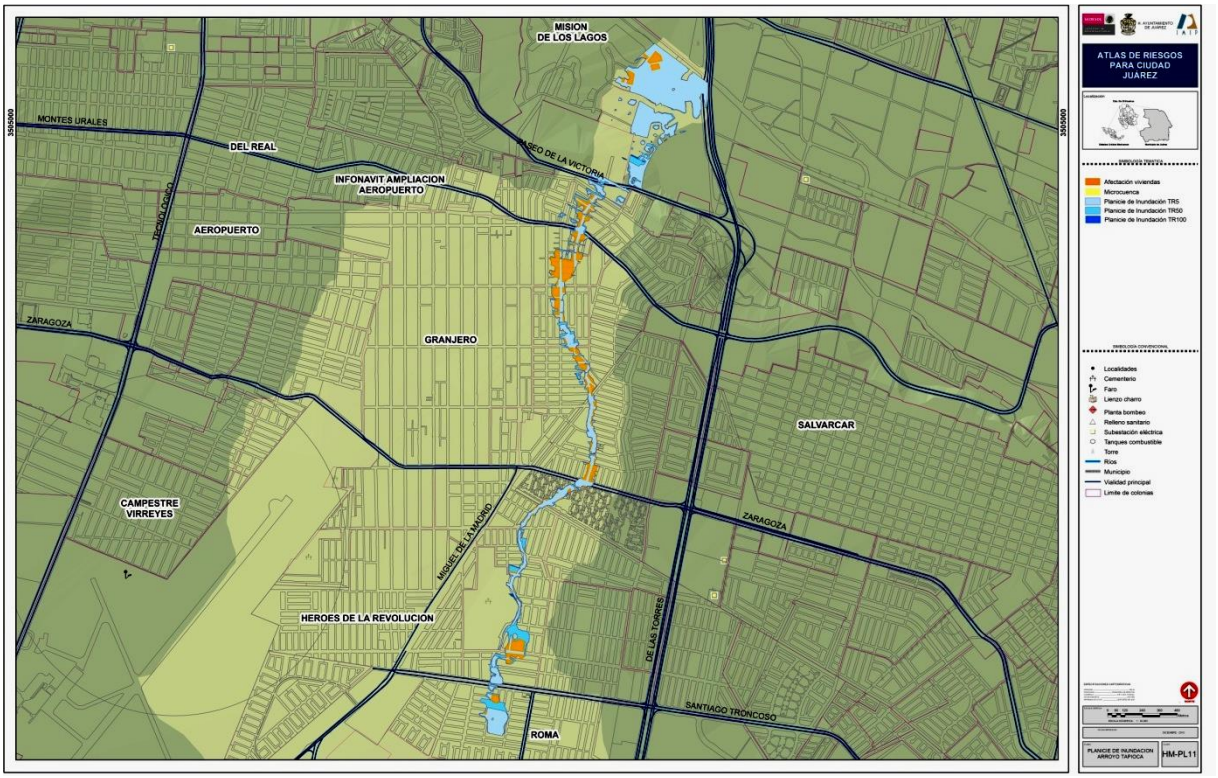


Figura VI.4.3.(33) Planicie de inundación del Arroyo Tapioca (IMIP-2010)

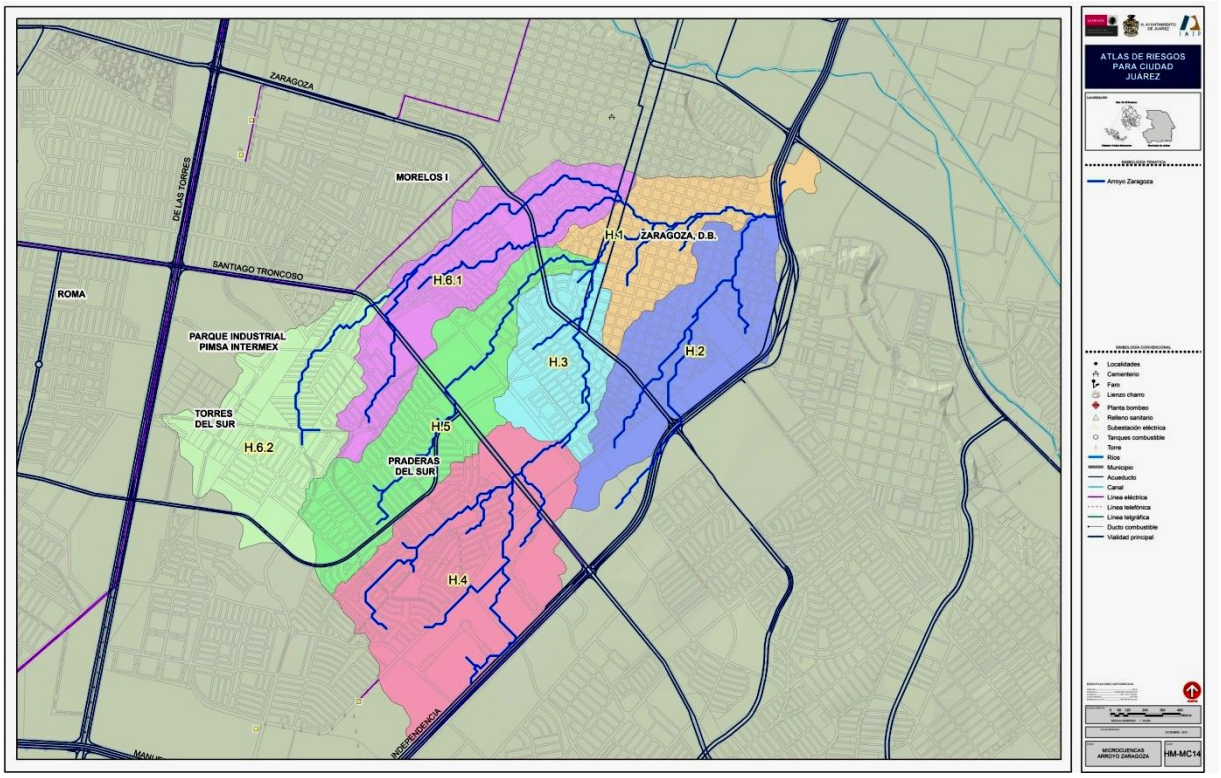
La información a detalle del Diagnóstico hidrológico y los análisis hidráulicos se pueden consultar en la Biblioteca del Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

L) Arroyo Zaragoza

El Arroyo Zaragoza, es una corriente que se inserta en la Región Hidrológica 24 (RH24) “Río Bravo”, misma que tiene como principal corriente el Río Bravo. El área de la cuenca ha sido ocupada por el desarrollo urbano de la ciudad, los escurrimientos se presentan principalmente sobre la rasante de las calles que conforme bajan se van concentrando en la calle Ramón Corona por donde escurre hacia el Boulevard Independencia, el agua cruza esta gran Avenida por una alcantarilla y se interna en un lote baldío ubicado entre la Av. Gómez Morín, Calle de Hugo y el Boulevard Independencia, sitio en donde el agua se infiltra y se evapora hasta desaparecer, observando que en las grandes tormentas los escurrimientos rebasan el nivel de la Av. Gómez Morín y se internan en los terrenos de cultivos que se encuentran al norte de esta vialidad

Los flujos que escurren ocasionan problemas de inundación que causan daños a la población en varias calles ubicadas antes del cruce con el Blvd Independencia, como son la calle Luciano Becerra, Ramón Corona, Primavera, Jaime Nunó, entre otras. Estas calles reciben los flujos de las partes altas y por una pendiente muy pronunciada se generan altas velocidades que erosionan la rasante de las calles convirtiéndolas en arroyos debido principalmente al alto contenido de arenas, las que destruyen la capa superficial. La Figura VI.4.3.(34) muestra la sub-cuenca del arroyo Zaragoza con micro-cuencas y escurrimientos.

Figura VI.3.(34) Cuenca del Arroyo Zaragoza

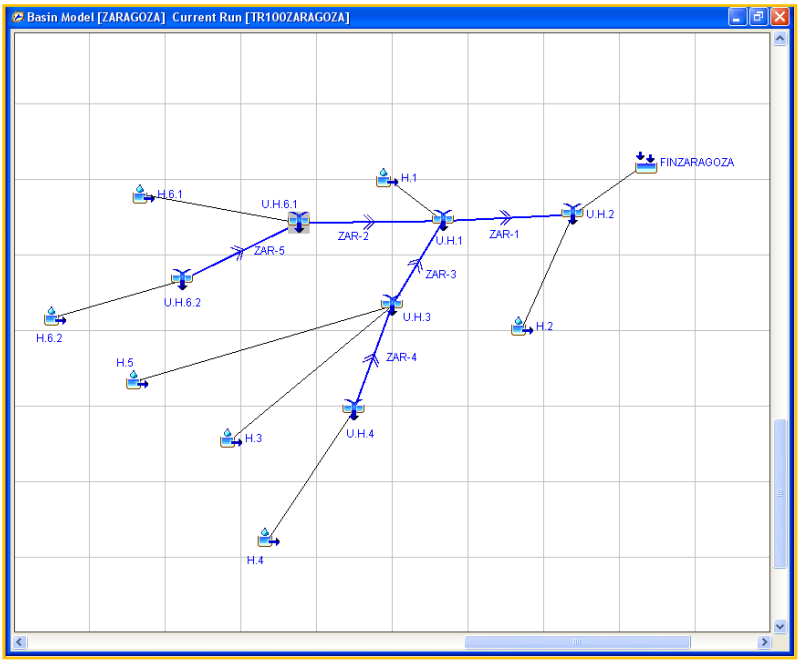


Las obras de infraestructura y los nuevos desarrollos habitacionales, industriales y comerciales construidos en las últimas décadas, han generado una serie de cuencas cerradas cuyos volúmenes de agua pluvial se concentra en partes bajas, provocando serias inundaciones a vías de comunicación, fraccionamientos o simplemente se acumula en terrenos baldíos o agrícolas, donde el agua se infiltra o se evapora hasta desaparecer.

Las microcuencas que integran la Cuenca del Arroyo Zaragoza son 7 y sus características se describen en la Tabla A III.1.(12) incluida en el Anexo III.

El esquema del modelo de flujo, diseñado para el Arroyo Zaragoza considerando los elementos que la conforman se muestra en la Figura VI.4.3.(35) a continuación:

Figura VI.4.3.(35)
Esquema del modelo de flujo



Análisis de los escurrimientos (Nivel 3)

Utilizando la información procesada de características de las microcuencas y estructuras de regulación se corrió el modelo hidrológico del cual se obtuvieron los gastos y volúmenes máximos obtenidos para diferentes períodos de retorno, mismos que se muestran en la Tabla VI.4.3.(21) a continuación:

Tabla VI.4.3.(21) Gastos y volúmenes del Arroyo Zaragoza

Elemento	Área drenada (km²)	TR 5 años		TR 50 años		TR 100 años		TR 500 años		TR 1000 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
H.6.2	1.311	3.70	30.20	9.00	72.20	9.60	83.60	12.80	115.50	14.30	128.90
U.H.6.2	1.311	3.70	30.20	9.00	72.20	9.60	83.60	12.80	115.50	14.30	128.90
ZAR-5	1.311	3.50	30.10	8.40	72.20	9.00	83.60	12.20	115.60	13.60	129.00
H.6.1	1.198	3.30	27.60	7.90	66.00	8.40	76.40	11.30	105.60	12.60	117.80
U.H.6.1	2.509	6.60	57.70	16.30	138.30	17.40	159.90	23.40	221.10	26.20	246.70
ZAR-2	2.509	6.40	57.80	16.00	138.40	17.00	160.10	23.00	221.30	25.80	246.90
H.4	2.010	5.70	46.40	13.70	110.80	14.60	128.10	19.60	177.10	21.90	197.60
U.H.4	2.010	5.70	46.40	13.70	110.80	14.60	128.10	19.60	177.10	21.90	197.60
ZAR-4	2.010	5.40	46.40	13.30	111.00	14.20	128.30	19.10	177.30	21.30	197.80
H.3	0.738	2.70	17.00	6.50	40.70	6.70	47.00	8.90	65.00	10.00	72.50
H.5	1.354	3.90	31.20	9.30	74.60	9.90	86.30	13.20	119.30	14.80	133.10
U.H.3	4.102	11.30	94.70	27.50	226.20	29.30	261.70	39.40	361.60	44.00	403.50
ZAR-3	4.102	11.10	94.90	27.10	226.50	28.90	261.90	39.00	361.90	43.60	403.80
H.1	0.872	2.50	20.10	6.10	48.10	6.50	55.60	8.70	76.80	9.70	85.70
U.H.1	7.483	19.90	172.80	49.20	413.00	52.40	477.60	70.70	660.10	79.10	736.40
ZAR-1	7.483	19.20	173.00	48.30	413.40	51.60	477.90	69.70	660.50	78.20	736.90
H.2	1.276	4.00	29.40	9.70	70.30	10.10	81.30	13.40	112.40	15.00	125.40
U.H.2	8.759	23.10	202.40	57.50	483.70	61.40	559.30	82.80	772.90	92.70	862.30
FINZARAGOZA	8.759	23.10	202.40	57.50	483.70	61.40	559.30	82.80	772.90	92.70	862.30

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Planicies de inundación (Nivel 4)

De acuerdo a los resultados del análisis hidrológico, se estima que la superficie de inundación para un período de 5 años, afectaría principalmente los predios ubicados al sur-oriente de la intersección formada por el Blvd. Independencia y la carretera Juárez-Porvenir, como se muestra en la Figura VI.3.(36)

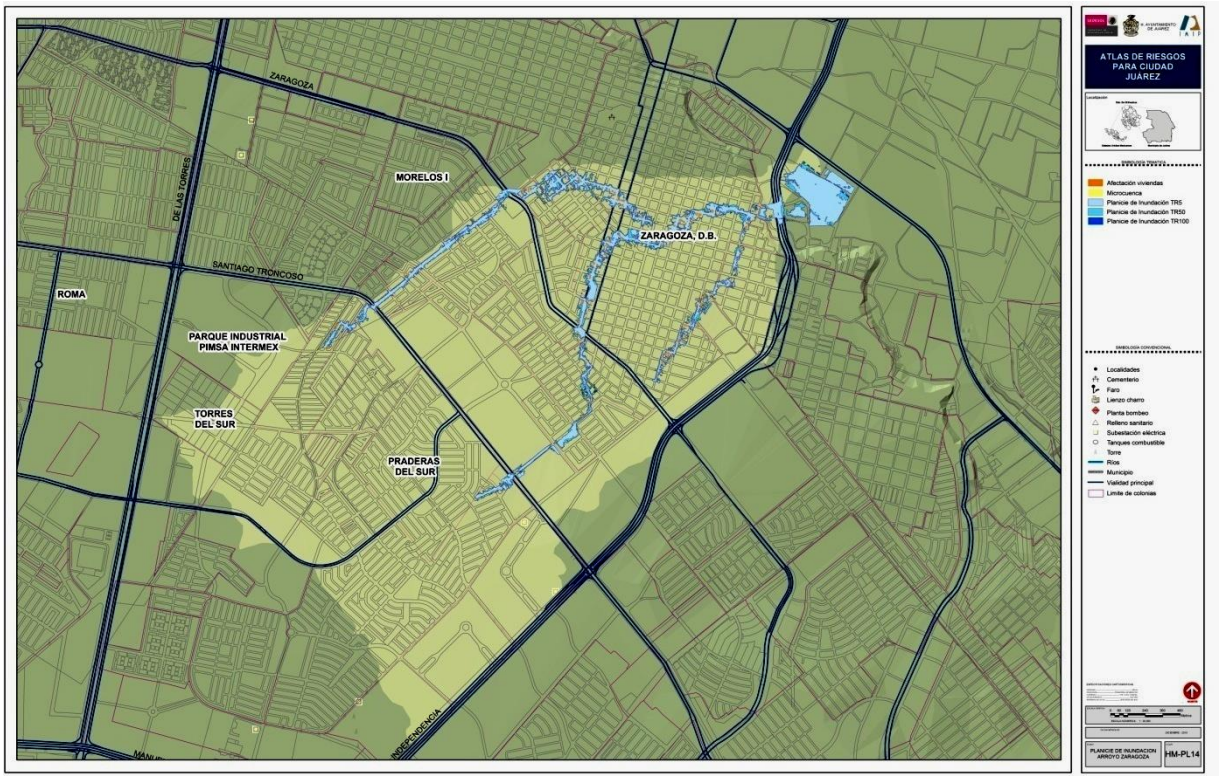


Figura VI.3.(36). Superficie de inundación del Arroyo Zaragoza

Zonas inundables en zonas urbanas (cuencas endorreicas)

La topografía de la ciudad y el desarrollo urbano presentan cambios constantes, sin tomar medidas para controlar y desalojar el agua pluvial. Estas variables han contribuido a la formación de cuencas endorreicas que presentan la constante problemática de inundación en diferentes sectores de la ciudad que ocasionan afectaciones a la población y en la infraestructura de la ciudad cada vez que se presenta la temporada de lluvias. Bajo este precedente se han identificado un importante número de pequeñas micro-cuencas donde el agua de lluvia permanece por varios días hasta que se evapora o desagua en la red sanitaria al no poder desaguar a un sistema de drenaje pluvial adecuado. Estas pequeñas microcuencas hidrológicas están ubicadas al interior de las Subcuencas Zona II-Centro, Zona III-Jarudo, Zona IV-Aeropuerto, Zona V – Río Bravo, Zona VI-Acequias y Zona VII-Chamizal, las cuales se identificaron por el sitio donde se produce la concentración pluvial, mismas que se describen a continuación:

ZONA II – CENTRO

Se ubica entre las Sub-cuencas del Arroyo Colorado de la cuenca ZONA I y cuenca del Arroyo El Jarudo de la ZONA III; se caracteriza porque sus escurrimientos se generan en la Sierra de Juárez y descargan por la margen derecha de la Acequia del Pueblo, la cual forma parte de la infraestructura de riego del Distrito 09, Valle de Juárez; siendo un canal de riego en desuso, se propuso modificar para captar estos escurrimientos, a la fecha solo un tramo de 2.45 kms ha sido modificado, siendo el que inicia en la confluencia con el Dren 2-A y que corre aguas arriba hasta alcanzar el cruce con la calle Rafael Alberto Arrieta; el resto del canal aguas arriba no tiene capacidad para recoger todos los escurrimientos que se generan en la Zona II. La Zona II Centro se encuentra urbanizada en más del 50 % de su superficie, está conformada por 10 subcuencas, donde cada una de ellas representa un arroyo. Al interior de la Subcuenca se han registrado 3 microcuencas endorreicas localizadas en los sitios siguientes (ver Tabla VI.4.3.1.(1)):

Tabla VI.4.3.1.(1). Zonas de inundación en Subcuenca Zona II - Centro
B - Calle Eje vial Juan Gabriel entre Calles Sanders y Aserradero
F - Calles Valentín Fuentes y Adolfo López Mateos
F - Perimetral Carlos Amaya y Fernando Borreguero
*Nota: Clave asignada en los documentos "Estudios hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de diversas obras en Cd. Juárez. (2008 y 2009) elaborados por el IMIP.

A continuación se hace una breve descripción de cada sitio:

Microcuenca B - Calle Eje vial Juan Gabriel entre Calles Sanders y Aserradero

La zona de inundación “B” se localiza en el Eje Vial Juan Gabriel, entre las calles Sanders y Aserradero, afectando principalmente la circulación de la avenida principal y de la zona aledaña, entre las que se encuentran las colonias San Antonio, Santa Rosa y Parque Industrial. En las cercanías del Eje Vial Juan Gabriel se ubica el canal de la Acequia del Pueblo, el cual recibe los escurrimientos de la cuenca local zona II Centro. En este tramo por no estar aún habilitado como dren pluvial, se concentran a sus costados gran parte de los escurrimientos. A su vez, la Zona de inundación B se genera por los escurrimientos de los arroyos San Antonio y Mercado Ornelas, que bajan de la Sierra de Juárez y se conducen por un relieve accidentado en su inicio, que se va suavizando hasta volverse llano al llegar a la mancha urbana variando la pendiente entre 7.2 y 1.2 % respectivamente (ver Figura VI.4.3.1.(1)).

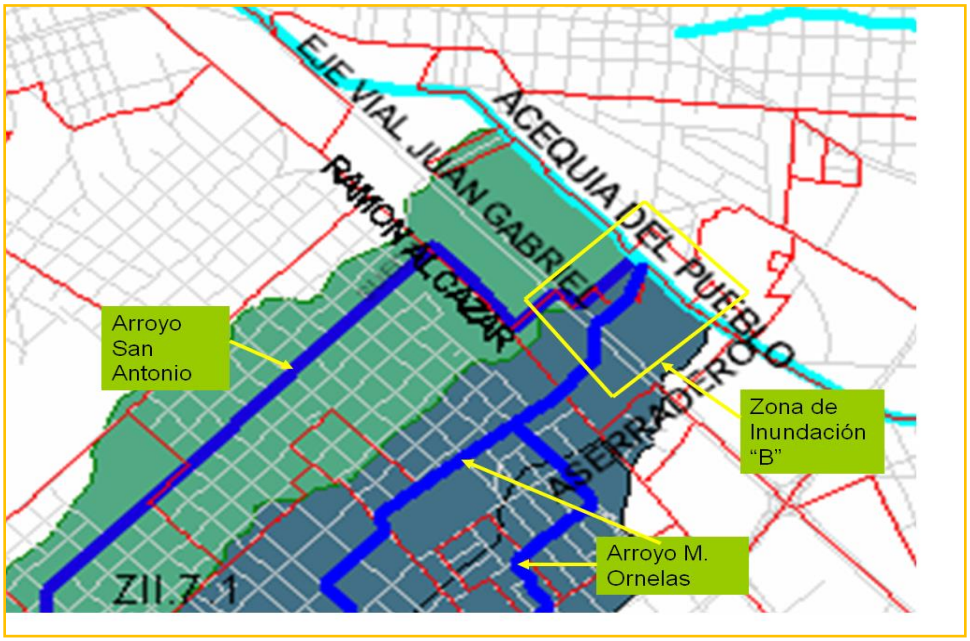


Figura VI.4.3.1.(1) Arroyos de influencia en zona de inundación "B"

El flujo pluvial es de tipo laminar, que se encauza sobre las calles, encontrando a su paso estructuras hidráulicas que son insuficientes para contenerlo aguas arriba, ocasionando concentración del mismo a partir de la elevación 1132.50 msnm que se localiza sobre el eje vial Juan Gabriel y calle Aserraderos. Asimismo, los escurrimientos que se dan en el sitio son de carácter intermitente, solo se presentan en época de lluvias y su acumulación y desalojo pueden durar hasta 3 días en función del volumen concentrado. Estos escurrimientos, siempre provocan caos vial y afectaciones a las construcciones colindantes. La cuenca de vertido para la Zona B, es producto de los escurrimientos procedentes de 11 microcuencas, 7 de ellas del arroyo San Antonio y 4 del arroyo Mercado Ornelas.

Del análisis de la cuenca, en este caso para la zona de estudio las características físicas y tiempos de concentración calculadas fueron las que se listan en la Tabla A III.2.(1) en el Anexo III.

Los resultados obtenidos de gasto y volumen escurrido en el análisis hidrológico elaborado, se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(2), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(2). Resultados del modelo de flujo en Zona "B

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
D.ACUM.OFI.GOB	6.963	1.06	72.98	2.06	130.75	2.48	272.69	2.78	388.34

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

El volumen y descarga esperados para un período de retorno de 5 años es de 130,750 m³ y de 2.06 m³/s respectivamente. En la Figura VI.4.3.1.(2), puede verse una imagen proyectada de la zona de inundación esperada para un período de retorno de 5 años.



Figura VI.4.3.1.(2) Zona de inundación esperada para un TR=5 años.

Microcuenca F - Calles Valentín Fuentes y Adolfo López Mateos

La zona de interés se encuentra en la cuenca Zona II-Centro que a su vez esta ubicada en la Región Hidrológica RH24 “Río Bravo”, esto de acuerdo a la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, misma que tiene como principal corriente el Río Bravo. Es una zona céntrica de gran desarrollo comercial, industrial y de servicios, circundada por vialidades importantes. La topografía del lugar es llana, con pendientes menores al 2 %, la cuenca de influencia de la Zona F cubre una superficie de 1.51 km² y presenta características de urbanización al 100 % con pavimento en todas sus vialidades.

En dicha cuenca se alojan las colonias Acacias, 5 de Mayo, Parque Industrial Juárez, Che Guevara, km 5, Fraccionamiento División del Norte, U.H. Benito Juárez e Infonavit Casas Grandes.

Esta microcuenca se conforma a su vez de 4 microcuencas que atienden a la vertiente de sus cauces, donde el flujo tiene su origen a partir del Parque Industrial Juárez y su punto final de descarga en la acequia del Pueblo, según se muestra en la Figura VI.4.3.1.(3) siguiente:

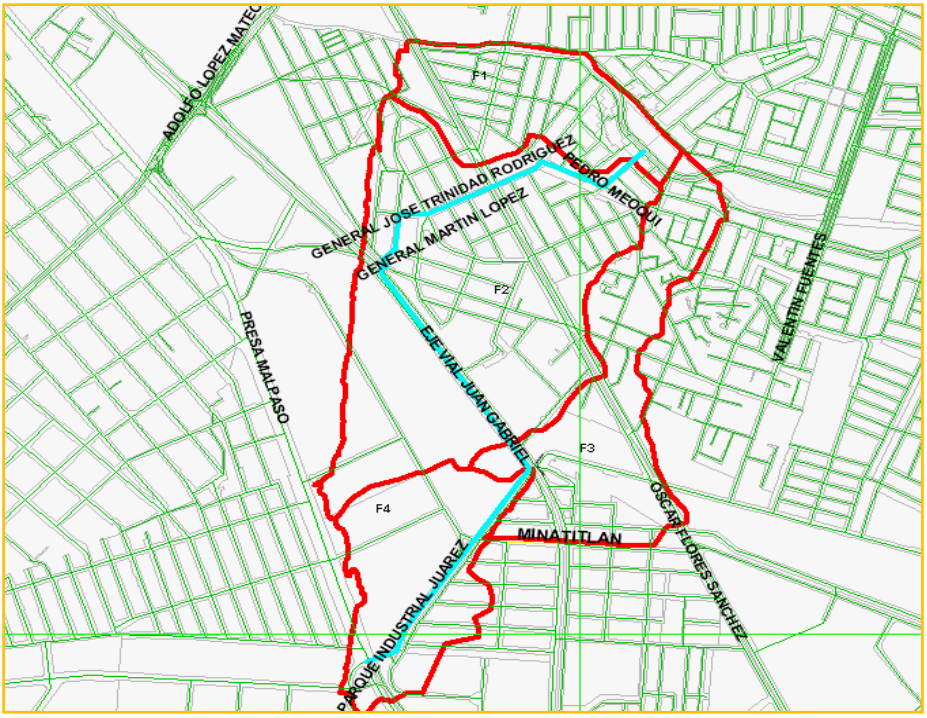


Figura VI.4.3.1.(3) Ubicación del sitio en cruce de calles Valentín Fuentes y Adolfo López Mateos

Las características físicas y tiempos de concentración de la cuenca fueron obtenidas para alimentar el modelo hidrológico, mismas que se describen en la Tabla A III.2.(2), incluida en el Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para cada unas de las superficies de inundación identificadas en el sitio se presentan en la Tabla VI.3.5.1.(3) donde se describen los valores calculados de volumen y descarga esperados de precipitación para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.3.1.(3). Resultados del modelo de flujo para la Microcuenca F

Elemento	Área drenada (km^2)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen ($x1000m^3$)
Microcuenca F	1.505	1.79	16.45	3.29	30.42	8.28	65.55	10.71	91.96

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

Los problemas de esta microcuenca derivan del flujo pluvial correspondiente al arroyo Industrial Juárez y tienen su origen en el Parque Industrial Juárez. El caudal a partir de este punto es regulado por unas obras de cruce que se localizan en el eje vial Juan Gabriel y en la Calle Minatitlán. Al llegar al eje vial Juan Gabriel el flujo toma hacia el norte e ingresa por las calles Gral. Martín López y Gral. José Trinidad Rodríguez logrando rebasar el nivel de

guarnición y cruzar la calle Oscar Flores Sánchez de donde fluye con rumbo oriente hasta alcanzar la parte baja de la cuenca donde forma una zona de inundación en la margen izquierda de la acequia del Pueblo provocando severas afectaciones especialmente a la colonia Infonavit Casas Grandes.

El caudal estimado en la zona F, para un periodo de retorno de 5 años se calculó en 3.29 m³/s, con un volumen correspondiente a este mismo TR de 30,420 m³, y la zona de concentración estimada del flujo para este período se muestra en la Figura VI.4.3.1.(4) a continuación:



Figura VI.4.3.1.(4) Zona de concentración para Tr=5 años en zona F

Microcuenca F - Perimetral Carlos Amaya y Fernando Borreguero

Corresponde a una pequeña microcuenca endorreica localizada en la cuenca Zona II-Centro. Limita por las calles Nahoas hacia el norte, Eje Vial Juan Gabriel hacia el este y el circuito de la calle Perimetral Carlos Amaya al sur. Es una zona densa de desarrollo habitacional y servicios mixtos que corresponde a la colonia Aztecas. Datos registrados por el INEGI en el censo de población 2005 indican la presencia de 2421 habitantes. En cuanto a sus vialidades, resalta la Av. Perimetral Carlos Amaya por la afluencia vehicular la cual registra el paso de 31,071 unidades diarias. La cuenca “F” tiene una superficie de vertiente de 0.686 km², donde los escurrimientos que se presentan fluyen por las calles en una pendiente suave que promedia en 0.028 alcanzando una longitud de desarrollo a lo largo de su trayectoria de 1,841 m, en una orientación suroeste a noreste y son parte de un afluente del Arroyo Perimetral. La localización de la cuenca se muestra en la Figura VI.4.3.1.(5):

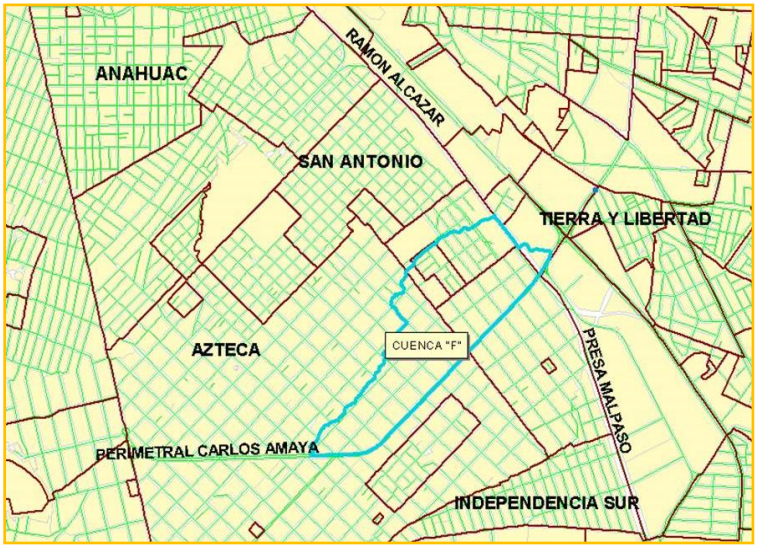


Figura VI.4.3.1.(5) Microcuenca "F" Perimetral Carlos Amaya y Fernando Borreguero

Las características físicas y tiempos de concentración calculadas para la cuenca única de la zona “F”, fueron las mencionadas en la Tabla A III.2.(3) del Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la superficie de inundación identificada en la Zona “F” (Perimetral Carlos Amaya) se presentan en la tabla VI.4.3.1.(4), donde se describen los valores calculados de volumen y descarga para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(4). Resultados del modelo de flujo para la Zona “F”

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Gasto pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Gasto pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Gasto pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Gasto pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)
Zona F	0.686	1.68	8.591	2.95	15.173	6.56	31.111	7.54	43.136

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

Los escurrimientos de este arroyo presentan la problemática de modificaciones en los cambios de rasante del pavimento, debido a las obras que desarrolladas para mejorar la infraestructura vial, no habiéndose atendido en su momento el manejo de los escurrimientos pluviales, lo que dio como resultado la un gran encharcamiento en la parte baja de la avenida, misma que colinda con el puente elevado del ferrocarril hacia el poniente y la alcantarilla que permite el cruce de los escurrimientos al lado norte del Eje vial Juan Gabriel. Este encharcamiento se presenta sobre el cuerpo norte de la calle Perimetral Carlos Amaya, pasando el puente ubicado en Presa Malpaso y Perimetral Carlos Amaya, donde se ve afectado principalmente el tráfico vehicular (alrededor de 31,071 unidades/día) que transitan diariamente por la Perimetral C. Amaya[11]. El caudal estimado en la zona F, para un periodo de retorno de 5 años se calculó en 2.95 m³/s, con un volumen correspondiente a este mismo TR de 15,173 m³, la zona de afectación para este período se muestra en la Figura VI.4.3.1.(6) a continuación:

[11] IMIP Estudios de Aforo de Movilidad Vehicular



Figura VI.4.3.1.(6) Zona de concentración para Tr=5 años en zona "F"

ZONA III-JARUDO

Microcuenca L – Av. De los Aztecas y Calle Cemento

Comprendida en la cuenca Zona III- Jarudo se localiza una cuenca endorreica que tiene como punto de referencia la intersección de las calles Av. De los Aztecas y calle Cemento. El polígono de estudio cubre una superficie total de 0.500 km², se conforma por tres microcuencas denominadas L1, L2 y L3, ubicadas en la colonia Morelos. Las calles que limitan la vertiente de escurrimiento zona "L" son: la calle Asbesto hacia el norte y calle Caolín al sur. Al este limita con la Av. De los Aztecas y al oeste con calle Piedra Pemex. La avenida de los Aztecas es una vialidad de gran tránsito, donde se tiene un aforo de 30,437 vehículos diarios por dicha avenida, razón por la cual es justificable dar una solución acorde a las necesidades de la población. Los escurrimientos se derivan de un afluente secundario del Arroyo Revolución el cual forma parte de la microcuenca ZIII.3.1 perteneciente a la Zona III – Jarudo. La cuenca del sitio Zona L, se conforma por tres microcuencas denominadas L1, L2 y L3, a cada una de las cuales les corresponde una superficie de vertido de 0.111, 0.219 y 0.170 km² sumando una superficie total de 0.50 km². La topografía del lugar es pronunciada en su parte más alta (S=0.096), variando hasta 0.034 en su parte más baja. El flujo pluvial baja de la sierra y se distribuye por las calles en dirección poniente – oriente, limitado por cada microcuenca. Las características físicas de la cuenca sitio "L", tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración se muestran en la Tabla A III.2.(4) en el Anexo III.

De acuerdo a la definición de las vertientes y características físicas de las microcuencas, se construyó el modelo de flujo para la cuenca L, tomando en consideración la alcantarilla Obsidiana y como criterio que el total de la superficie estará urbanizada. Dicho modelo se muestra a continuación en la Figura VI.4.3.1.(7):

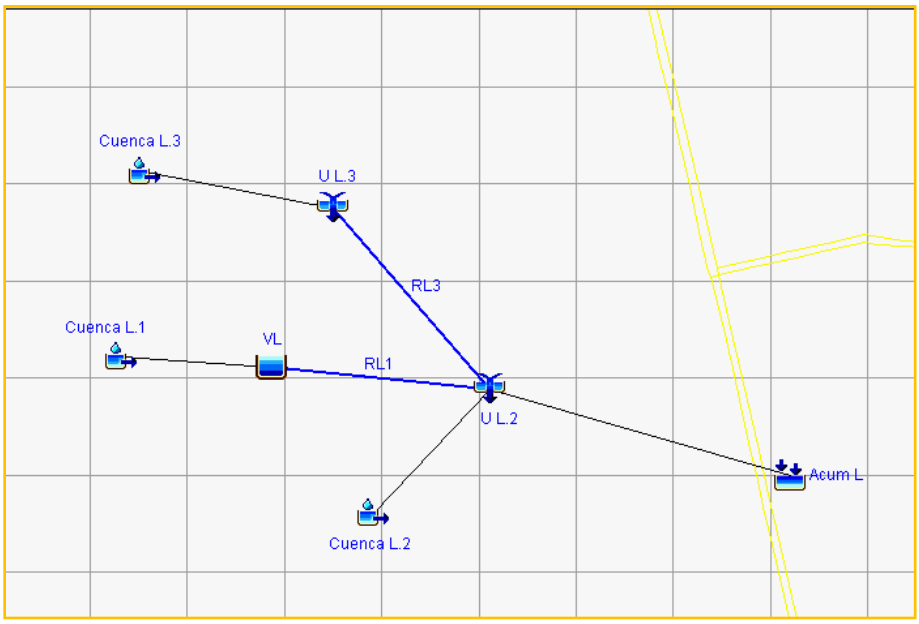


Figura VI.4.3.1.(7) Esquema de modelo de flujo para cuenca Zona "L"

Toda vez que se corrió el modelo se obtuvieron los siguientes resultados de gastos y volúmenes para los diferentes períodos de interés, mismos que se muestran en la siguiente Tabla VI.4.3.1.(5).

Tabla VI.4.3.1.(5). Resultados del modelo de flujo sitio "L"

Elemento	Área Drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
L.1	0.111	0.07	0.525	0.26	1.199	0.95	3.114	1.19	4.701
L.2	0.219	0.26	1.486	0.62	3.063	1.83	7.287	2.22	10.669
L.3	0.17	0.29	1.471	0.62	2.845	1.61	6.38	1.9	9.146

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de flujo para una tormenta de 24 horas y un período de retorno de 5 años (TR), se estima la presencia de un volumen total de 7,107 m³. La descarga para cada una de las microcuencas en el mismo período para L1, L2 y L3, corresponde a 0.26, 0.62 y 0.62 m³/s respectivamente. Este volumen representado esquemáticamente presenta la siguiente área de afectación por anegamiento, misma que se muestra en la Figura VI.4.3.1.(8) a continuación:

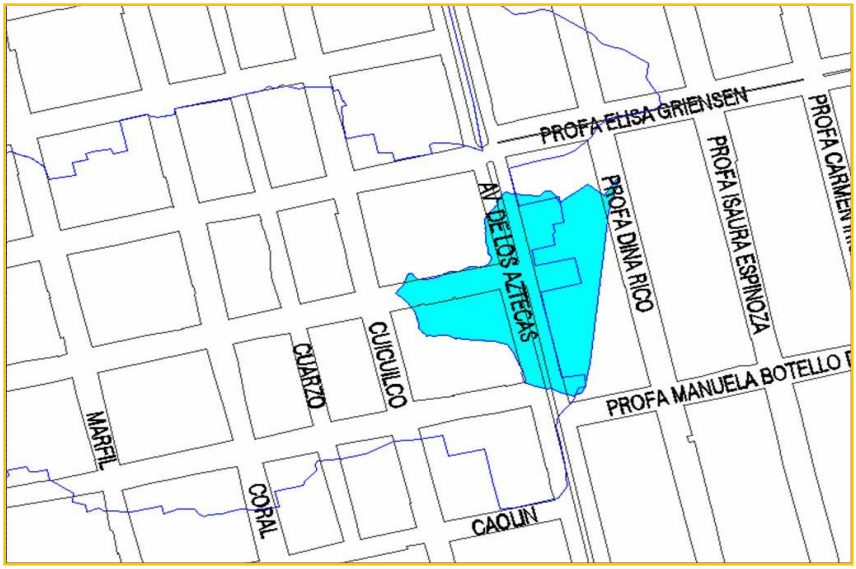


Figura VI.4.3.1.(8) Área de inundación estimada para TR=5 en cuenca L

ZONA IV – AEROPUERTO

Los escurrimientos de esta subcuenca se originan en el parteaguas con la Zona VIII- de la laguna El barreal; al final de su desfogue limitan con el dren 2-A por una parte y la otra con la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 009, sin embargo, no descargan a estos, ya que esta zona no cuenta con un colector de drenaje pluvial por lo que todo el potencial del flujo pluvial se deposita en las partes bajas formando lagunas y por consiguiente provocando inundaciones. La cuenca integra 16 arroyos principales con escurrimientos en forma paralela, en sentido Suroeste-Noreste, de los cuales solamente 5 tienen influencia sobre el Dren 2-A, debido a que descargan en los terrenos adyacentes aún cuando no derivan sus escurrimientos al dren. Estos arroyos son: Arroyo Lomas del Rey, Arroyo Morelia, Arroyo Tapioca, Arroyo Aeropuerto y Arroyo Arcadas. La Zona IV Aeropuerto, presenta 4 obras de regulación que corresponden a los Arroyos Lomas del Rey y Tapioca consistentes en 3 vasos y una alcantarilla, los cuales son insuficientes en número y capacidad para regular el flujo pluvial que drena su cuenca. Las cuencas endorreicas que a la fecha reportan problemas de inundación y que se tienen identificadas al interior de la Subcuenca Zona IV – Aeropuerto se ubican en los sitios que se describen en la siguiente tabla VI.4.3.1.(6):

Tabla VI.4.3.1.(6). Zonas de inundación de Subcuenca Zona IV - Aeropuerto
G – Jardín de los Lagos (Teófilo Borunda y Fuente de los Cibeles)
H – Independencia y Blvd. Manuel Gómez Morín
I - Av. De las Torres y Calle Sorgo
K - Blvd. Zaragoza y C. Aguascalientes
*Nota: Clave asignada en los documentos "Estudios hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de diversas obras en Cd. Juárez. (2008 y 2009) elaborados por el IMIP.

Microcuenca G – Jardín de los Lagos

La zona de estudio se ubica en la cuenca Zona IV-Aeropuerto, que corresponde a la Región Hidrológica RH24 “Río Bravo”, misma que tiene como principal corriente el Río Bravo, del cual se tomo su nombre. Esta limitada por las calles Teófilo Borunda hacia el norte, Nueva Democracia al este y calle Mezquital al oeste. Tiene una superficie de vertiente de 282,466 m², con una topografía plana donde su pendiente promedio es de 0.011 con urbanización al 100%. La cuenca de influencia de esta zona aloja las colonias Jardines del lago, Puerta de Hierro, Luis Donaldo Colosio y La Joya, la cual cuenta con varios espacios de áreas verdes algunos de los cuales cuentan con juegos infantiles.

Específicamente la Zona G Jardines del Lago, se identifica como una zona habitacional, en sus cercanías colinda con el Dren 2-A, que se encauza por la calle Teófilo Borunda así como por el Vaso de almacenamiento Parque Central que se ubica sobre la Av. Tecnológico y Pedro Meneses Hoyos. Los escurrimientos que genera su propia cuenca no tienen control o algún tipo de conducción, por lo que estos se acumulan sobre la calle Fuente de los Cibeles en el tramo comprendido entre Calle Fuente de la Concordia a Fuente de David. La elevación del punto más bajo detectado sobre dicho tramo es el nivel 1123.75 msnm que se ubica en la intersección de las calles Fuente de Verona y Fuente de los Cibeles, como se puede ver en la Figura VI.4.3.1.(9):

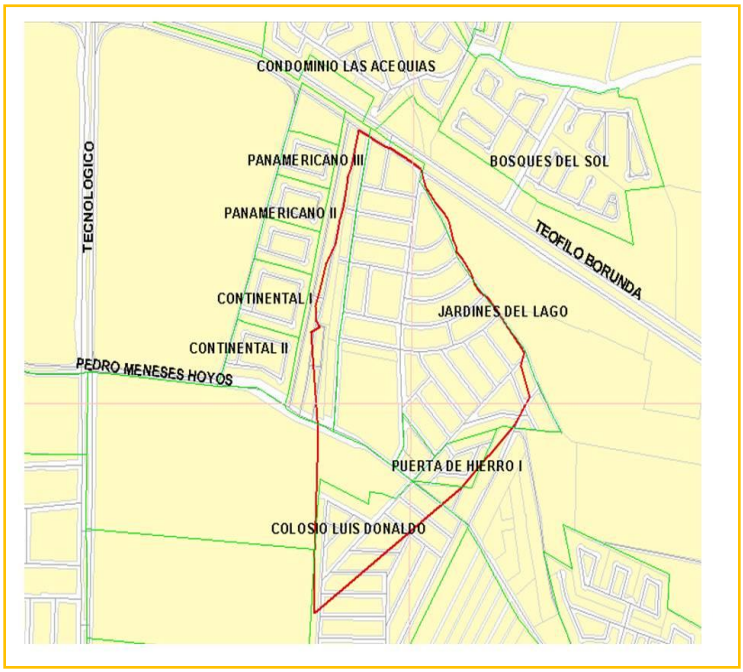


Figura VI.4.3.1.(9) Cuenca G Jardines del Lago

Las características físicas de la cuenca en Zona G, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan Tabla A III.2.(5), en el Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona G Jardines del Lago, se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(7), donde se describen los valores calculados de volumen y gastos estimados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(7). Resultados del modelo de flujo para la Zona G

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)
Zona G	0.27	0.6	3.38	1.06	5.97	2.41	12.24	2.78	16.98

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

De acuerdo con la información obtenida durante la modelación de los escurrimientos, se estima que para un período de retorno de 5 años, el gasto estimado es de 1.06 m³/s y el volumen de 5,970 m³.

La zona inundable proyectada de acuerdo con los datos obtenidos se puede ver en la Figura VI.4.3.1.(10) mostrada a continuación:



Figura VI.4.3.1.(10) Zona de inundación proyectada en Jardines del Lago para un TR de 5 años

Microcuenca Zona H – Av. Independencia y Blvd. Manuel Gómez Morín

La ubicación de la Zona H se definió en función de las calles principales: Blvd. Zaragoza, Blvd. Independencia y Gómez Morín lado poniente. Esta zona esta densamente poblada y en la cuenca de influencia se identifican las colonias: Torres del Sur, Zaragoza, D.B., El Papalote, Simón Rodríguez, El Fortín, Terrenos Nacionales, Medanos, Manuel Valdez, Praderas del Henequén, Paquimé, Horizontes del sur, Praderas del sur, Rinconadas de las Torres, Paseo de las Torres, Bosques de Salvarcar, Parque Industrial PIMSA, Colinas del Sol, Bosque bonito, Infonavit Salvarcar, Terrazas del Valle y Buenos Aires. La superficie del terreno presenta una pendiente casi plana con valores menores al 2% y la vertiente de su cuenca ocupa un área de 8.092 km². De la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, la zona H se ubica en la cuenca IV-Aeropuerto que corresponde a la Región Hidrológica 24 (RH24) “Río Bravo”. Particularmente los escurrimientos de la cuenca H se atribuyen al Arroyo Zaragoza, mismos que se estudiaron en base a 6 microcuencas, los cuales bajan de la parte alta con una orientación de sur-poniente a nororiente, internándose por las calles Aguascalientes, Fray Antonio de Benavides, Francisco González Bocanegra y Arcadia,

cruzando las arterias principales de Santiago Troncoso y Boulevard Zaragoza hasta llegar a la parte baja a la altura de la calle Privada de Guadalupe Victoria y Boulevard Independencia en donde confluyen todos los cauces de arroyo. Las características físicas de la cuenca H, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(6), incluida en el Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona H se presentan en la tabla VI.4.3.1.(8), donde se describen los valores calculados de volumen y gastos estimados para un período de retorno de 5 años:

Tabla VI.4.3.1.(8) Gastos y Volúmenes de cuenca Zona H

Elemento	Área drenada (km^2)	TR =2 años		TR =5 años		TR =10 años		TR =100 años	
		Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000 m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000 m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000 m^3)	Descarga pico (m^3/s)	Volumen (x1000 m^3)
Cuenca H	8.092	1.58	101.02	1.621	171.236	1.67	178.34	11.15	401.32
Cuenca H.1	0.798	1.39	9.99	2.491	17.65	3.94	26.22	6.73	50.18
Cuenca H.2	1.255	1.99	15.72	3.5984	27.757	5.71	41.24	9.82	78.92
Cuenca H.3	0.718	1.27	8.99	2.2776	15.88	3.6	23.59	6.14	45.15
Cuenca H.4	2.019	2.87	25.29	5.1974	44.655	8.14	66.34	14.32	126.96
Cuenca H.5	1.285	1.76	16.09	3.2058	28.421	5.04	42.23	8.87	80.8
Cuenca H.6	2.017	2.6	25.26	4.7394	44.611	7.48	66.28	13.24	126.83

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

La zona de estudio presenta varios afluentes con orientación sur-poniente nororiente que confluyen en la parte baja de la cuenca, formando una zona de anegación en la margen izquierda del Blvd. Independencia. El gasto estimado para un período de retorno (TR) de 5 años es de 18.47 m^3 y el volumen que corresponde a este mismo periodo es de m^3. La zona de anegación para un período de retorno de 5 años se muestra en la Figura VI.4.3.1.(11) a continuación:



Figura VI.4.3.1.(11) Zona de concentración del flujo pluvial para Tr=5 años en zona H

Microcuenca Zona "I" Av. De las Torres y Calle Sorgo

La cuenca de Zona "I" (Av. De las Torres y Calle Sorgo), se ubica en el sureste de la mancha urbana, alojando diversas colonias como son Las Dunas, Valle dorado, Las torres I y II, Lucio Blanco, Los Alcaldes y parcialmente la colonia Infonavit Juárez Nuevo. La vertiente de esta cuenca cubre una superficie de 1.018 km². Actualmente se encuentra urbanizada al 100%, es una zona habitacional y comercial, comunicada por importantes vialidades como son la Av. De las Torres y la calle Zaragoza. Los datos del último censo de población del INEGI registran una población alojada en dicha cuenca de 14,060 habitantes. Asimismo, la Av. De las Torres representa una de las vialidades primarias con mayor flujo, donde datos registrados de aforo vehicular efectuados por el IMIP indican el tránsito de alrededor de 111,623 unidades diarias por dicha arteria circulando en ambos sentidos. Una imagen que ilustra los límites de la cuenca, vialidades principales y colonias afectadas pueden observarse en la Figura VI.4.3.1.(12) a continuación:

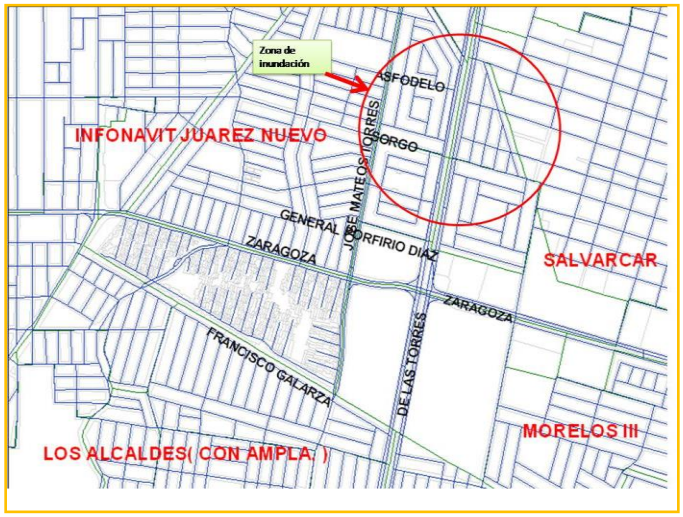


Figura VI.4.3.1.(12) Ubicación de la cuenca Zona "I" (Av. De las Torres y C. Sorgo)

La cuenca “I”, se ve afectada por un afluente del Arroyo Salvarcar que baja del sur-poniente y los escurrimientos propios de su vertiente. De acuerdo al análisis de la topografía Lidar, se observa que el agua baja de las calles transversales hacia la Av. De la Torres, de donde toma curso hacia el noreste, atravesando por una finca para salir a la calle Villa Chihuahua, y continuando su trayectoria con rumbo noreste.

Las características físicas de la cuenca tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(7) del Anexo III.

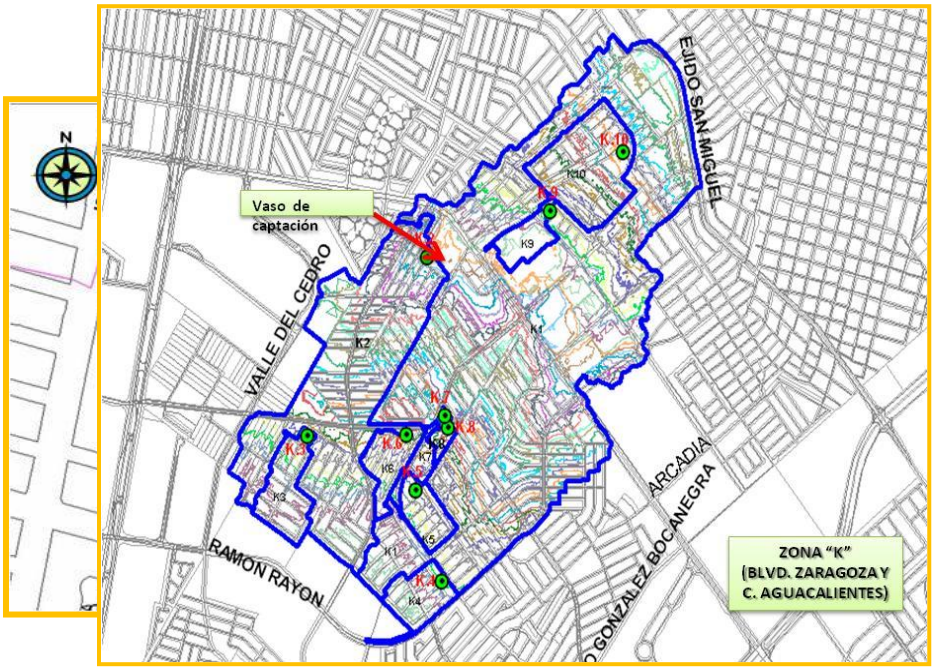
Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona I se presentan en la tabla VI.4.3.1.(9), donde se describen los valores calculados de volumen y gasto estimados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(9). Resultados del modelo de flujo para la Zona I

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)
Microcuenca I	1.018	1.75	12.749	3.13	22.516	7.05	46.167	8.37	64.012

De acuerdo a los resultados del análisis hidrológico se estima que en un período de retorno (TR) de 5 años el caudal estimado es de 3.31 m³/s así como un volumen cuantificado en 22,516 m³. La zona de inundación que corresponde a dicho período se muestra en la Figura VI.4.3.1.(13).

Figura VI.4.3.1.(13) Área de Inundación en cuenca Zona I



Microcuenca ZONA "K" - Blvd. Zaragoza y C. Aguascalientes

El área inundable se ubica al sureste de la mancha urbana, limitada por las calles Ejido San Miguel al noreste, Valle del Cedro hacia el oeste y Ramón Rayón al sur. Corresponde a la cuenca Zona IV-Aeropuerto. Esta zona no cuenta con un colector de drenaje pluvial y solo existen 3 pequeñas obras de control de avenidas, las cuales se encuentran azolvadas, por lo que prácticamente todo el potencial de escurrimientos se deposita en las zonas bajas formando lagunas y anegamientos.

El área inundable se ubica al sureste de la mancha urbana, limitada por las calles Ejido San Miguel al noreste, Valle del Cedro hacia el oeste y Ramón Rayón al sur. Es una zona de usos mixtos, urbanizada al 100%, donde se alojan 8 colonias: El Fortín, Terrenos Nacionales, Bosque Bonito, Valle de Santiago, Bosques de Salvarcar, Praderas del Sur, Paseo de las Torres y Rinconada de las Torres. La población estimada en dicha zona es de 44,211 habitantes de acuerdo al censo de población 2005 del INEGI.

Por la configuración topográfica de sus aportaciones y vasos reguladores, la cuenca K se subdividió en 10 microcuencas, tal como se muestra en la Figura VI.4.3.1.(14):

Figura VI.4.3.1.(14) Microcuencas y vasos de regulación de sitio K

El flujo pluvial tiene una trayectoria de suroeste a noreste, que obedece a los niveles de rasante de sus vialidades, y en este caso en particular, los escurrimientos de cada microcuenca están orientados a un vaso de captación localizado en el interior de un parque u área verde, con excepción de la microcuenca K1. En lo que respecta a la microcuenca K1, el agua de lluvia se esparce entre las calles hacia aguas abajo llegando hasta el Blvd. Zaragoza donde encuentra una depresión que corresponde a la elevación 1146.00 msnm, generando de esta forma un anegamiento importante en dicha arteria. Las características físicas de las 10 microcuencas que conforman la cuenca K, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se describen en la Tabla A III.2.(8), en el Anexo III.

Atendiendo a la definición de las vertientes y características físicas de las microcuencas se construyó el modelo de flujo para la cuenca K, tomando como criterio que el total de la superficie estará urbanizada y los vasos de captación que se encuentran como estructuras de control en el interior de la misma están en servicio. Dicho modelo de flujo se muestra a continuación en la Figura VI.4.3.1.(15):

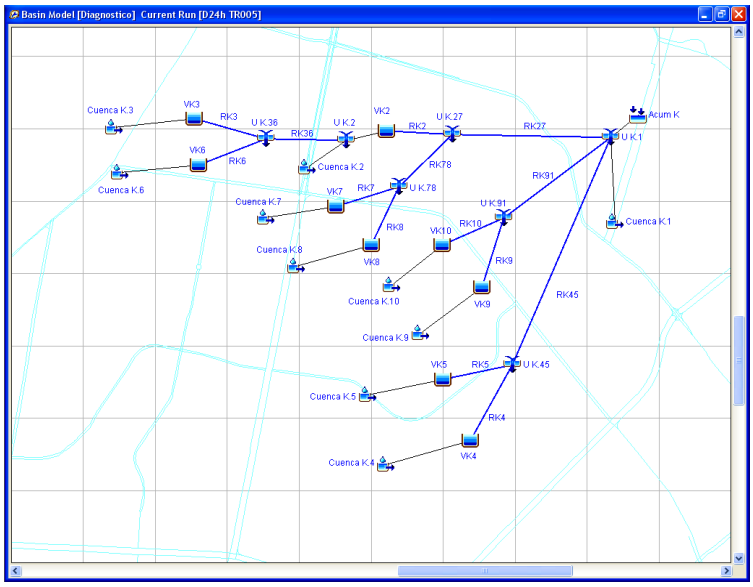


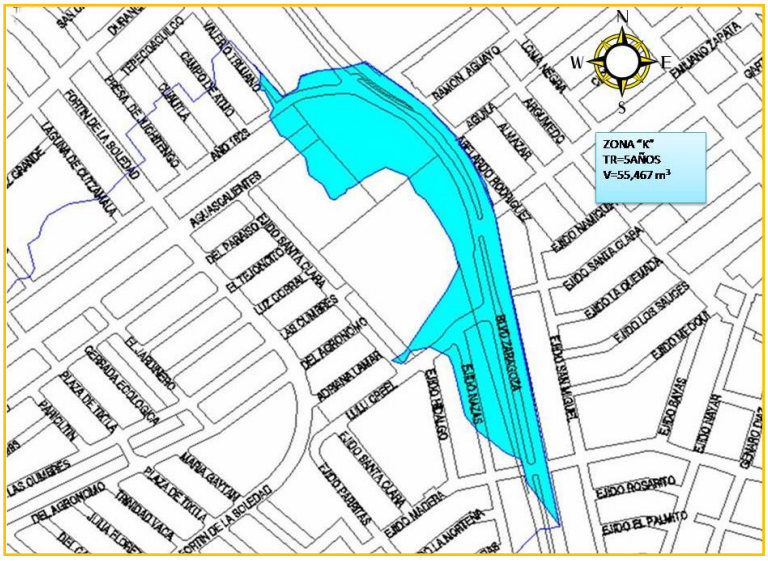
Figura VI.4.3.1.(15). Esquema de modelo de flujo para cuenca Zona "K"

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca K se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(10), donde se describen los valores calculados de volumen y descarga esperados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(10). Resultados del Modelo de flujo sitio K

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)
K.1	1.723	1.69	16.105	3.47	30.547	8.94	67.232	11.19	95.716
K.2	0.622	1.39	7.790	2.47	13.757	5.50	28.208	6.38	39.111
K.3	0.086	0.29	1.077	0.48	1.902	1.05	3.900	1.18	5.408
K.4	0.066	0.21	0.827	0.36	1.460	0.78	2.993	0.88	4.150
K.5	0.051	0.18	0.639	0.33	1.128	0.67	2.313	0.76	3.207
K.6	0.058	0.23	0.726	0.41	1.283	0.85	2.630	0.95	3.647
K.7	0.028	0.10	0.351	0.18	0.619	0.37	1.270	0.42	1.761
K.8	0.011	0.06	0.138	0.10	0.243	0.18	0.499	0.20	0.692
K.9	0.046	0.17	0.576	0.31	1.017	0.64	2.086	0.72	2.893
K.10	0.177	0.48	1.921	0.85	3.511	1.99	7.453	2.27	10.470

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010



En la figura VI.4.3.1.(16) puede observarse la zona de concentración del flujo pluvial estimada mediante el modelo hidrológico para una tormenta con TR de 5 años:

Figura VI.4.3.1.(16). Área de Inundación del sitio K para TR de 5 años

ZONA V – RIO BRAVO

Está formada por una franja paralela al Río Bravo, con un ancho de 1 a 2 km. iniciando en la Av. De Las Américas y llegando hasta 1 km. al Oriente del Boulevard Independencia, su límite al Sur es la Acequia Madre mientras que su límite Norte es el mismo Río. Se caracteriza por ser una zona muy plana, sus Microcuencas son cerradas, sin escurrimientos definidos,

provocando importantes encharcamientos al centro de cada una de ellas y con ello, problemas en épocas de lluvias.

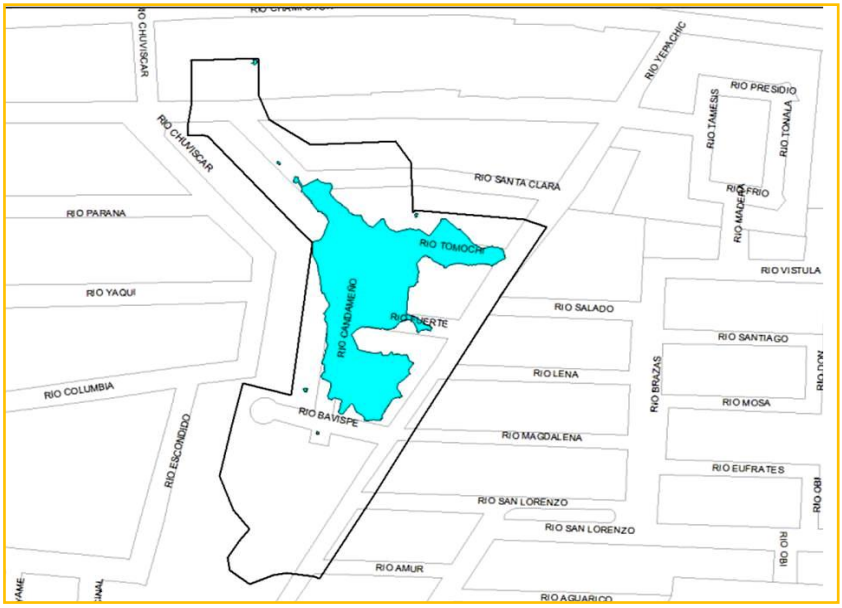
El agua es desalojada por el drenaje sanitario que finalmente llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad. A la fecha se han identificado siete zonas de concentración las cuales son descritas en la Tabla VI.4.3.1.(11):

Tabla VI.3.5.1.(11). Zonas de inundación en Subcuenca Zona V - Río Bravo	
A - Río Tomochi y Río Candameño.	D- Paseo Triunfo de la República y Fray Junípero
B – Júpiter y Manuel Gómez Morín	E – Parque Industrial Rio Bravo
C – Blvd. Manuel Gómez Morín y Av. Francisco Villareal	G – Blvd. Manuel Gómez Morín y calle Manuel J. Clouthier
K - Infonavit Fidel Velázquez	
*Nota: Clave asignada en los documentos "Estudios hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de diversas obras en Cd. Juárez. (2008 y 2009) elaborados por el IMIP.	

Microcuenca " A" - Río Tomochi y Río Candameño.

Este sitio corresponde a un sector residencial localizado en el fraccionamiento Santa Mónica, totalmente pavimentado. El área afectada por fuerte anegamiento, se ubica en el cruce de las calles Río Tomochi y Río Candameño, los escurrimientos en la zona son laminares, debido a lo plano del terreno. La concentración para lluvias extraordinarias (59.28mm TR=5 años) ocupan una superficie de afectación de 8,700 m², con un tirante aproximado de 0.60 m en su parte más baja. El polígono de influencia o de vertiente Zona “A” objeto de estudio, cubre una superficie de 0.038 km², siendo una zona completamente habitacional. Topográficamente la zona presenta una pendiente promedio de 0.6%, identificando su punto más bajo en la elevación 1126.75 msnm, localizado en el cruce de las calles Río Tomochi y Río Candameño. La longitud de desarrollo promedio de su cauce es de 234 m.

Figura VI.4.3.1.(17) Esquema de zona de inundación para TR=5 años Cuenca Zona “A”



Las características físicas y tiempos de concentración obtenidas son las que se presentan en el Anexo III, en la Tabla A III.2.(9).

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(12), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(12). Resultados del modelo de flujo Microcuenca A

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZONA A	0.038	0.15	0.476	0.26	0.841	0.54	1.723	0.61	2.389

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

El volumen escurrido y gasto estimados para un período de retorno (TR) de 5 años es de 841 m³ y de 0.26 m³/s respectivamente. No existe drenaje pluvial en esa zona, en la Figura VI.4.3.1.(17), puede verse una imagen proyectada de la zona de inundación estimada para un período de retorno de 5 años y sector residencial mostrando el sitio inundable.

Microcuenca Zona C – Blvd. Manuel Gómez Morín y Av. Francisco Villareal

Se encuentra en la cercanía del límite de vertiente lado este de la cuenca Zona V Río Bravo de acuerdo con la nomenclatura del Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial . Es una zona urbana con actividad comercial, se caracteriza por ser una zona de mayor tráfico vehicular, siendo así que las vialidades Blvd. Manuel Gómez Morín y Av. Francisco Villareal registran alrededor de 61,787 vehículos/día. Presenta una superficie de drenado de 0.049 km² con un flujo pluvial de tipo laminar que se desplaza sobre calles pavimentadas alcanzando una longitud de desarrollo promedio de 461 m. Los escurrimientos más fuertes se dan en el cuerpo sur-poniente de la vialidad Blvd. Manuel Gómez Morín casi esquina con la Av. Francisco Villareal.

Estos escurrimientos fluyen en una pendiente suave (0.004) m; la elevación del piso de pavimento a partir de la cual se origina dicha acumulación pluvial corresponde al nivel 1121.50 msnm. Su ubicación dentro de la traza urbana se muestra en la Figura VI.4.3.1.(18):

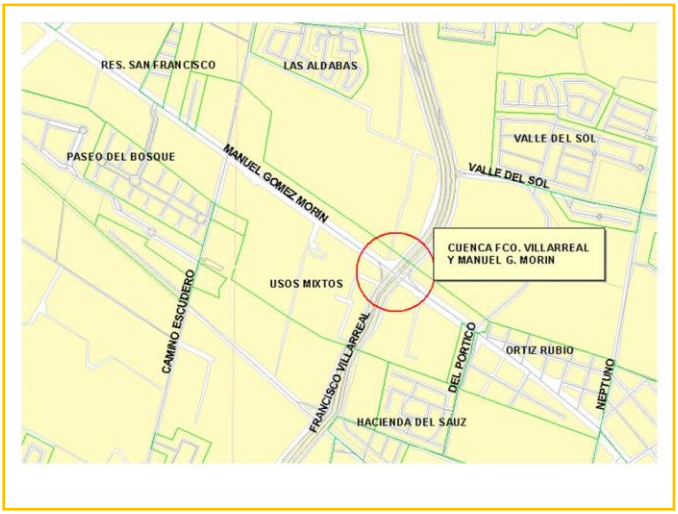


Figura VI.4.3.1.(18) Ubicación de Cuenca en Zona “C”

Las características físicas y tiempos de concentración calculadas, fueron las que se listan en la Tabla A III.2.(10) del Anexo III.

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(13), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(13). Resultados del modelo de flujo Zona "C"

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZONA C	0.049	0.14	0.614	0.25	1.084	0.55	2.222	0.63	3.08
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010									

El volumen y descarga estimados para una tormenta de 24 horas con período de retorno (TR) de 5 años, es de 1,084 m³ y de 0.25 m³/s respectivamente. No cuenta con drenaje pluvial en el lugar y la estructura pluvial más cercana es el Dren 2-A que guarda una distancia aproximada de 2100 m. Un esquema donde se ilustra la zona de inundación estimada para la cuenca Zona “C” se muestra en la Figura VI.4.3.1.(19) a continuación:

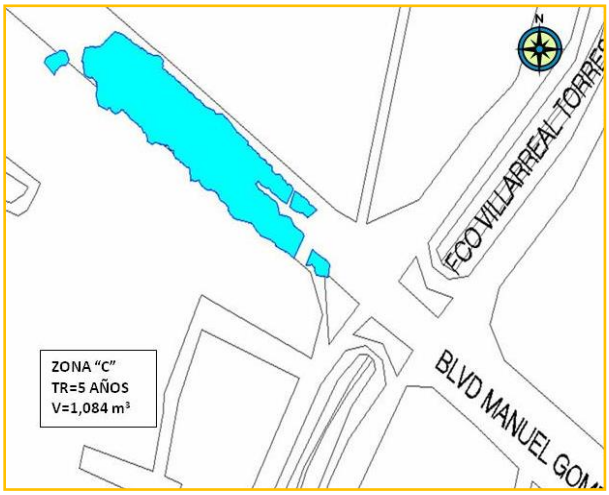


Figura VI.4.3.1.(19) Esquema de zona de inundación para TR=5 años de la cuenca C

Microcuenca D- Paseo Triunfo de la República y Fray Junípero

De manera general y de acuerdo a la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, la zona de estudio se encuentra ubicada en la Región Hidrológica RH24 “Río Bravo”, misma que tiene como principal corriente el Río Bravo por otra parte el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial para el Municipio de Juárez, lo ubica en la Cuenca Zona V-Río Bravo.

El polígono de estudio cubre una superficie de 0.350 km², topográficamente la zona presenta un relieve suave (pendiente=0.004) y una longitud de desarrollo del cauce más largo de 695m, identificando su punto más bajo en la elevación 1125.75 msnm localizado en la intersección vial Av. Paseo triunfo de la República y calle Fray Pedro de Gante.

Las características físicas y tiempos de concentración calculadas mediante la definición del cauce de mayor longitud o principal, y la determinación de la pendiente en función de restar el 10% de la longitud aguas arriba y 15% aguas abajo, aplicando el método convencional (diferencia de alturas /longitud) al 75% restante. Para el caso del cálculo del tiempo de concentración se utilizó el modo de Kirpich. Los resultados se dan en la Tabla A III.2.(11), incluida en el Anexo III.

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(14) que se describe a continuación:

Tabla VI.4.3.1.(14). Resultados del modelo de flujo Zona D									
Elemento	**Área drenada (km²)**	**TR 2 años**		**TR 5 años**		**TR 25 años**		**TR 100 años**	
		Descarga pico (m³/s)	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**	**Descarga pico (m³/s)**	**Volumen (x1000m³)**
Zona D	0.35	0.86	4.383	1.51	7.741	3.35	15.783	3.85	22.008
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010									

Los valores obtenidos por el modelo hidrológico para volumen y descarga de una tormenta de 24 horas con un período de retorno (TR) de 5 años es de 7,741m³ y de 1.51 m³/s respectivamente. De acuerdo con estos resultados el área estimada de inundación se muestra en la Figura VI.4.3.1.(20):



Figura VI.4.3.1.(20). Área de inundación en Zona D – P.T.R. y Fray Junípero

Microcuenca B – Júpiter y Manuel Gómez Morín

La zona de estudio se encuentra ubicada al Este de la zona urbana, en el interior de la cuenca local Zona V Río Bravo, de acuerdo con el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial para el Municipio de Juárez.

Su topografía es casi plana, sin conexión con otras zonas. Particularmente la escorrentía de la zona “B” fluye sobre la calle Júpiter en sentido suroeste a noreste y debido a que antes de llegar al Blvd. Manuel Gómez Morín la rasante tiene una elevación menor, el agua se va concentrando hasta formar un encharcamiento sobre el lado poniente de la Gómez Morín encontrando su punto más bajo en la elevación 1120.00 msnm

Del análisis de la cuenca, en este caso para la zona “B”, las características físicas y tiempos de concentración calculadas son las que se listan en la Tabla A III.2.(12) en el Anexo III

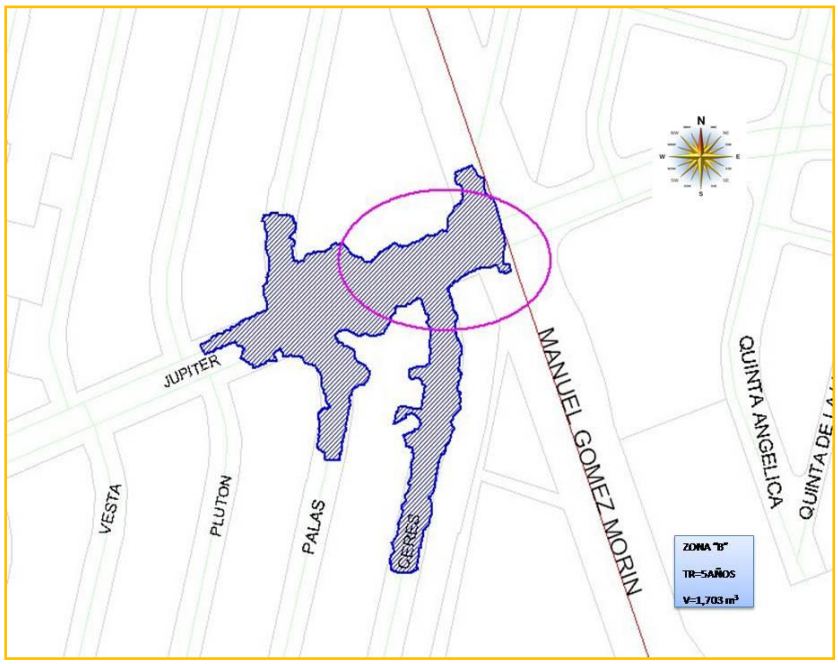
Los resultados obtenidos de gasto y volumen escurrido en el análisis hidrológico elaborado, se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(15), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(15). Resultados del modelo de flujo para la Zona “B”

Elemento	Área Drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Zona B	0.077	0.21	0.964	0.37	1.703	0.81	3.492	0.93	4.842
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010									

La zona de inundación estimada para un período de inundación de 5 años se configura sobre el lado oeste de la Av. Manuel Gómez Morín por la calle Júpiter hasta la calle Plutón aproximadamente cubriendo una superficie amplia según se muestra en la Figura VI.4.3.1.(21).:

Figura VI.4.3.1.(21). Superficie de inundación para un TR= 5 años



Microcuenca "E" – Parque Industrial Rio Bravo

El polígono corresponde al Parque Industrial Río Bravo y que su ubicación es distintiva por el flujo vehicular de la zona, debido principalmente a su cercanía con el Puente Internacional Zaragoza donde se da una gran actividad comercial y de servicios.

Datos de aforo vehicular en dicha zona registran un tránsito de 10,297 vehículos que recorren en ambos sentidos la Av. Río Bravo diariamente. A lo largo de la Av. Río Bravo se dan una serie de concentraciones que corresponden a la infraestructura pluvial, que consta de rejillas en piso conectadas al dren sanitario, el cual presenta problemas de azolvamiento y en algunos puntos taponamiento del colector, provocando afloramiento del drenaje sanitario y en caso de lluvia el encharcamiento por tiempo prolongado. Algunos de los factores que influyen en la formación de dichos anegamientos son: rasante del pavimento, guarniciones y camellones. La topografía de la zona en general presenta un relieve plano con pendiente menor al 2% y una longitud máxima de desarrollo del flujo pluvial de 245 m. El área total de

vertiente de la cuenca Zona E es de 0.299 km²,y se subdividió en 6 microcuencas, cada una de las cuales presenta una zona de concentración especifica, y que al elevarse el tirante hidráulico, hace que se unan los flujos entre ellas.

El esquema del modelo de flujo elaborado para la cuenca se muestra en la Figura VI.4.3.1.(22) siguiente:

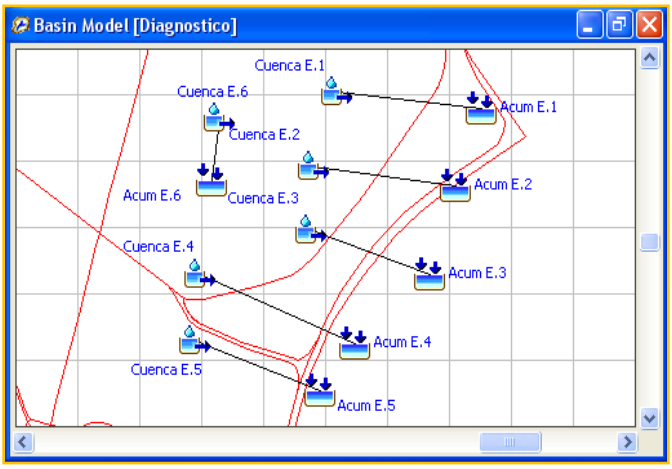


Figura VI.4.3.1.(22). Esquema del Modelo de simulación de flujo Cuenca "E"

Los parámetros de las características físicas de cada microcuenca delimitada en la cuenca Zona E, se listan Tabla A III.2.(13) del Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para cada unas de las superficies de inundación identificadas en la Zona E (Río Bravo), se presentan en la Tabla VI.3.5.1.(16). Aquí se describen los valores calculados de volumen y caudal estimados de precipitación para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(16). Resultados del modelo de flujo

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Cuenca E.1	0.063	0.25	0.789	0.44	1.393	0.93	2.857	1.04	3.961
Cuenca E.2	0.040	0.14	0.501	0.25	0.885	0.50	1.814	0.58	2.515
Cuenca E.3	0.050	0.17	0.626	0.31	1.106	0.62	2.268	0.71	3.144
Cuenca E.4	0.030	0.13	0.376	0.21	0.664	0.47	1.361	0.52	1.886
Cuenca E.5	0.044	0.17	0.551	0.31	0.973	0.64	1.995	0.72	2.767
Cuenca E.6	0.072	0.22	0.902	0.39	1.593	0.84	3.265	0.95	4.527
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010									

De los resultados obtenidos en el modelo hidrológico para las microcuencas que conforman la zona de inundación E, se obtuvieron valores de gasto o descarga pico (TR= 5 años) que fluctúan entre 0.21 y 0.44 m³/s, y volúmenes que van de 664 m³ a 1,390 m³. Lo

anterior permitió definir la extensión de la zona de inundación para la cuenca "E", tomando en cuenta un período de retorno de 5 años. La configuración de la superficie inundable se puede observar en la Figura VI.4.3.1.(23):



Figura VI.3.5.1.(23). Esquema de zona de inundación para TR=5 años de la cuenca "E" (Av. Río Bravo)

Microcuenca G – Blvd. Manuel Gómez Morín y calle Manuel J. Clouthier

La cuenca de Zona "G" es de forma irregular, tiene como punto de referencia el cruce de las calles Blvd. Manuel Gómez Morín y calle Manuel J. Clouthier. Se ubica al sureste de la mancha urbana y es una zona de usos mixtos, que colinda con las colonias El Pensamiento, Río Grande y Jardines de San Pablo hacia el norte, y hacia el sur con las colonias El Veneciano y María Isabel. Se caracteriza por un alto grado de tráfico vehicular en sus arterias principales la cual de acuerdo a un aforo vehicular de la zona transitan por dichas avenidas un total de 43,038 vehículos al día[12], justificando ampliamente cualquier acción que se determine para dar solución a la laguna de inundación que se forma como causa de lluvia en dicho lugar.

Desde la perspectiva local del plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, se encuadra en la Zona V-Río Bravo, tiene una superficie de vertiente de 154,000 m², con una topografía plana donde su pendiente promedio es de 0.002. Su cuenca es atravesada por Dren 2-A y sobre su lado sur-poniente pasa la Acequia Madre. Los encharcamientos que se producen en dicha cuenca son ocasionados por la urbanización de la zona donde la configuración de los trazos no ha sido prevista para atender debidamente el flujo pluvial en temporada de lluvias. Las características físicas de la cuenca en Zona "G" (Blvd. Manuel Gómez Morín y Manuel J. Clouthier), tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(14), incluida en el Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona G, se presentan en la tabla VI.4.3.1.(17), donde se describen los valores calculados de volumen y gastos estimados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

[12] IMIP Estudios de Aforo de Movilidad Vehicular

Tabla VI.4.3.1.(17). Resultados del modelo de flujo para la zona "G"

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Zona G	0.154	0.24	1.929	0.44	3.406	0.98	6.984	1.18	9.684

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

De acuerdo con la información obtenida durante la modelación de los escurrimientos, se estima que para un período de retorno de 5 años, el gasto estimado es de 0.44 m³/s y un volumen de 3.41 m³. La zona inundable proyectada de acuerdo con los datos obtenidos se puede ver en la Figura VI.4.3.1.(24) mostrada a continuación:

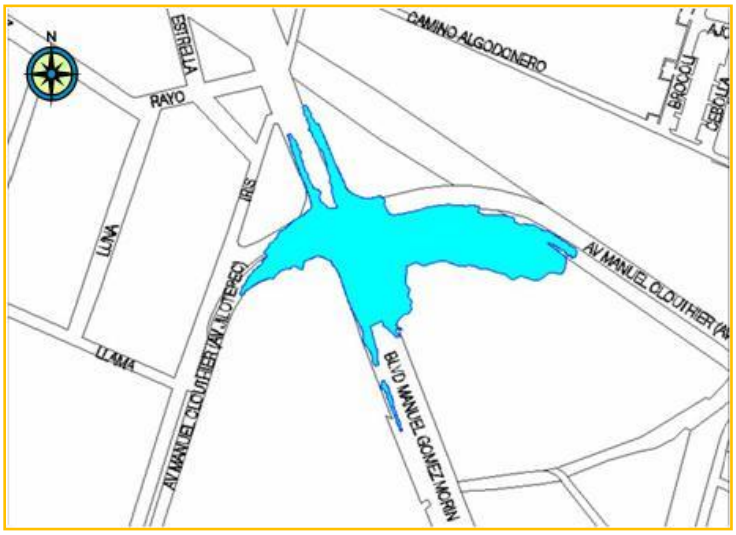


Figura VI.4.3.1.(24). Zona de inundación proyectada en Blvd. Manuel Gómez Morín y Manuel J. Clouthier para un TR de 5 años

Microcuenca "K" - Infonavit Fidel Velázquez

La cuenca de estudio corresponde a la Zona V – Río Bravo de acuerdo al Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, es de forma irregular, está ubicada al norte de la mancha urbana sobre su margen derecha, limitada por las calles Blvd. Juan Pablo II al norte, calle Luisiana al este, calle Litógrafos al oeste y Valle de Juárez y Vicente Guerrero al sur. Su superficie de drenado es de 686,000 m², esta urbanizada al 100 % con una densidad de 60 viviendas/Ha, y cuenta con pavimento en todas sus vialidades.

Su superficie se encuentra ocupada por 8 colonias que se identifican a continuación en Tabla VI.4.3.1.(18):

Tabla VI.4.3.1.(18). Colonias con problemas de inundación Zona “K”	
Infonavit Fidel Velázquez	Antares
Valle del Sol	Campestre Arboleda
Bifamiliar Campestre	Partido Manuel Doblado
Partido Doblado	Las Palomas

Una imagen que ilustra la ocupación de los espacios y sus límites se refleja en la de la Figura VI.4.3.1.(25) a continuación:

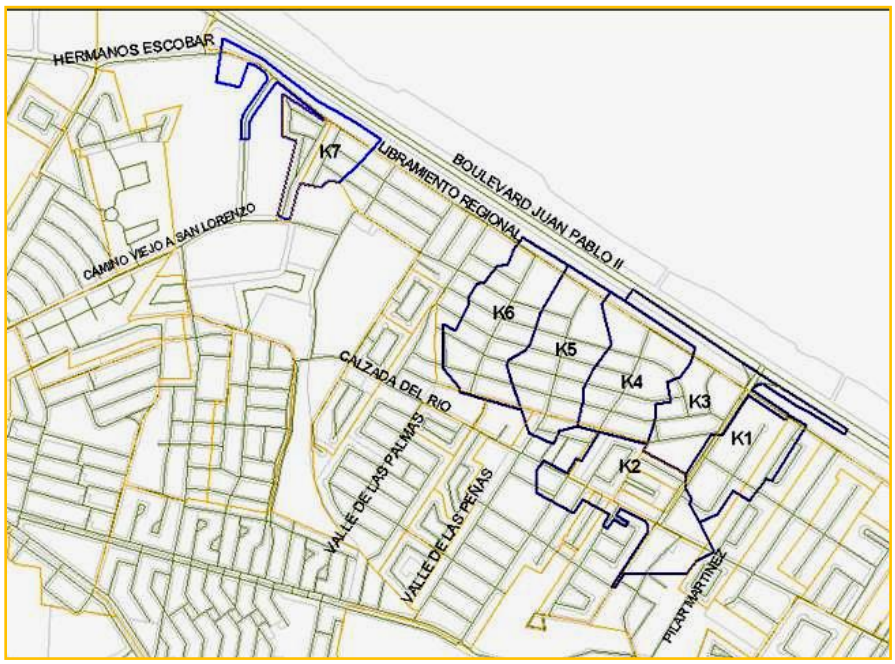


Figura VI.4.3.1.(25). Ubicación de la cuenca Zona K Infonavit Fidel Velázquez

La Zona K se ubica en el extremo norte de la ciudad, colindando con el bordo del Río Bravo, y debido a esta condición, en la Zona K los escurrimientos son detenidos por la vialidad principal Blvd. Cuatro Siglos, que se encuentra con una rasante de mayor elevación. Los escurrimientos no tienen un cauce definido ya que su curso obedece a la topografía que presentan sus vialidades, además de que cada una de las microcuencas concentra el flujo pluvial impidiendo su salida.

Las características físicas de la cuenca Zona K, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(15), en el Anexo III.

Resultados del modelo de flujo para la Zona K

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona K Infonavit Fidel Velázquez, se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(19), donde se describen los valores calculados de volumen y descarga esperados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(19). Resultados del modelo de flujo para la Zona K

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Cuenca K.1	0.044	0.13	0.55	0.23	0.97	0.52	2.00	0.59	2.77
Cuenca K.2	0.071	0.19	0.89	0.33	1.57	0.75	3.22	0.86	4.46
Cuenca K.3	0.058	0.15	0.73	0.27	1.28	0.61	2.63	0.70	3.65
Cuenca K.4	0.057	0.17	0.71	0.29	1.26	0.66	2.58	0.75	3.58
Cuenca K.5	0.061	0.18	0.76	0.32	1.35	0.71	2.77	0.81	3.84
Cuenca K.6	0.061	0.18	0.76	0.32	1.35	0.71	2.77	0.81	3.84
Cuenca K.7	0.049	0.13	0.61	0.23	1.08	0.52	2.22	0.59	3.08

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la modelación de los escurrimientos para tormentas de 24 horas, se tiene que la descarga máxima estimada se presenta en la subcuenca K2, donde para un período de retorno de 5 años, se obtuvo un valor de 0.33 m³/s. Asimismo para estas mismas condiciones el volumen estimado es de 1,570 m³. La Figura VI.4.3.1.(26) muestra la superficie de inundación para una tormenta con período de retorno de 5 años:

Figura VI.4.3.1.(26). Áreas de Inundación en cuenca Zona K para TR= 5 años



ZONA VI – ACEQUIAS

Está definida por el área que se encuentra entre la Acequia Madre por el lado Nor- Este y por la Acequia del Pueblo y Dren 2-A por el lado Suroeste, formando una especie de óvalo cuyas puntas se encuentran, una en el cruce de la Av. Juan Gabriel y 16 de Septiembre y la otra en la intersección de la Acequia Madre y el Dren 2-A, un poco al oriente de la Av. de las Torres. Está formada por una serie de Sub-Cuencas cerradas, sin escurrimientos definidos que se dan por las calles de la Ciudad, concentrando importantes volúmenes de agua en áreas específicas y provocando grandes áreas de inundación aunque de corta duración debido a su paulatino ingreso a los pozos de visita del sistema de alcantarillado sanitario, se generan láminas de agua de 15 a 30 cm de profundidad hacia el centro de cada Micro-Cuenca.

Las acequias normalmente están en uso conduciendo el agua del río hacia los terrenos de cultivo del Distrito de riego y la capacidad de las mismas es limitado, por lo que al ingresar caudales importantes provenientes de los escurrimientos pluviales, se desbordan o se obstruyen en alcantarillas y puentes por el arrastre de basura y cuerpos flotantes que llegan a estos sitios.

En esta cuenca se tienen identificadas 7 zonas de inundación que se describen en la Tabla VI.4.3.1.(20) siguiente:

Tabla VI.4.3.1.(20). Zonas de Inundación en Subcuenca Zona VI - Acequias	
A - Av. Insurgentes y Calle Juan Escutia	H - Calle 20 de Noviembre
C - Calle Manuel G. Nájera y Calle Reforma	I - Águilas de Zaragoza
D - Blvd. Oscar Flores Sánchez y Av. Adolfo López Mateos	J - Panamá y Calle Niños Héroes
L - Av. De la Raza y Calle Valentín Fuentes	
*Nota: Clave asignada en los documentos "Estudios hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de diversas obras en Cd. Juárez. (2008 y 2009) elaborados por el IMIP.	

Microcuenca A. Av. Insurgentes y Calle Juan Escutia

La microcuenca Zona A esta determinada por el cruce de la **Av. Insurgentes y C. Juan Escutia**, y se localiza en la Cuenca Zona VI-Acequias. Esta pequeña microcuenca (0.30 km²) se encuentra al centro de la mancha urbana, en una zona totalmente urbanizada con vialidades pavimentadas en un 100% y áreas verdes colindantes que representan alrededor del 1.13% de su superficie total. Tiene su área de influencia en las colonias Silvias, Partido Escobedo, Las Palmas y La Joya (zona centro), quedando delimitada al norte por la calle Vicente Guerrero, al sur por la calle Plan de Ayala, al este por la calle Adolfo López Mateos y al oeste por la Av. De las Américas. El escurrimiento del agua pluvial de la vertiente de influencia al sitio de concentración pluvial Zona A, llega en forma radial a las diferentes vialidades que cruzan la Av. De los Insurgentes, concentrándose en el cruce de esta última y la calle Montes de Oca (Elevación 1128 msnm), siendo el parte aguas por el lado norte la calle Vicente Guerrero, al sur la calle Plan de Ayala, al este la Av. Adolfo López Mateos y al oeste la Av. De las Américas. La longitud de desarrollo promedio del flujo pluvial es de 600 m con una pendiente media de 0.002. En este caso las características físicas y tiempos de concentración calculadas para la microcuenca fueron las que se listan a en la Tabla A III.2.(16) del Anexo III.

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se presentan en la tabla VI.4.3.1.(21), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(21). Resultados del modelo de flujo Zona A Insurgentes y J. Escutia (Montes de Oca)

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZONA A	0.297	0.57	3.72	1.02	6.57	2.28	13.47	2.73	18.68

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

El desarrollo urbano en las cuencas hidrológicas ha resultado un vector de gran importancia en la modificación del suelo y el sistema de drenaje natural de los arroyos, motivos que han dado lugar a un incremento en los volúmenes de lluvia que escurren por la zona urbana y a la generación de zonas de inundación que han derivado en afectaciones a la población, equipamiento urbano e infraestructura básica.

En el plano mostrado en la Figura VI.4.3.1.(27), puede verse una imagen proyectada de la zona de inundación esperada para un período de retorno de 5 años.

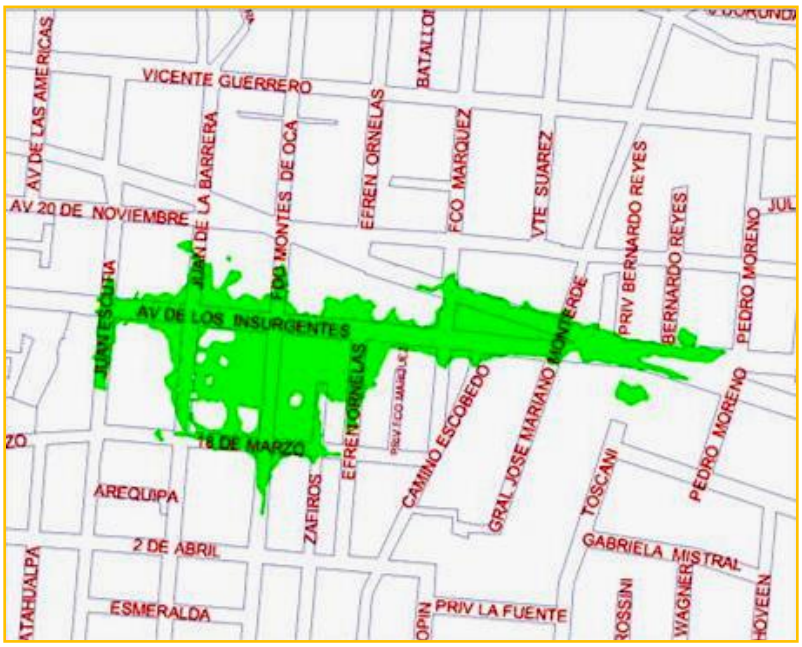


Figura VI.4.3.1.(27). Esquema de zona de inundación para TR=5 años Cuenca Zona A

Microcuenca C. Calles Manuel Gutiérrez Nájera y Reforma

La zona de estudio está localizada al noroeste de la cuenca Zona VI - Las Acequias, de acuerdo con la nomenclatura del Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial para el municipio de Juárez, ocupando una superficie de 302,568 m², la cual aloja arterias importantes como la Calle Reforma y la calle Municipio Libre. Se distinguen las colonias Melchor Ocampo, Reforma y Parque Industrial Eje Vial J. Gabriel. El área de influencia de la cuenca está delimitada por las calles Arturo Tolentino al norte y Manuel Gutiérrez Nájera hacia el sur. Al este limita con la calle Salvador Díaz Mirón y al oeste por la calle Sanders.

La topografía del lugar es plana, con pendiente promedio de 0.003, identificando su punto más bajo en la elevación 1128.75 msnm, y su punto más alto en el nivel 1129.25 msnm, el total de sus vialidades está pavimentada. Específicamente en la cuenca Zona C, los escurrimientos se dan de norte a sur y del oriente y el este hacia el sur por las calles que funcionan como canal, depositándose especialmente sobre la calle Reforma y Municipio Libre con la afectación de diferentes cruceros que están comprendidos en el cuadro limitado por las calles Municipio Libre, Paraguay y Manuel María Ponce. Las características físicas y tiempos de concentración calculadas, fueron las que se listan en la Tabla A III.2.(17) en el Anexo III.

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se muestran en la Tabla VI.4.3.(38) y la superficie inundable en la Figura VI.4.3.1.(22).

Tabla VI.4.3.1.(2). Resultados del modelo de flujo Zona C

Elemento	Área	TR 2 años	TR 5 años	TR 25 años	TR 100 años

	drenada (km²)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
ZONA C	0.303	0.59	3.79	1.05	6.7	2.34	13.74	2.8	19.05
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009									

Este flujo presenta afectaciones de diversos cruceros que se localizan sobre las calles Reforma y Municipio Libre afectando el cuadro limitado por las calles Municipio Libre, Paraguay y Manuel María Ponce, como puede observarse en la imagen de inundación obtenida para una lluvia con período de retorno de 5 años mostrada a continuación:

Figura VI.4.3.1.(28). Esquema de zona de inundación para TR=5 años de la cuenca C



Microcuenca D - Cruce Av. Oscar Flores y Av. Adolfo López Mateos

El sitio de interés se ubica en la parte suroeste de la cuenca VI Acequias, rodeada de vialidades primarias como el Eje Vial Juan Gabriel al poniente, Oscar Flores al oriente y Adolfo López Mateos hacia el norte. Cubre una superficie de 314,000 m², topográficamente la zona presenta una pendiente promedio de 0.008 y una longitud promedio de vertiente de 775 m, identificando su punto más bajo en la elevación 1127.25 msnm localizado en la intersección vial Oscar Flores Sánchez y Adolfo López Mateos.

Las colonias localizadas que se identifican son Parque Industrial Eje Vial Juan Gabriel y Subcentro urbano que corresponde a centros de servicios. Las características físicas y tiempos de concentración calculadas fueron las que se listan en la Tabla A III.2.(18) del Anexo III.

Los resultados de descarga pico y volumen obtenidos en el análisis hidrológico se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(23), donde se describen los valores esperados de precipitación analizados para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(23). Resultados del modelo de flujo en Cuenca D

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Zona D	0.265	0.51	3.32	0.92	5.86	2.10	12.02	2.44	16.66
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009									

Los escurrimientos que se dan en el sitio, son de carácter intermitente, solo se presentan en época de lluvias y son de corta duración. Sin embargo, esto es causa de afectaciones materiales así como afectaciones a las construcciones colindantes.

En el plano mostrado en la Figura VI.4.3.1.(29), puede verse una imagen proyectada de la zona de inundación estimada en un período de retorno (TR) de 5 años:



Figura VI.4.3.1.(29). Esquema de zona de inundación para TR=5 años de la Cuenca ”D” (Av. Oscar Flores y Av. A. López Mateos)

Microcuenca H. Calle 20 de Noviembre

Localizada en la Zona VI – Acequias al norte de la mancha urbana se tiene la cuenca de estudio denominada Zona “H” (Calle 20 de Noviembre). Es una zona que esta densamente poblada (8,801 habitantes, según INEGI-2005) y en el área de influencia se identifican las colonias: Partido Romero y en forma parcial las colonias El Barreal y Silvias. Limita al norte con la calle Ignacio Zaragoza y hacia el sur con la calle Insurgentes. Por el lado este colinda con la calle Juan de la Barrera y al oeste con la calle Constitución. No cuenta con infraestructura pluvial además de que no existen espacios libres para su construcción, salvo la posible afectación de vialidades o compra de terrenos para su realización.

Como principales características se tiene que la superficie del terreno presenta una pendiente casi plana con valores menores a 0.002 y la vertiente de su cuenca ocupa una superficie de 1.239 km².

Las características físicas de la cuenca “H”, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(19) del Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona H se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(24), donde se describen los valores calculados de volumen y gastos estimados para un período de retorno de 5 años:

Tabla VI.4.3.1.(24). Resultados de gastos y volúmenes de la cuenca H

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000 m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000 m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000 m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000 m³)
Zona H	1.239	1.61	15.517	2.91	27.404	6.56	56.189	8.07	77.908

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

En especial la Zona “H”, se caracteriza por presentar un grave problema de inundación en la intersección de las calles 20 de Noviembre y Paraguay, tirante que corre hacia el norte hasta la calle Av. De la Raza. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis hidrológico, se estima que la superficie anegada será la siguiente mostrada en la Figura VI.4.3.1.(30):

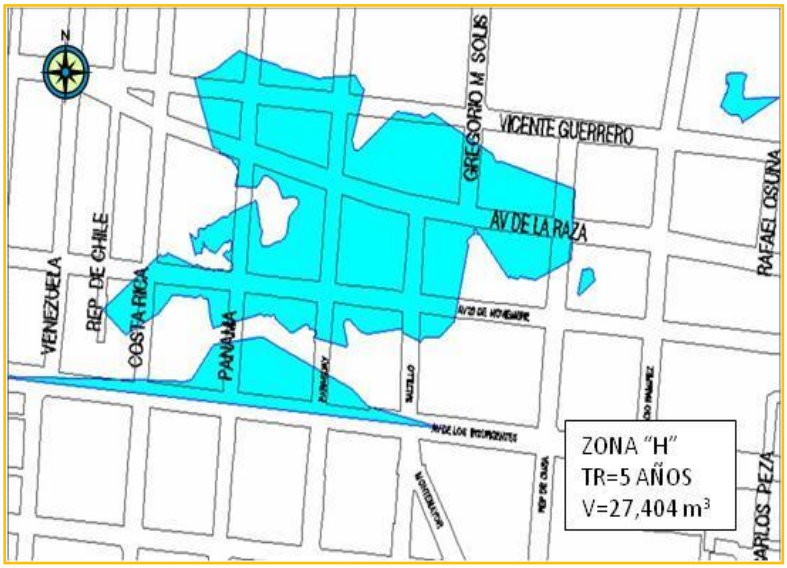


Figura VI.4.3.1.(30). Zona de concentración del flujo pluvial para Tr=5 años en zona H



Microcuenca I – Águilas de Zaragoza

La microcuenca hidrológica pertenece a la vertiente del Río Bravo (RH-24), se aloja en la cuenca Zona IV Aeropuerto en el

sureste de la traza urbana, en la colonia Águilas de Zaragoza. Esta colonia se encuentra dentro de una cuenca de vertiente con superficie de 5.106 km² donde se ubican las colonias Águilas de Zaragoza, Patria, Las Montañas, Héroes de México, Parajes del Valle, Tierra Nueva I, Fray García de San Francisco, Frida Khalo, Manuel J. Clouthier, Parque Industrial Independencia, Valles de América. Se conforma por dos subcuencas que obedecen a la ubicación de una estructura hidráulica. Los escurrimientos se presentan principalmente sobre la rasante de las calles para cruzar la Av. Puerto Dunquerque en donde el agua se conduce por un arroyo hasta descartar en un predio baldío ubicado entre la carretera Juárez Porvenir, Alfredo Orta y José Rivera. Actualmente se encuentra urbanizada al 90%, la mayor parte de sus calles están sin pavimentar, es una zona agrícola, habitacional y comercial, comunicada por importantes vialidades. Una imagen que ilustra la ubicación de la cuenca y vialidades principales pueden observarse en la fotografía de la Figura VI.4.3.1.(31) a continuación:

Figura VI.4.3.1.(30). Superficie de vertiente cuenca Zona I

El caudal que fluye por entre las calles de las colonias localizadas al sur de la Av. Manuel Gómez Morín, en su recorrido aguas abajo, causan daños a la población asentada en dichas colonias, principalmente a las viviendas que se ubican en las calles ubicadas aguas arriba de la Av. Puerto Dunquerque, tales como las calles Huapoca, Carhue, Munerachi y Nopaltzin, cuyos escurrimientos descargan a la calle Tezozómoc, que corresponde a una vialidad perpendicular a las anteriores y esta a su vez permite el flujo a una alcantarilla de cruce con la Av. Puerto Dunquerque a la altura de la calle Huapoca.

A partir de la Av. Puerto Dunquerque el agua continúa su recorrido por un arroyo que cruza distintos lotes urbanos, para finalmente alcanzar el cruce de las calles José Rivera y Alfredo Orta e internarse en un predio baldío ubicado a unos 50 m al norte por la calle A. Orta.

Las características físicas de la cuenca Águilas de Zaragoza (I), tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(20), incluida en el Anexo III.

Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la cuenca Zona I se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(25), donde se describen los valores calculados de volumen y gasto estimados de precipitación para diferentes períodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(25). Resultados del modelo de flujo para la Zona I

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Cuenca I.1	2.9	3.3	36.3	6	64.14	13.4	131.5	16.9	182.4
Cuenca I.2	2.206	3.1	27.6	5.7	48.79	12.6	100	15.6	138.7

Acum I	5.106	5.7	64	10.7	112.97	24.7	231.7	30.9	321.2

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

De acuerdo a los resultados del análisis hidrológico se estima que en un período de retorno (TR) de 5 años el caudal estimado es de 10.7 m³/s así como un volumen cuantificado en 112,970 m³. La imagen de inundación de la cuenca para un período de retorno de 5 años se muestra a continuación en la Figura VI.4.3.1.(32):



Figura VI.4.3.1.(32). Área de Inundación en cuenca Zona I

Microcuenca J – Calle Panamá y Calle Niños Héroes

El polígono de estudio cubre una superficie de 52.55 Has, se ubica al norte de la mancha urbana y forma parte de la Cuenca VI - Las Acequias. La zona "J" ocupa una superficie de vertido de 525,571 m², donde el flujo pluvial se embalsa en la parte central del crucero formado por las calles Paraguay y Niños Héroes donde presenta el punto más bajo correspondiendo a la elevación 1127.75 msnm.

Esta cuenca es una zona consolidada, que proviene de los años 50's, preponderantemente habitacional que involucra 4 colonias: Ex Hipódromo, Melchor Ocampo, Costa Rica y el Barreal, donde habitan alrededor de14,383 habitantes de acuerdo al censo de población 2005 del INEGI. Las calles que limitan la zona J son: la calles 2 de abril hacia el norte, calle Chihuahua al sur, al este la calle Montemayor y al oeste la calle Mérida. La topografía del lugar es llana, con pendientes menores al 2 %. Las características físicas de la cuenca Zona J, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(21), en el Anexo III.

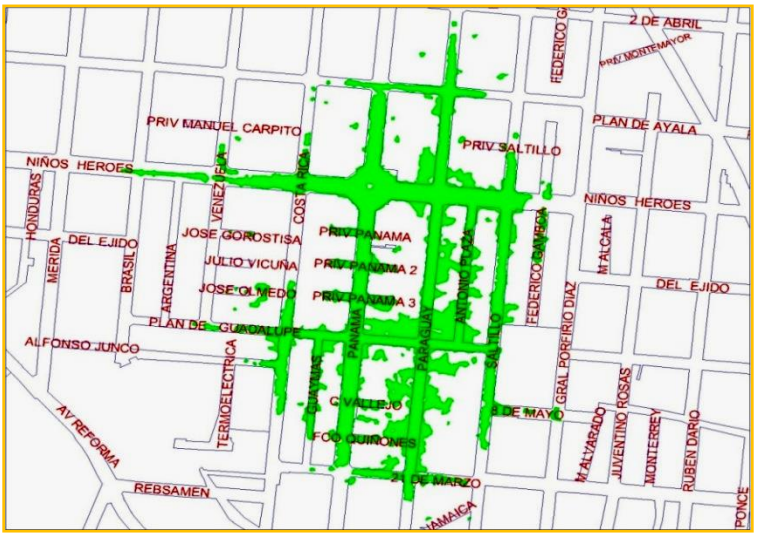
Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la zona de estudio, se presentan en la Tabla VI.4.3.1.(26). En esta se describen los valores calculados de volumen y descarga esperados de precipitación para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(26). Resultados del modelo de flujo para la Zona "J"

Micro cuenca	Área Drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x 1000m³)
Zona J	0.525	0.72	6.57	1.32	11.61	2.94	23.81	3.64	33.00
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009									

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de flujo para una tormenta de 24 horas y un período de retorno de 5 años, se estima la presencia de un volumen de 11,610 m³ y un caudal de 1.32 m³/s. Este volumen representado esquemáticamente presenta la siguiente área de afectación por anegamiento (Figura VI.4.3.1.(33)):

Figura VI.4.3.1.(33). Área de inundación estimada para TR=5 en subcuenca Zona "J"



Microcuenca L – Av. De la Raza y Valentín Fuentes

La zona de estudio se localiza sobre la Av. De la Raza entre las calles Isaac Newton en cruce con la calle Alejandro Fleming. El predio a estudiar es una microcuenca local que tiene una extensión de 54.21 hectáreas que se encuentra comprendida en la cuenca cerrada denominada Zona VI Acequias. En la problemática de inundación inicial, se consideraron aportaciones de gasto de una cuenca endorreica que se encuentran ubicadas al nor-poniente de la ciudad. La mayoría de los causas tiene como punto común de concentración sobre la misma calle Alejandro Fleming, que es la zona más afectada, alcanzando niveles superiores a 0.50m.

Para el desarrollo del estudio hidrológico inicial se siguió el modelo conceptual mostrado en la Figura VI.3.5.1.(34). Los datos requeridos por este método son: el coeficiente de escurrimiento, el tiempo de concentración, la intensidad de lluvia par Tc, y las características físicas de la cuenca.

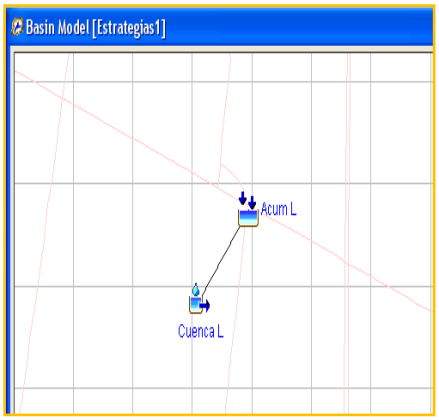


Figura VI.3.5.1.(33). Esquema del modelo de flujo en Microcuenca L

Los parámetros físicos de la cuenca estudiada se describen en la Tabla A III.2.(22) en el Anexo III.

Los resultados del cálculo hidrológico (HEC-HMS), para un periodo de retorno de cinco años se muestran en la Tabla VI.4.3.1.(27).

Tabla VI.4.3.1.(27). Resultados del modelo de flujo para la Zona L

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Zona L	0.542	0.83	6.78	1.42	11.32	8.4	22.18	12.26	32.36

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

De acuerdo con la información obtenida durante la modelación de los escurrimientos para las condiciones actuales, se estima que para un período de retorno de 5 años, el gasto estimado es de 1.416 m³/s y el volumen de 11,322 m³. La problemática de esta zona parte del hecho de que los escurrimientos generan diversos anegamientos a lo largo de la vialidad Av. De la Raza y en calles aledañas, como se puede observar en la Figura VI.4.3.1.(35) donde se aprecia la superficie estimada para lluvias con período de retorno de 5 años:

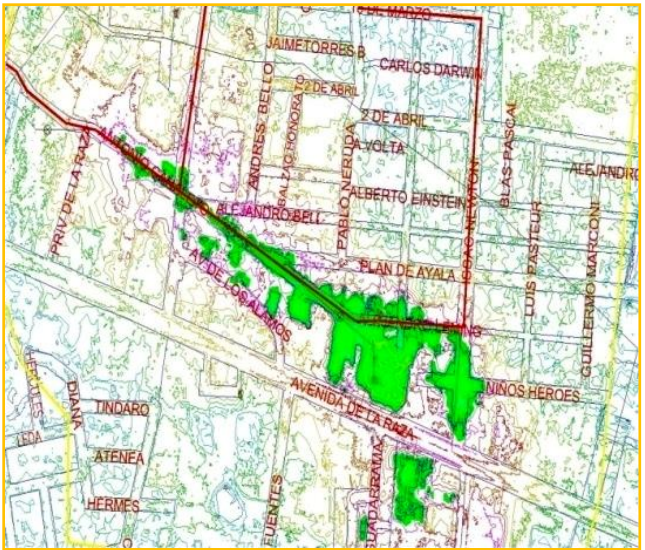


Figura VI.4.3.1.(35). Zona inundable de la cuenca L (Av. De la Raza y Valentín Fuentes)

Cuenca Zona VII Chamizal

Esta cuenca cubre prácticamente todo el Parque El Chamizal y parte de la Zona Centro más antigua de la ciudad. Colinda al Norte con El Río Bravo, desde su confluencia con el Arroyo Colorado hasta la Av. De las Américas, en el Cruce Internacional; al Sur llega hasta la Acequia Madre. Sus escurrimientos han formado tres Sub-Cuencas principales que son cruzadas por el cauce antiguo del Río Bravo, el cual ha sido seccionado en tramos pero sin acceso libre al agua que escurre por las calles; no se tienen cauces de arroyos, en sus Sub-cuencas el agua fluye por las calles bajas, provocando fuertes encharcamientos que finalmente son eliminados mediante la práctica de apertura de las tapas de los pozos de visita del drenaje sanitario de la ciudad debido a que carece de infraestructura pluvial. A la fecha se han efectuado estudios hidrológicos en diversas zonas al interior de esta cuenca que presentan permanentemente el problema de inundación en temporada de lluvias, de las cuales se describen a continuación dos sitios particularmente:

Microcuenca "E" - PRONAF

La zona del PRONAF se ubica en un polígono de la parte Norte de la ciudad, que conecta directamente con el Puente Internacional Córdova a través de las Av. Américas y Lincoln que son la columna vertebral de la zona estando enmarcada en forma general por el polígono limitado por las siguientes vialidades:

- Al Norte por la Av. Ing. David Herrera Jordán
- Al Sur por el Paseo Triunfo de la República
- Al Este por la Av. Plutarco Elías Calles y
- Al Oeste por la Av. De las Américas

Es de mencionar que el polígono del PRONAF se inserta dentro de una zona más amplia, con avenidas tan importantes como la Av. López Mateos, Abrahán Lincoln, el Circuito PRONAF, los Circuitos José Reyes Estada, Henry Dunant, Benjamín Franklin, las calles Fernando Montes de Oca, Efrén Ornelas, Francisco Márquez y algunas otras calle secundarias más que complementan la red de vialidades que comunican a esta zona con el resto de la ciudad. Cabe mencionar que su ubicación es distintiva de la zona, con gran actividad comercial y de servicios. La Zona "E" PRONAF, alberga alrededor de 12 colonias entre las que se

identifican Córdova Américas, Patricia, La Playa, Alfa, Progresista, Universidad, Mayorga, FOVISSTE Chamizal, Hidalgo, Santa Mónica, Vista del Norte y Miguel Auza.

En la zona del PRONAF se localizan cuatro cuencas endorreicas de interés mismas que se describen en la Tabla VI.4.3.1.(28) siguiente:

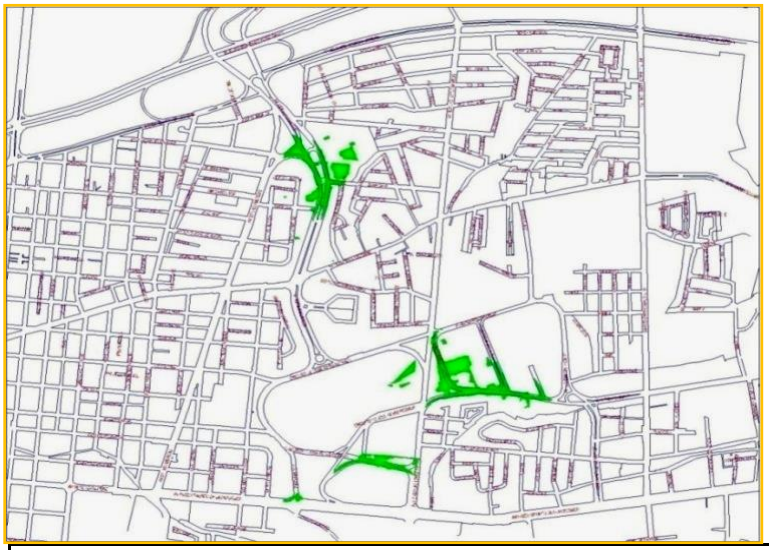
Tabla VI.4.3.1.(28). Localización de los sitios Zona “E” para control de inundaciones

Zona	Ubicación
E1	Av. De las Américas y Abraham Lincoln
E2	Henry Dunant y Químico Manuel Díaz
E3	Circuito José Reyes Estrada entre Adolfo López Mateos y Henry Dunant
E4	Francisco Márquez y Paseo Triunfo de la República

*Nota: Clave asignada en el documento "Estudios hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de diversas obras en Cd. Juárez. (2008) elaborado por el IMIP.

Características físicas de la cuenca Zona "E" PRONAF

En este caso, las características físicas de cada zona identificada en la cuenca Zona E, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se listan en la Tabla A III.2.(23) del Anexo III.



Los resultados obtenidos del modelo hidrológico se describen a continuación en la Tabla VI.3.5.1.(29)

Tabla VI.4.3.1.(29). Resultados del modelo de flujo para la Zona E

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Cuenca E.1	0.348	0.66	4.36	1.18	7.7	2.64	15.78	3.17	21.88
Cuenca E.2	0.201	0.42	2.52	0.74	4.45	1.7	9.12	1.96	12.64
Cuenca E.3	0.08	0.23	1	0.4	1.77	0.91	3.63	1.04	5.03
Cuenca E.4	0.008	0.02	0.1	0.04	0.18	0.09	0.36	0.11	0.5

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2009

El área que ocupa la Zona PRONAF, presenta una serie de depresiones topográficas que acumulan el volumen de agua precipitada cuando se llega a presentar una lluvia, ocasionando con esto inundaciones en su interior, como lo refleja la Figura VI.4.3.1.(36) a continuación:

Figura VI.4.3.1.(36). Áreas de inundación en cuenca Zona E- PRONAF

Microcuenca “J” Tepeyac y Gregorio M. Solís

La zona de estudio forma parte de la Cuenca VII – Chamizal de acuerdo al Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, que a su vez se ubica en la Región Hidrológica 24 “Río Bravo”. El sitio de concentración se ubica en la intersección de las calles *Tepeyac y Gregorio M. Solís.* El polígono de estudio cubre una superficie de 0.224 km², ubicado al norte de la ciudad, es una zona consolidada, que proviene de los años 50’s, preponderantemente habitacional que involucra 2 colonias: Hidalgo y Margaritas, donde habitan alrededor de 7713 habitantes de acuerdo al censo de población 2005 del INEGI.

Las calles que limitan la zona J son: la calle Cholula hacia el norte, calle Coyoacán al sur, al este la calle Tomas Alba Edison y al oeste la calle Costa Rica. La topografía del lugar es llana, con pendientes menores al 0.3 %. Asimismo, cuenta con todos los servicios de infraestructura básica y el 100% de sus vialidades están pavimentadas con ancho promedio de 11.00 m.

La cuenca Zona "J" presenta la problemática de que carece de áreas verdes y espacios libres para infraestructura pluvial además de carecer de ella. Las características físicas de la cuenca Zona “J”, tal como área de drenado, longitud promedio del cauce, pendiente y tiempos de concentración y retraso, se enlistan en la Tabla A III.2.(24), incluida en el Anexo III.

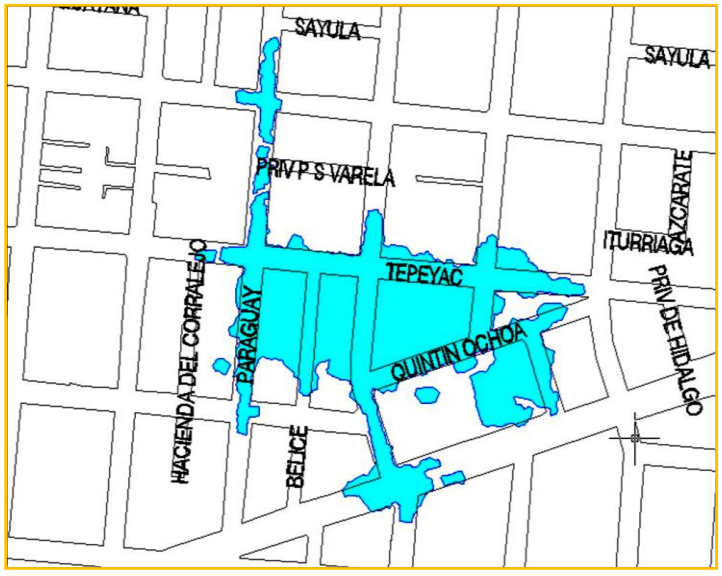
Los resultados obtenidos en el análisis hidrológico para la zona de estudio, se presentan en la tabla VI.4.3.1.(30). En esta se describen los valores calculados de volumen y descarga esperados de precipitación para diferentes periodos de retorno.

Tabla VI.4.3.1.(30). Resultados del modelo de flujo para la Zona J

Elemento	Área drenada (km²)	TR 2 años		TR 5 años		TR 25 años		TR 100 años	
		Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)	Descarga pico (m³/s)	Volumen (x1000m³)
Zona J	0.224	0.61	2.805	1.10	4.954	2.40	10.159	2.75	14.085
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010									

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de flujo para una tormenta de 24 horas y un período de retorno de 5 años, se estima la presencia de un volumen de 11,610 m³ y un caudal de 1.32 m³/s.Este volumen representado esquemáticamente presenta la siguiente área de afectación por anegamiento, misma que se muestra en la Figura VI.4.3.1.(37) a continuación:

Figura VI.4.3.1.(37). Área de inundación estimada para TR=5 en subcuenca Zona J



VI.4.3.1. Pozos de Absorción

Antecedentes

Durante la década de los noventas, se presentó una fuerte presión inmobiliaria, obligando a la autoridad municipal a que se abriera al desarrollo urbano la Zona Sur, a pesar de la carencia de infraestructura para regular los flujos pluviales. Esta decisión tuvo como requisito para los promotores de vivienda, que cada uno de ellos resolviera de manera individual el control de los escurrimientos pluviales mediante la exigencia de construir pozos de absorción estratégicamente ubicados y con la capacidad suficiente para evitar inundaciones en los fraccionamientos así construidos.

Esta estrategia se fundamentó así mismo, en favorecer la recarga al acuífero, mediante el aprovechamiento de las aguas pluviales favoreciendo la cada vez más escasa reserva de agua y la necesidad imperiosa de aliviar la sobreexplotación a que ha sido sometido el acuífero del Bolsón del Hueco, el cual se considera que no tiene una recarga natural superior al 3% anual.

Metodología

Se procedió a recopilar y seleccionar la información correspondiente a las estructuras de infiltración construidas en la ciudad, para ello fue necesario recurrir a la Dirección de Desarrollo Urbano del Municipio y al Instituto Municipal de Investigación y Planeación, a las distintas

empresas constructoras y promotoras de vivienda, a fin de obtener los planos de rasantes y los diseños constructivos.

Cartografía

La información correspondiente a la ubicación de los pozos y la correspondiente traza urbana en el área de influencia a las estructuras de infiltración (Ver Figura VI.4.3.2.(3), se insertaron en planos, indicando la dirección de flujo con relación a las pendientes de las calles, cuando se contó con esta información, se indicó así mismo la localización respecto a las áreas de equipamiento urbano y la zona o cuenca, de acuerdo con la nomenclatura hidrológica.

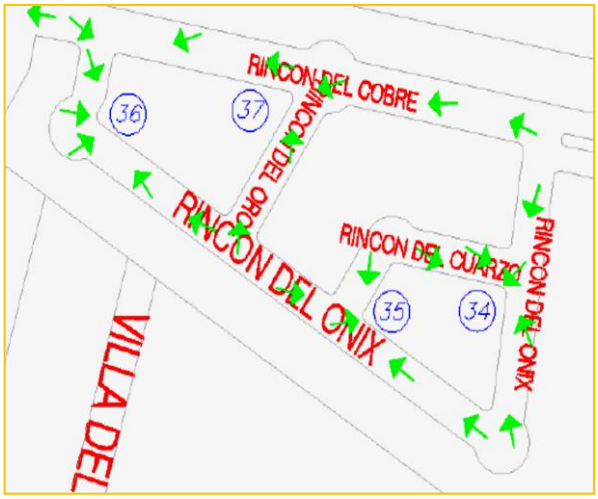


Figura VI.4.3.2.(3) Localización en traza urbana de pozos de absorción (Sistema SIG). Fuente (IMIP)

Para la captación de los escurrimientos laminares en la zona plana de la ciudad se han construido alrededor de 540 pozos de absorción localizados en 145 colonias, sin embargo la falta de planeación y programas de mantenimiento han provocado que muchos de ellos se encuentren fuera de servicio por azolvamiento, impidiendo con ello que cumplan la función para la cual fueron diseñados. Los pozos están ubicados en la parte oriente de la ciudad según se puede apreciar en la figura VI.4.3.2.(4):

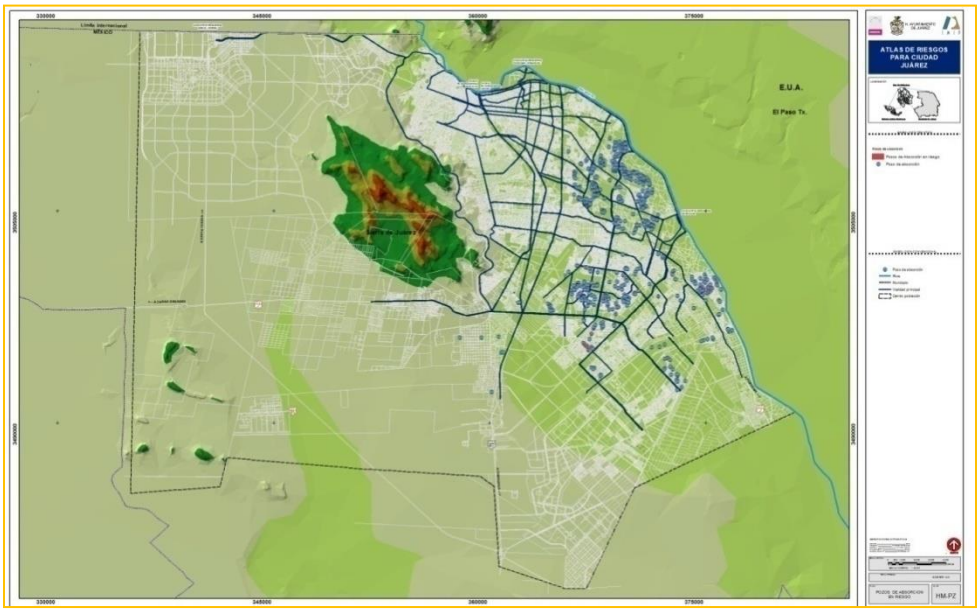


Figura VI.4.3.2.(4) Pozos de Absorción inventariados para Cd. Juárez, Chih. (Fuente IMIP)

Muchas de las estructuras construidas al interior de los fraccionamientos, se han visto rebasados en su capacidad de almacenamiento, debido principalmente a que no se elaboró el modelo de funcionamiento hidráulico, o bien no se construyeron de acuerdo con las especificaciones y cuidados para evitar la colmatación de los pozos durante el proceso de construcción y posteriormente en la operación del mismo. La falta de un esquema de mantenimiento para los vasos y el pozo de absorción, ha dado como consecuencia su colmatación, siendo así que la inadecuada operación de estas estructuras, impide que el agua pueda ser infiltrada y el agua almacenada perdure por semanas, generando en ocasiones problemas de salud pública por vectores de fauna nociva y olores desagradables. En la Foto VI.4.3.2.(1). Se puede observar una de las estructuras localizada en el fraccionamiento Villas del Sur, donde el peligro de estas estructuras se acentúa por la falta de medidas de protección y prevención de riesgo ante la presencia de una gran cantidad de niños, que viven en estos fraccionamientos.

Foto VI.4.3.2.(1) Vaso de captación pluvial y pozo de absorción en Fraccionamiento Villas del Sur (Fuente – IMIP-2008)



Las precipitaciones en los últimos años, han puesto a prueba muchas de las estructuras de captación e infiltración construidas en los fraccionamientos localizados en la zona sur de la ciudad, las cuales con tormentas ligeramente extraordinarias, han mostrado las deficiencias ya mencionadas, lo cual fue registrado y dado a conocer por los medios de comunicación escrita, tal como se describe en la Tabla VI.4.3.2.(1):

Tabla VI.4.3.2.(1) Inundaciones en colonias con pozos de absorción

Año	Fecha	Evento	Fuente
2006	6 Agosto	Los afectados en el Barreal, al suroriente de la ciudad, tramitaron créditos de Infonavit para pagar las casas que les vendieron en una zona advertidamente inundable. Tal es el caso de los habitantes del fraccionamiento Villas del Sur, al sur del libramiento Aeropuerto, donde, con la lluvia del martes, el agua anegó accesos, parques públicos y entró en varias casas cuyas familias fueron también evacuadas.	El Diario de Juárez, Sandra Rodriguez. Nieto
2006	14 Agosto	Dotar de la infraestructura hidráulica necesaria al sur de la ciudad para prevenir la inundación de fraccionamientos, requerirá de 55 millones de pesos, señaló el Director General de Desarrollo Urbano, Roberto Chaires. Esas obras impedirían que al menos una veintena de fraccionamientos, 10 de ellos ubicados en la zona lacustre del Barreal, se inundaran cada vez que llueve y problemas como el registrado en el fraccionamiento Villas del Sur y los Naranjos desaparecieran.	El Diario de Juárez. Por: Juan de Dios Olivas
2006	5 de Septiembre	Autoridades municipales acordaron evacuar a dos mil familias que habitan en seis fraccionamientos, ubicados al suroriente de la ciudad en el área conocida como El Barreal, de continuar las lluvias en las próximas horas porque esos predios no son aptos para el desarrollo urbano.	El Diario de Juárez. Por: Martín Ortiz
2008	14 Julio	Cientos de viviendas de diversas etapas de los fraccionamientos Villas del Sur y Palmas del Sol "al sur oriente de la ciudad" sufrieron graves inundaciones ayer tras el rompimiento de un dique ubicado a unos metros de los conjuntos habitacionales.	El Diario de Juárez. Por: Pedro S. Briones

Durante las lluvias de los últimos años un número importante de los pozos de absorción localizados en fraccionamientos que se encuentran dentro de la cuenca del Barreal se colmataron, ocasionando inundaciones en las áreas circunvecinas, afectando otros fraccionamientos ubicados principalmente en esta cuenca, lo que originó daños a la infraestructura urbana y viviendas ubicadas en la zona de influencia de los vasos de captación, tal como se observa en la Foto VI.4.3.2.(2):



Foto VI.4.3.2.(2) Vaso de captación y pozo de absorción en Fraccionamiento Valle de Allende (Fuente IMIP-2008)

La ubicación de los vasos y pozos de absorción se han localizado en algunos casos en sectores donde concurren arroyos, convirtiendo estos espacios en áreas verdes, lo que continúa siendo una práctica común, en la Foto VI.4.3.2.(3) se puede observar otro de estos

pozos construido en el fraccionamiento La Montaña, el cual cuenta con una profundidad de 1.4m, sin embargo no existen señalamientos de advertencia.



Foto VI.4.3.2.(3). Pozo de absorción en Fraccionamiento Las Montañas (Fuente IMIP 2008)

VI.4.3.2. Estructuras de regulación pluvial

La ciudad cuenta con 73 estructuras de regulación actualmente, que suman una capacidad de almacenamiento de 2'695,283 m³, la cual resulta inferior a los volúmenes requeridos para garantizar seguridad a la población que se encuentra asentada en la mancha urbana. A la fecha se continúan presentando inundaciones en algunas colonias en las que se requieren obras adicionales de captación y drenaje pluvial, pero la magnitud de estas inundaciones es muy inferior a lo que ocurriría si no existieran. Por otra parte los factores potenciales que pueden agravar los problemas de inundación son el posible desbordamiento o colapso de las obras de contención debido a falta de capacidad y/o falla estructural, entre las principales causas.

Estas estructuras de control, fueron evaluadas para determinar el nivel de riesgo que su presencia representa para la población aledaña, considerando 6 parámetros como son topografía, derecho de vía, urbanización, condiciones de operación, tipo de estructura y asociación de antecedentes de eventos (fallas). Cada uno de los parámetros fue asociado a un valor entre 1 y 3, de acuerdo con las características propias de cada estructura, siendo el valor igual a 1 el que simboliza un mayor riesgo para la población y el valor de 3 el menor. Esta ponderación se muestra en la tabla VI.4.3.3.(1) a continuación:

Tabla VI.4.3.3.(1) Criterios de Evaluación de Riesgo para Estructuras de Regulación

Parámetro	Descripción del Parámetro	1	2	3
Topografía	Pendiente del cauce a la salida	Accidentado	Semiplano	Plano
Derecho de vía	Grado de obstrucción en el sitio de descarga	Alto	Medio	Bajo

Urbanización	Densidad de vivienda contigua	Alta	Media	Baja
Condiciones de Operación	Funcionamiento hidráulico*	Malo	Regular	Bueno
Estructura	Diseño, construcción y condición conservación	Deficiente	Intermedio	Apropiada
Antecedentes eventos	Eventos de afectación registrados	Más de 1	Uno	Ninguno
*Este parámetro está ligado al funcionamiento hidráulico descrito.				
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010				

Para estructuras cuya condición de operación es “Opera” para los tres periodos de retorno (ver tabla VI.4.3.3.(2)), el valor es 3. Para aquellas cuya condición es “Vierte” en por lo menos un periodo de retorno, el valor adoptado es 2. El valor 1 se le asigna a todas aquellas que tengan la condición “Desborda” en al menos un periodo de retorno. La definición de los conceptos opera, vierte y desborda se presenta a continuación:

- **Opera:** la estructura, en caso de ser dique o alcantarilla, descarga haciendo uso únicamente del desfogue de fondo (tubería o ducto). En el caso de los bordos, este criterio se aplica cuando su capacidad no se ve rebasada. El nivel de riesgo es mínimo o nulo
- **Vierte:** Este criterio es utilizado cuando la estructura cuenta con un vertedor de demasías y éste entra en operación, al verse rebasada la capacidad de descarga del desfogue de fondo. Esta condición representa un riesgo mayor que la anterior debido a que muchos de los arroyos han sido invadidos por viviendas que no dejan libre el espacio suficiente para conducir los gastos descargados por el vertedor. El nivel de riesgo es medio.
- **Desborda:** Se aplica cuando, en el caso de estructuras que cuentan con vertedor, éste, además del desfogue de fondo, no son suficientes para descargar los flujos, por lo que estos desbordan por la cortina de la obra. En el caso de los bordos, esta condición al rebasar la capacidad de almacenamiento de la estructura es la más crítica en lo que a riesgos se refiere, ya que puede conducir a un colapso de la totalidad de la estructura.

A continuación se presenta el resumen obtenido de la evaluación realizada a las estructuras de control y regulación que se encuentran actualmente en operación en la Tabla VI.4.3.3.(2):

Tabla VI.4.3.3.(2) Evaluación de estructuras de control y regulación

ID	NOMBRE	CONDICIONES DE OPERACIÓN			TOPOGRAFÍA	DERECHO DE VÍA	URBANIZACIÓN	CONDICIONES DE OPERACIÓN	ESTRUCTURA	ANTECEDENTES DE EVENTOS	SUMATORIA	RIESGO
		TR 5	TR 25	TR 100								

1	Presa B. Juárez	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
2	Tabaco	Opera	Opera	Opera	3	3	2	3	2	3	16	Bajo
3	Gardenias	Opera	Opera	Opera	2	2	3	3	3	3	16	Bajo
4	Pico de Águila	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
5	Puerto La Paz	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
6	Bordo El Filtro	Opera	Opera	Desborda	3	2	2	1	1	3	12	Medio
7	Emilio campa	Opera	Opera	Opera	3	3	2	3	2	3	16	Bajo
8	La Subestación	Opera	Desborda	Desborda	2	3	3	1	2	3	14	Medio
9	Almoloya	Opera	Opera	Opera	3	2	2	3	3	3	16	Bajo
10	Hospital	Opera	Opera	Opera	2	2	2	3	3	3	15	Bajo
11	Juan Balderas	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
12	Jesús García	Opera	Opera	Opera	3	2	2	3	3	3	16	Bajo
13	Jazou	Opera	Opera	Opera	3	3	1	3	3	3	16	Bajo
14	Fronteriza	Vierte	Vierte	Vierte	3	3	3	2	2	1	14	Medio
15	Las Caballerizas	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
16	Nueva Zelanda	Desborda	Desborda	Desborda	2	3	3	1	2	3	14	Medio
17	Isla Marquesa	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	3	3	14	Medio
18	Guadalajara Izquierda	Opera	Opera	Opera	3	3	2	3	3	3	17	Bajo
19	Santo Domingo	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
20	Isla Hawai	Opera	Vierte	Desborda	3	3	1	1	3	3	14	Medio
21	Zacatenco	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
22	Isla Madera	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	3	1	2	3	15	Bajo
23	Tarahumara	Opera	Opera	Opera	2	3	3	3	3	3	17	Bajo
24	Pimentel	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
25	Tlalpan	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
26	Covarrubias	Opera	Opera	Desborda	3	2	2	2	2	3	14	Medio
27	Ecatepec	Opera	Opera	Opera	3	2	2	3	2	3	15	Bajo
28	La Biblia	Opera	Opera	Opera	1	3	3	3	2	3	15	Bajo
29	Pantitlán	Opera	Vierte	Vierte	2	2	2	2	3	3	14	Medio
30	Juan M. Ortiz	Opera	Vierte	Vierte	3	3	2	2	2	3	15	Bajo
31	Rafael Velarde	Opera	Opera	Opera	2	2	2	3	3	3	15	Bajo
32	Miguel Ahumada	Desborda	Desborda	Desborda	2	1	1	1	1	3	9	Alto
33	Copaltepec	Opera	Opera	Opera	3	1	2	3	3	3	15	Bajo
34	Teloloapan	Opera	Opera	Opera	3	2	1	3	3	3	15	Bajo
35	Carlos Amaya	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
36	Usumacintas	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	2	3	17	Bajo
37	Mayas	Opera	Opera	Opera	3	2	1	3	3	3	15	Bajo
38	La Curva	Opera	Opera	Opera	3	2	1	3	3	3	15	Bajo
39	Palo Chino	Opera	Opera	Opera	2	1	1	3	3	3	13	Medio
40	Arboledas 2	Opera	Opera	Opera	3	2	2	3	3	3	16	Bajo
41	Arboledas 3	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
42	El Hoyo	Opera	Opera	Opera	3	1	2	3	3	3	15	Bajo
43	Fernando Borreguero	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
44	Eje Juan Gabriel	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
45	Asfalto	Opera	Desborda	Desborda	1	3	3	1	1	1	10	Alto
46	P. S. de Juárez	Desborda	Desborda	Desborda	1	3	3	1	1	1	10	Alto
47	Trituradora	Opera	Opera	Opera	2	3	3	3	3	1	15	Bajo
48	Ayutla	Opera	Opera	Opera	2	2	2	3	3	3	15	Bajo

49	División del Norte	Opera	Opera	Opera	2	3	2	3	3	3	16	Bajo
50	Revolución	Opera	Opera	Vierte	2	3	1	2	2	3	13	Medio
51	Zaragoza	Opera	Opera	Opera	3	3	3	3	3	3	18	Bajo
52	Soriana/La Presa	Opera	Vierte	Vierte	3	2	2	2	2	2	13	Medio
53	Cementera	Opera	Vierte	Vierte	3	3	3	2	3	2	16	Bajo
54	Central Camionera	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	3	12	Medio
55	Antiguo Basurero	Opera	Opera	Opera	2	2	2	3	3	3	15	Bajo
56	Campo Militar	Opera	Vierte	Vierte	2	3	3	2	1	3	14	Medio
57	Ampliación Palo Chino	Opera	Desborda	Desborda	2	2	2	1	1	3	11	Medio
58	Palo de las Flores	Opera	Opera	Desborda	2	2	2	1	1	3	11	Medio
59	Mirabel	Opera	Desborda	Desborda	3	2	1	1	3	3	13	Medio
60	Roma	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	2	3	13	Medio
61	Aztecas	Opera	Opera	Opera	2	3	3	3	2	3	16	Bajo
62	Tepanecas	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	3	1	2	3	15	Bajo
63	Parque Central	Opera	Desborda	Desborda	3	3	2	1	2	3	14	Medio
64	Gardenos	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	3	1	2	3	15	Bajo
65	Fluorex	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	1	10	Alto
66	El Charley	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	1	10	Alto
67	El Charley II	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	1	10	Alto
68	Santa Elena 2	Vierte	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	1	10	Alto
69	km 29	Desborda	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	1	10	Alto
70	Eje Vial J. Gabriel	Opera	Opera	Opera	3	3	1	3	1	2	13	Medio
71	Sta. Elena 1	Vierte	Desborda	Desborda	3	3	1	1	1	2	10	Alto
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010												

Una vez evaluados todos los criterios para cada estructura, la suma de estos se clasifica de acuerdo a la Tabla VI.4.3.3.(3).

Tabla VI.4.3.3.(3) Clasificación de Nivel de Riesgo	
Valor	Nivel Riesgo
6 a 10	Alto
11 a 14	Medio
15 a 18	Bajo
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010	

A continuación se presenta una descripción de cada una de las cuencas y las estructuras de regulación que existen así como sus condiciones de operación:

Estructuras de regulación en Cuenca Zona I – Anapra

La cuenca Zona I Anapra, se ubica en la parte extrema norte de la Sierra de Juárez y se caracteriza por que sus arroyos descargan directamente al Río Bravo, en el tamo que se localiza la Presa Americana y la Presa Internacional. Se identifican 13 arroyos los cuales son: A. Ladrillera, A. El Tapo, El Mimbre, De las Víboras, J. Balderas, Francisco Villa, Matamoros,

Constitucional, Aldama, Zacatecas, Colorado, Tiradores y Cuervo, entre los que sobresalen **El Tapo, El Mimbre, Las Víboras, Tiradores y Colorado** por el volumen que conducen.

Para el control del flujo pluvial se cuenta con un total de 27 estructuras de regulación (Ver Tabla VI.4.3.3.(4)) y control, clasificadas de la siguiente forma: 1 presa, 1 bordo, 14 diques, 11 alcantarillas, que en total tienen una capacidad de almacenamiento de 1,199,484 m^3, de la cual el 50.68% es controlado por la Presa Benito Juárez (1), siguiéndole en capacidad el Bordo El Filtro con un 19.85 %, considerando este último como de riesgo medio.

De las estructuras hidráulicas existentes en la Cuenca Anapra, el dique Nueva Zelanda y las alcantarillas Isla Marquesa e Isla Madera se ven superadas en capacidad de regulación para lluvias con períodos de retorno arriba de 5 años. La Alcantarilla Isla Hawai comienza a verter a partir de Tr de 25 años en tanto que el Bordo El Filtro, el Bordo La Subestación, y la Alcantarilla Covarrubias, operan adecuadamente para lluvias con Tr de 5 y 25 años pero no así para recibir una lluvia con períodos de retorno mayores a 100 años.

Tabla VI.4.3.3.(4) Estructuras de Control Zona I Anapra						
ID	**NOMBRE**	**UBICACIÓN**	**ARROYO**	**SUPERFICIE (m^2)**	**CAPACIDAD ACTUAL (m^3)**	**TIPO DE OBRA**
1	Presa B. Juárez	Jaiba	El Tapo	271,753	607,930	Presa
2	Tabaco	Navojoa y Tonalá	El Mimbre	7,379	13,840	Alcantarilla
3	Gardenias	Gardenias y Datilera	Fco. Villa	3,321	6,880	Dique
4	Pico de Águila	Col. Siglo XXI	Las Víboras	27,205	53,940	Dique
5	Puerto La Paz	Col. Puerto la Paz	Las Víboras	24,920	83,261	Dique
6	Bordo El Filtro	Camino Real	Las Víboras	47,929	238,210	Dique
7	Emilio campa	Emilio Campa	Jarero	1,126	1,302	Alcantarilla
8	La Subestación	E. Campa y Isla H. Kong	Jarero	728	851	Bordo
9	Almoloya	Almoloya y Zoltepec	Tiradores	818	414	Alcantarilla
10	Hospital	Hospital y Castaño	Jarero	4,838	9,760	Dique
11	Juan Balderas	Emiliano Zapata e Isla Navarino	Colorado	8,727	14,950	Dique
12	Jesús García	Pablo L. Sidar y Fco. R. Almada	Colorado	3,608	3,450	Dique
13	Jazoú	Isla Jazoú y Div. del Norte	Jarero	9,889	33,467	Alcantarilla
14	Fronteriza	Isla Salomón	Las Víboras	99,644	0	Alcantarilla
15	Las Caballerizas	Isla Salomón y Pvda. de Puerto Rico	Colorado	10,178	14,530	Dique
16	Nueva Zelanda	Isla Jamaica y Nva. Zelanda	Colorado	2,339	4,020	Dique
17	Isla Marquesa	Isla Marquesa	Colorado	590	147	Alcantarilla
18	Guadalajara Izquierda	Isla Elba e Isla Curazao	Colorado	2,768	45,710	Dique
19	Santo Domingo	Santo Domingo y Circuito Caledonia	Colorado	20,970	55,610	Dique
20	Isla Hawai	Hawai y Hong Kong	Colorado	2,217	2,020	Dique
21	Zacatenco	Isla San Esteban y Zacatenco	Colorado	619	500	Alcantarilla
22	Isla Madera	Isla Madera	Colorado	471	82	Alcantarilla
23	Tarahumara	Almoloya	Colorado	2,118	3,150	Dique
24	Pimentel	Pimentel y Atenango	Tiradores	1,219	1,257	Alcantarilla
25	Tlálpan	Tlálpan y Atenango	Tiradores	1,339	913	Alcantarilla
26	Covarrubias	Covarrubias Mixcoac	Tiradores	3,658	3,290	Alcantarilla
27	Ecatepec	Ecatepec y Zihuatanejo	Tiradores	1,529	2,306	Dique
Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010						

Estructuras de Control Zona II Centro

Se ha detectado que las alcantarillas que desbordan en la vertiente del Arroyo Colorado presentan riesgos menores, debido a su escasa capacidad de almacenamiento. Por otro lado, la alcantarilla Miguel Ahumada, emplazada sobre el cauce del Arroyo Panteón, ha sido obstruida con material de relleno por habitantes del sector, lo que ha convertido la estructura en un bordo de retención sin desfogue. Del 2008 a la fecha, la capacidad de la estructura ha venido disminuyéndose a medida de que el vaso ha sido rellenado.

El bordo Parque Sierra de Juárez localizado en la cuenca alta del Arroyo del Indio, al no tener la capacidad suficiente, se ve rebasado por cualquier lluvia extraordinaria (TR=5 años). Esta estructura fue reconstruida en 2006, ya que un evento meteorológico extraordinario ocurrido el 6 de julio de ese año, sobrepasó la capacidad de almacenamiento del bordo,

desbordando por encima de la corona, para posteriormente arrastrar el material que conformaba la cortina y genera una avenida incontrolada, que dejo a más de 250 casas dañadas En 2009 fue elaborado el “Proyecto Ejecutivo del Dique Parque Sierra de Juárez”, el cual contempla la construcción de un dique con desfogue de fondo y vertedor de demasías en el emplazamiento actual de la estructura.

Tabla VI.4.3.3.(5). Estructuras de Control Cuenca Zona II Centro

ID	NOMBRE	UBICACIÓN	ARROYO	SUPERFICIE (m^2)	CAPACIDAD ACTUAL (m^3)	TIPO DE OBRA
28	La Biblia	Camino Real	Panteón	3,419	6,550	Dique
29	Pantitlán	Pantitlán	Panteón	117	5,790	Dique
30	Juan M. Ortiz	Juan M. Ortiz y Lampazos	Panteón	4,738	8,310	Dique
31	R. Velarde	Rafael Velarde y Zacatula	Panteón	9,459	23,550	Dique
32	Miguel Ahumada	Miguel Ahumada y Petatlán	Panteón	219	630	Alcantarilla
33	Copaltepec	Copaltepec y Atenango	Panteón	2,120	12,340	Dique
34	Teloloapan	Teloloapan e Ixcateopan	Tepeyac	1,198	3,900	Dique
35	Carlos Amaya	C. Amaya y Mayapán	Tepeyac	3,126	8,730	Dique
36	Usumacintas	Usumacintas y Mexicas	Tepeyac	2,868	29,900	Dique
37	Mayas	Mayas y Tarahumaras	Tepeyac	2,830	34,200	Dique
38	La Curva	Alabastro y de los Aztecas	San Antonio	7,944	56,170	Dique
39	Palo Chino	Basalto y Paquimé	San Antonio	14,668	25,393	Dique
40	Arboledas 2	Tezontle y Calcopirita	San Antonio	1,830	6,730	Alcantarilla
41	Arboledas 3	Tezontle y Calcopirita	San Antonio	812	696	Alcantarilla
42	El Hoyo	Perim. C. Amaya y Zinacantecos	M. Ornelas	22,548	99,857	Dique
43	Fernando Borreguero	F. Borreguero	El Indio	730	153	Alcantarilla
44	Eje Juan Gabriel	E. J. Gabriel y Aztlán sin Fronteras	El Indio	1,090	184	Alcantarilla
45	Asfalto	Feldespato	El Indio	4,323	3,950	Alcantarilla
46	P. S. de Juárez	Trituradora el Águila	El Indio	11,093	29,552	Bordo
47	Trituradora	Caliche y Asfalto	El Indio	36,358	132,970	Dique
48	Ayutla	Ayutla	Panteón	3,613	2,420	Alcantarilla
49	División del Norte	D. del Norte	M. Escobedo	0	6,730	Alcantarilla
57	Amp. Palo Chino	Vistas del Manantial de las flores	San Antonio	1,464	10,990	Bordo
58	Palo de las Flores	Del Rayo y Palo de las Flores	San Antonio	6,416	12,260	Bordo
61	Aztecas	Galenita y de los Aztecas	El Indio	9,612	6,974	Dique
62	Tepanecas	Tepanecas y Xochimilcas	M. Ornelas	798	550	Alcantarilla
72	El Indio*	E. J. Gabriel y Aztlán sin Fronteras	El Indio	1,090	184	Alcantarilla
73	Aztlán*	E. J. Gabriel y Aztlán sin Fronteras	El Indio	1,090	184	Alcantarilla

- Estructuras en construcción

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

Estructuras de Control Zona III Jarudo

La cuenca de Zona III Jarudo, presenta problemas en los cauces de los arroyos tributarios, debido a que el volumen de sus escurrimientos excede la capacidad de almacenamiento de las estructuras de regulación existentes, a excepción de la alcantarilla Zaragoza y el Dique Antiguo Basurero, que operan en condiciones normales para los diferentes períodos de retorno. En la Tabla VI.4.3.3.(6) se dan las características de las estructuras de regulación actuales:.

Tabla VI.4.3.3.(6). Estructuras de Control y Regulación

ID	NOMBRE	UBICACIÓN	ARROYO	SUPERFICIE (m^2)	CAPACIDAD ACTUAL (m^3)	TIPO DE OBRA
50	Revolución	Torcaza y Gral. Luis Herrera	Revolución	23,289	176,800	Dique
51	Zaragoza	Eje Vial J. G. y Oasis Rev.	Jarudo	0	0	Alcantarilla
52	D. Soriana	Juan Gabriel y Oasis Revolución	Jarudo	49,834	192,440	Dique
53	Cementera	Indios Chinarras	Cementera	15,668	17,320	Dique
54	C. Camionera	Del Acero	Jarudo	6,731	4,620	Dique
55	A. Basurero	Priv. Torcaza y Piedra Pómez	Revolución	10326	26,720	Dique
56	Campo Militar	Camino Real	E. Militar	9,737	20,930	Dique

Fuente: Elaboración propia IMIP

Estructuras de Control Zona IV Aeropuerto

Las estructuras de regulación que operan actualmente en el control de los escurrimientos de la cuenca Zona Aeropuerto son 4, de las cuales 3 se encuentran en el cauce del arroyo Tapioca y una en el Arroyo Lomas del Rey. Todas las obras de regulación presentan condiciones de desbordamiento, especialmente en el caso del Vaso de Regulación Roma y Gardenos donde su capacidad de almacenamiento se ve superada aún para períodos de retorno de 5 años. La Tabla VI.4.3.3.(7). describe las condiciones de operación actuales:

Tabla VI.4.3.3.(7) Estructuras de Control y Regulación

ID	NOMBRE	UBICACIÓN	ARROYO	SUPERFICIE (m^2)	CAPACIDAD ACTUAL (m^3)	TIPO DE OBRA
59	Mirabel	Mirabel	Tapioca	1,079	405	Alcantarilla
60	Roma	Roma y Pradera de los Oasis	Tapioca	46,278	26,720	Bordo
63	Parque Central	Tecnológico y Pedro Meneses	Lomas del Rey	29898	176,800	Alcantarilla
64	Gardenos	Vía Natura	Tapioca	23807	134,050	Bordo

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

Estructuras de control Zona VIII El Barreal

De las estructuras que se desbordan al presentarse una lluvia con periodo de retorno de 5 años, las que presentan una condición más crítica son aquellas pertenecientes a la vertiente de la cuenca "El Barreal", ya que se trata de una cuenca endorreica con una superficie superior a los 160 km², en cuya parte baja se hallan fraccionamientos, principalmente viviendas de interés social. La poca capacidad de las estructuras de regulación emplazadas sobre esta vertiente, ha provocado daños y pérdidas en el patrimonio de las familias asentadas en la zona baja. En el mes de julio de 2008, la presencia de una precipitación extraordinaria ocasionó que la mayoría de estas estructuras fallarán, siendo el bordo "El Charly" la única de ellas que no presentó daños. Todas las demás estructuras tuvieron rupturas en algún punto de la cortina, lo que ocasionó que todos los escurrimientos desembocarán en el bordo de protección a los fraccionamientos en la parte baja de la cuenca, construido en 2006 con la intención de mitigar daños por inundación. Aun así los fraccionamientos se vieron afectados, manifestándose en algunos puntos tirantes de hasta 1.0 m, como fue el caso del fraccionamiento Praderas del Sol.

En la Tabla VI.4.3.3.(8) se describen las obras de regulación que operan actualmente y sus características principales.

Tabla VI.4.3.3.(8). Estructuras de Control Cuenca El Barreal

ID	NOMBRE	UBICACIÓN	ARROYO	SUPERFICIE (m²)	CAPACIDAD ACTUAL (m³)	TIPO DE OBRA
65	Fluorex	Durazno y Acámbaro	El Barreal	4,298	7,471	Bordo
66	El Charly	Panamericana	El Barreal	2,832	3,214	Bordo
67	Charly II	Panamericana	El Barreal	6,845	6,046	Bordo
68	Santa Elena 2	Mimosas y Naranjos	El Barreal	45,983	37,273	Bordo
69	Km 28	Km 28	El Barreal	12,572	13,600	Bordo
71	Sta. Elena 1	Almendro y Naranjos	El Barreal	44,872	104,340	Bordo

Fuente: Elaboración propia IMIP, 2010

VI.4.4. Sistemas tropicales. Huracanes

Este fenómeno perturbador no se presenta en la localidad.

VI.4.5. Sistemas tropicales. Ondas tropicales

Este fenómeno perturbador no se presenta en la localidad.

VI.4.6. Tormentas eléctricas

En la localidad, la ocurrencia de las tormentas eléctricas está ligada a las precipitaciones pluviales, presentándose la mayor cantidad de estos fenómenos en la temporada de lluvia, principalmente durante los meses de julio y agosto. Los peligros a los que se enfrenta la población ante este tipo de fenómeno, son principalmente daños causados al equipamiento urbano, tal como infraestructura de energía eléctrica (postes, cableado, transformadores), lo

que redunda en suspensión del servicio por periodos que van de unos cuantos minutos a varias horas.

Metodología Utilizada

Para la evaluación de peligro y/o riesgo por tormentas eléctricas, se obtuvo información de la única estación climatológica con registros para este parámetro e históricos en el área, siendo esta la estación climatológica, El Paso International Airport, ubicada en la vecina ciudad de El Paso, Texas, EUA., cuyas coordenadas corresponden a 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W. El análisis responde a un Nivel 1, de acuerdo con la metodología establecida por la SEDESOL para la estandarización de la identificación, descripción y evaluación de peligros, riesgos y vulnerabilidad. Los datos de la ocurrencia de tormentas eléctricas, abarca el periodo a partir del año 1942 y el mes de octubre del 2010. Existen dentro de este registro dos intervalos para los cuales no hay información, siendo el mes de Julio de 1945 a Agosto de 1946 y del mes de Abril a Diciembre de 1947.

La Tabla VI.4.6.(1), muestra los datos recabados para días con tormenta eléctrica por año:

Tabla VI.4.6.(1). Días con Tormenta Eléctrica por Año

Estación Climatológica El Paso, Texas, International Airport (KELP)
Coordenadas: 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W Altitud 1195 msnm

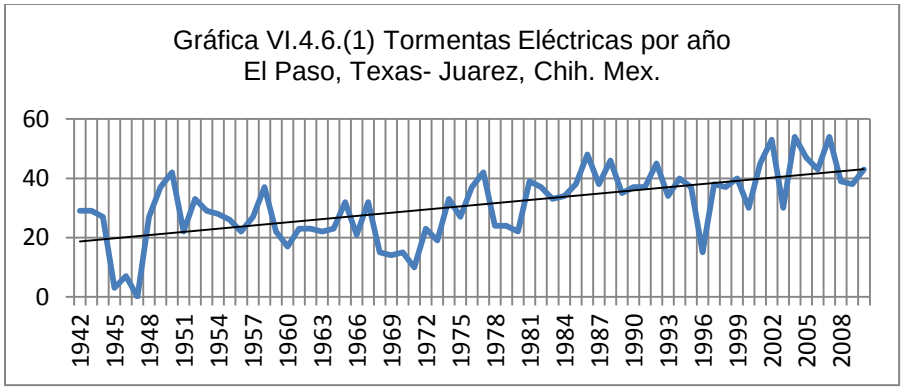
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual
1942	0	1	0	3	0	1	6	9	4	4	0	1	29
1943	0	0	0	0	3	7	9	7	1	0	2	0	29
1944	0	0	0	0	2	7	10	3	1	3	1	0	27
1945	0	0	2	0	0	1	nr	nr	nr	nr	nr	nr	3
1946	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	6	1	0	0	7
1947	0	0	0	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	0
1948	nr	0	0	1	0	3	12	7	1	3	0	0	27
1949	0	0	0	2	5	4	12	7	6	0	0	1	37
1950	0	0	0	0	3	6	17	9	7	0	0	0	42
1951	0	1	1	2	1	0	8	7	1	1	0	0	22
1952	0	1	0	0	1	4	12	13	0	0	2	0	33
1953	0	0	0	0	2	4	11	10	0	1	0	1	29
1954	0	0	0	4	3	1	7	11	1	1	0	0	28
1955	0	0	0	0	3	1	9	10	3	0	0	0	26
1956	0	0	0	0	1	4	7	9	1	0	0	0	22
1957	0	1	2	0	1	1	6	12	1	3	0	0	27
1958	0	0	0	2	8	6	6	8	5	2	0	0	37
1959	0	0	0	1	2	5	5	9	0	0	0	0	22
1960	0	0	0	0	0	5	5	4	1	1	0	1	17
1961	0	0	0	0	0	5	6	7	4	1	0	0	23
1962	0	0	0	0	0	1	13	2	4	1	1	1	23

1963	0	0	0	0	1	1	7	9	3	0	1	0	22
1964	0	0	1	0	1	1	3	9	6	2	0	0	23
1965	0	0	0	1	3	4	8	8	5	1	1	1	32
1966	1	0	1	1	0	3	5	8	2	0	0	0	21
1967	0	0	2	0	3	6	8	8	4	1	0	0	32
1968	0	0	0	0	0	3	8	4	0	0	0	0	15
1969	0	0	0	0	2	2	5	3	1	1	0	0	14
1970	0	1	0	0	1	3	4	3	2	1	0	0	15
1971	0	0	0	1	0	0	6	3	0	0	0	0	10
1972	0	0	0	0	0	4	2	6	7	4	0	0	23
1973	0	1	1	0	2	3	5	4	2	1	0	0	19
1974	0	0	0	1	1	3	10	6	5	7	0	0	33
1975	0	0	0	0	3	0	9	12	2	0	0	1	27
1976	1	0	0	0	4	6	13	6	6	1	0	0	37
1977	0	1	0	3	1	4	15	16	2	0	0	0	42
1978	1	0	0	0	3	3	4	7	4	1	1	0	24
1979	0	0	0	1	5	2	7	9	0	0	0	0	24
1980	1	0	0	1	5	2	5	4	3	1	0	0	22
1981	0	2	2	1	3	5	12	9	1	4	0	0	39
1982	0	2	0	1	3	2	11	9	8	0	0	1	37
1983	0	2	0	1	3	4	9	6	4	3	1	0	33
1984	0	0	0	0	2	8	5	14	1	3	1	0	34
1985	0	0	0	4	2	4	7	9	9	3	0	0	38
1986	0	1	3	0	4	12	11	9	5	1	2	0	48
1987	0	1	0	2	3	8	5	12	4	2	1	0	38
1988	1	0	0	1	3	4	14	16	5	2	0	0	46
1989	0	0	1	0	4	0	10	12	7	1	0	0	35
1990	1	1	0	3	2	1	15	7	6	0	1	0	37
1991	0	0	0	1	1	2	17	7	6	1	0	2	37
1992	0	0	2	2	16	3	10	9	3	0	0	0	45
1993	0	1	1	1	0	3	8	16	3	1	0	0	34
1994	0	0	1	3	8	5	7	7	6	2	0	1	40
1995	1	1	0	3	2	1	15	7	6	0	1	0	37
1996	0	0	0	0	0	2	8	2	3	0	0	0	15
1997	0	0	0	3	7	4	11	7	4	2	0	0	38
1998	0	0	1	1	1	1	16	8	3	3	0	3	37
1999	0	0	2	2	3	5	14	9	5	0	0	0	40
2000	0	0	0	nr	1	5	15	4	1	3	1	0	30
2001	0	0	0	0	4	11	15	9	5	0	0	1	45
2002	0	0	0	0	1	6	17	13	5	10	0	1	53
2003	0	2	1	1	1	6	9	8	1	1	0	0	30

2004	0	0	3	4	3	10	9	12	7	3	3	0	54
2005	0	4	3	2	6	0	7	14	6	5	0	0	47
2006	0	2	0	0	3	4	9	17	4	3	1	0	43
2007	1	0	0	1	8	9	17	11	6	1	0	0	54
2008	0	0	0	0	0	3	15	14	4	3	0	0	39
2009	0	0	1	0	4	6	8	9	9	1	0	0	38
Oct.2010	0	0	1	2	1	5	12	13	7	2	0	nr	43
Total/mes	**8**	**26**	**32**	**63**	**169**	**255**	**623**	**568**	**245**	**103**	**21**	**16**	

Fuente: Estación Meteorológica El Paso Tx. International Airport 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W
nr= no hay registros en la estación meteorológica para estas fechas.

La Gráfica VI.4.6.(1) muestra la relación de tormentas eléctricas ocurridas anualmente en el periodo analizado.



Fuente: Estación meteorológica El Paso Tx. International Airport. 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W

Dado que los datos fueron obtenidos de una fuente única, no se presentan mapas de frecuencia o de isoyetas.

Para la obtención de los periodos de retorno se analizaron los datos por tres métodos estadísticos: Normal, Log-normal y Gumbel. Las distribuciones se muestran en la siguiente Tabla VI.4.6.(2):

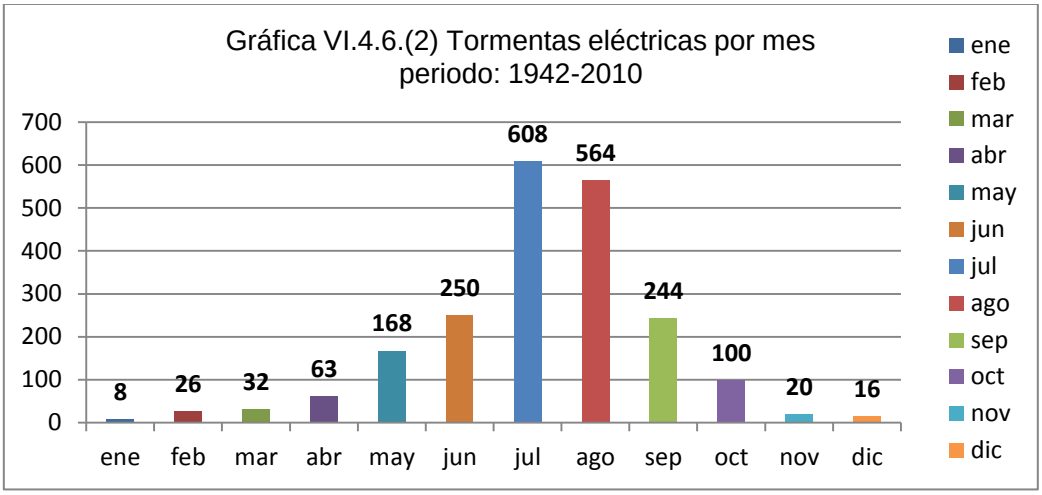
Tabla VI.4.6.(2). Análisis Estadístico				
TR en años	Método de distribución			Valor adoptado (Eventos/año)
	Log-normal	normal	Gumbel	
2	32	32	30	32
5	41	41	40	41
10	45	45	46	45

20	49	49	52	49
50	53	54	59	53
100	57	56	65	57

Los valores adoptados fueron aquellos arrojados por el método cuyo error cuadrático fue menor, en este caso, el método Log-normal fue el que presentó un error menor (1.4).

Como resultado del análisis, se obtuvo el siguiente diagnóstico para la ciudad:

- Se presenta una tendencia uniforme de incremento en el número de eventos por tormentas eléctricas, habiendo pasado de una media en 1946 de 20 eventos a 43 por año en el 2010.
- La presencia de Tormentas Eléctricas se manifiesta con mayor frecuencia durante el mes de Julio, seguido por el mes de Agosto, tal como se observa en la gráfica VI.4.6.(2).
- Este incremento se ha visto que incide de manera directa sobre la infraestructura, principalmente eléctrica o bien de sistemas de comunicación, como lo son las antenas.



Fuente: IMIP-2010

VI.4.7. Sequías

La sequía es una de las anomalías ambientales más difíciles de evaluar por su gran complejidad, pues a la vez que depende de las escasas o ausentes precipitaciones, también se relaciona con la capacidad de almacenamiento del suelo y la ocurrencia del fenómeno en relación con el ciclo vegetativo anual. En sentido más estricto, el riesgo natural es la probabilidad de que un espacio geográfico sea afectado por las consecuencias de distinta

vulnerabilidad de un proceso natural, que afectarán los asentamientos y las actividades humanas[13].

La sequía es un fenómeno poco definido e investigado y también escasamente percibido por la población urbana, no así por la rural que teme por sus consecuencias más que las inundaciones. Según el Servicio Meteorológico Nacional (1988) la sequía "en términos generales puede ser considerada como la insuficiente disponibilidad de agua en una región, por un período prolongado para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales. Estas necesidades dependen de la distribución de las poblaciones de plantas, animales y seres humanos, de su modo de vida y del uso de la tierra". Es un fenómeno temporal que se presenta en cualquier región, aunque se localiza en general en áreas de lluvias con régimen variable. La irregular distribución geográfica y la dificultad para definir su inicio son otras características esenciales de las sequías.

Debido a que la definición conceptual y específica del fenómeno hidrometeorológico de la sequia, es un concepto difícil de precisar dado el gran numero de factores que intervienen en ella, específicamente para Ciudad Juárez, se analizó la sequía desde un punto de vista meteorológico utilizando el método de la Dra. María Engracia Hernández[14], y se definió como una función del déficit de precipitación mensual con respecto a la precipitación media del periodo analizado, el cual corresponde a los años de 1978 a 2007.

Para determinar si Ciudad Juárez sufre de sequia meteorológica, de acuerdo al análisis de sequias propuesto por la SEDESOL, se realizó la sumatoria de valores de precipitación mensual anual (Pm) y mensual del periodo (Pmp) en que sus valores fueron menores y mayores a su equivalente mensual respectivamente, una vez obtenidos los resultados de cada año, y según el método utilizado, si la sumatoria de precipitación mensual menos la sumatoria de precipitación normal del periodo es menor a cero, entonces hay sequía meteorológica, en la Tabla VI.4.7.(1) se presentan los resultados para cada año del periodo analizado.

Tabla VI.4.7.(1). Determinación de sequía meteorológica en Ciudad Juárez, periodo 1978 - 2007

Año	Pm (mm)	Pmp (mm)	Pm - Pmp	Resultado
1978	29.40	106.76	-77.36	Sequía Meteorológica
1979	56.90	153.17	-96.27	Sequía Meteorológica
1980	68.80	161.68	-92.88	Sequía Meteorológica
1981	37.10	100.05	-62.95	Sequía Meteorológica

[13] *Durán Diana, Las Sequias Como Riesgo Natural, Ecoportal Net, 25/04/01.*

[14] *Hernández, María Engracia, et ál, Sequia Meteorológica, Instituto de Geografía UNAM*

1982	57.30	157.03	-99.73	Sequía Meteorológica
1983	48.00	130.45	-82.45	Sequía Meteorológica
1984	62.80	112.28	-49.48	Sequía Meteorológica
1985	51.00	178.10	-127.10	Sequía Meteorológica
1986	25.40	66.48	-41.08	Sequía Meteorológica
1987	65.20	142.87	-77.67	Sequía Meteorológica
1988	101.00	160.16	-59.16	Sequía Meteorológica
1989	44.50	119.44	-74.94	Sequía Meteorológica
1990	44.20	94.53	-50.33	Sequía Meteorológica
1991	14.30	59.84	-45.54	Sequía Meteorológica
1992	85.50	157.43	-71.93	Sequía Meteorológica
1993	75.70	120.88	-45.18	Sequía Meteorológica
1994	24.40	174.63	-150.23	Sequía Meteorológica
1995	39.30	119.46	-80.16	Sequía Meteorológica
1996	31.00	123.21	-92.21	Sequía Meteorológica
1997	80.50	115.27	-34.77	Sequía Meteorológica
1998	110.50	220.84	-110.34	Sequía Meteorológica
1999	122.30	207.99	-85.69	Sequía Meteorológica
2000	60.50	148.22	-87.72	Sequía Meteorológica
2001	55.70	176.47	-120.77	Sequía Meteorológica
2002	64.20	180.48	-116.28	Sequía Meteorológica
2003	87.10	234.02	-146.92	Sequía Meteorológica
2004	144.70	191.72	-47.02	Sequía Meteorológica
2005	27.10	140.76	-113.66	Sequía Meteorológica
2006	37.20	118.57	-81.37	Sequía Meteorológica
2007	47.60	130.74	-83.14	Sequía Meteorológica
Promedio	**59.97**	**143.45**	**-83.48**	**Sequía Meteorológica**
Pm= Sumatoria de precipitación mensual (mm).				
Pmp= Sumatoria de precipitación mensual del periodo (mm).				

Fuente: Estación meteorológica Ciudad Juárez, estación meteorológica El Paso Tx. International Airport. 31°47’59” Long N, 106°23’45” Lat O e IMIP.

Se puede observar que para Ciudad Juárez, los resultados indican que en todos los años analizados, y por ende el periodo expresa sequía meteorológica, una vez que se determino este parámetro de sequía para la ciudad, se realizó el análisis del índice de severidad para cada año en el periodo estudiado, calculado a partir de los valores de sumatoria de precipitación mensual y mensual normal del periodo obtenidos anteriormente, mediante la fórmula (Pm-Pmp)/Pmp, de acuerdo al método descrito (María Engracia Hernández et al), el cual propone una clasificación de severidad para los valores obtenidos (ver tabla VI.3.7.(2). Clasificación de índice de severidad).

Tabla VI.4.7.(2). Clasificación del índice de severidad

Valor de I.S.	**Clasificación**
mayor de 0.8	Extremadamente Severo
0.6 a 0.8	Muy severo
0.5 a 0.6	Severo
0.4 a 0.5	Muy Fuerte

0.35 a 0.4	Fuerte
0.2 a 0.35	Leve
menor a 0.2	Ausente

Fuente: Sequía meteorológica, Dra. María Engracia Hernández, et al.

El Índice de severidad meteorológica a nivel nacional obtenido por la Dra. María Engracia Hernández, asigna a Chihuahua de manera específica a la región noreste del estado con una clasificación según su índice como severo. Los resultados obtenidos en los cálculos realizados por el IMIP para Ciudad Juárez (2010), arrojaron el índice de severidad de la sequia meteorológica para cada año y del periodo 1978-2007, de donde se pueden resaltar, los años 1994 y 2005 con sequia meteorológica extremadamente severa, y una clasificación de severo para el periodo analizado de 30 años, esto concuerda con el análisis llevado a cabo por la Dra. María Engracia Hernández, tal como se aprecia en la tabla VI.4.7.(3) de Índice de severidad por sequía meteorológica en Ciudad Juárez, periodo 1978-2007).

Tabla VI.4.7.(3). Índice de severidad por sequía meteorológica en Ciudad Juárez, periodo 1978-2007 (IMIP)

Año	I.S.	Clasificación
1978	-0.72	Muy Severo
1979	-0.63	Muy Severo
1980	-0.57	Severo
1981	-0.63	Muy Severo
1982	-0.64	Muy Severo
1983	-0.63	Muy Severo
1984	-0.44	Muy Fuerte
1985	-0.71	Muy Severo
1986	-0.62	Muy Severo
1987	-0.54	Severo
1988	-0.37	Fuerte
1989	-0.63	Muy Severo
1990	-0.53	Severo
1991	-0.76	Muy Severo
1992	-0.46	Muy Fuerte
1993	-0.37	Fuerte
1994	-0.86	Extremadamente Severo
1995	-0.67	Muy Severo
1996	-0.75	Muy Severo
1997	-0.30	Leve
1998	-0.50	Muy Fuerte
1999	-0.41	Muy Fuerte
2000	-0.59	Severo
2001	-0.68	Muy Severo
2002	-0.64	Muy Severo
2003	-0.63	Muy Severo
2004	-0.25	Leve
2005	-0.81	Extremadamente Severo
2006	-0.69	Muy Severo
2007	-0.64	Muy Severo

Periodo	**-0.59**	**Severo**

Fuente: Elaboración propia IMIP (2010).

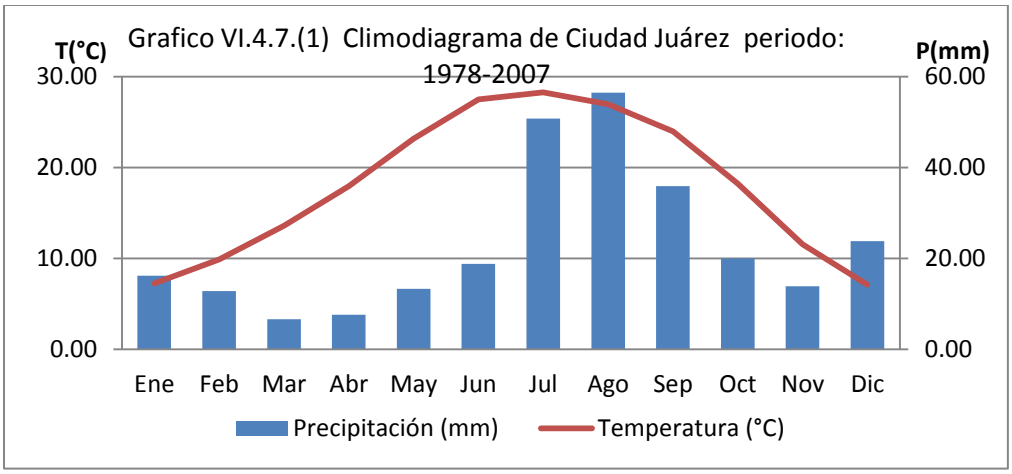
Independientemente de que el resultado obtenido muestre una sequía meteorológica, Ciudad Juárez, presentó temporales de lluvia tanto en verano como en invierno por arriba de lo normal, por lo tanto, se recurrió a la elaboración de climodiagramas, utilizando el método de Gaussen para determinar los meses secos; este método sugiere que si las precipitaciones en mm son inferiores al doble de la temperatura media en grados centígrados, el mes es seco, y no se considera seco si el resultado es mayor, el análisis de los valores permitió establecer con mayor precisión los meses secos para Ciudad Juárez , en el periodo 1978-2007, tal como se observa en la tabla VI.4.7.(4) de Índice de Aridez Mensual para Cd. Juárez, por el método de Gaussen.

Tabla VI.4.7.(4). Índice de Aridez Mensual para Cd. Juárez, por el Método de Gaussen.

Mes	**T(°C)**	**P (mm)**	**2T**	**P<2T**
Ene	7.24	16.22	14.48	
Feb	9.91	12.83	19.81	Mes Seco
Mar	13.59	6.59	27.19	Mes Seco
Abr	17.96	7.63	35.93	Mes Seco
May	23.17	13.32	46.33	Mes Seco
Jun	27.52	18.81	55.04	Mes Seco
Jul	28.30	50.76	56.59	Mes Seco
Ago	26.96	56.48	53.93	
Sep	23.98	35.94	47.96	Mes Seco
Oct	18.26	20.01	36.52	Mes Seco
Nov	11.54	13.86	23.07	Mes Seco
Dic	7.11	23.78	14.22	

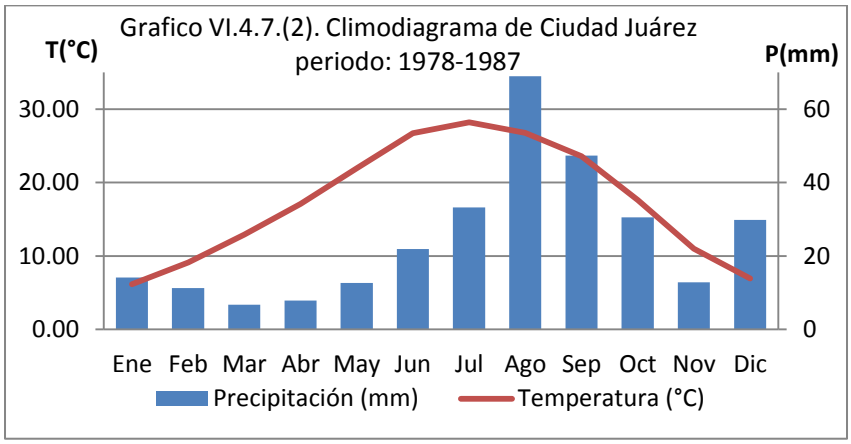
Fuente: Estación Meteorológica Juárez y Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport. (Elaboración propia IMIP).

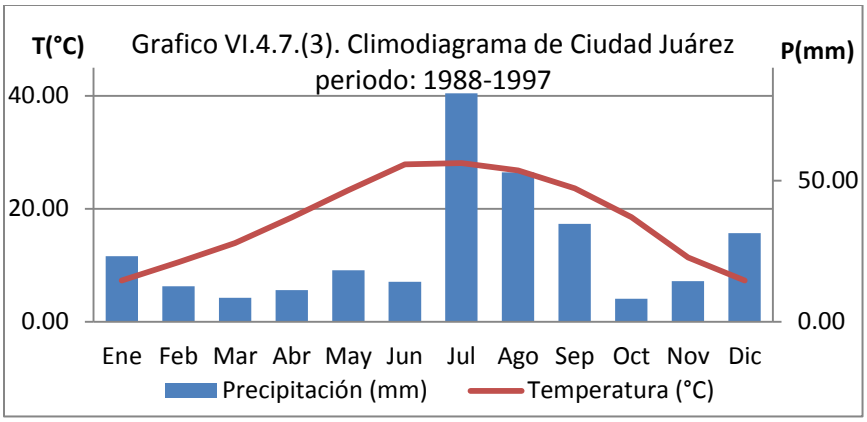
Para una mejor comprensión de la información presentada, se elaboró el climodiagrama con los datos de precipitación y temperatura para el periodo de 1978-2007, del cual se pueden inferir de igual forma los meses secos, pero de una manera grafica, se hace explícito cuando la curva de las precipitaciones, en este caso barras, queda situada por debajo de la curva de las temperaturas (ver grafico VI.4.7.(1), Climodiagrama de Ciudad Juárez, periodo 1978-2007).

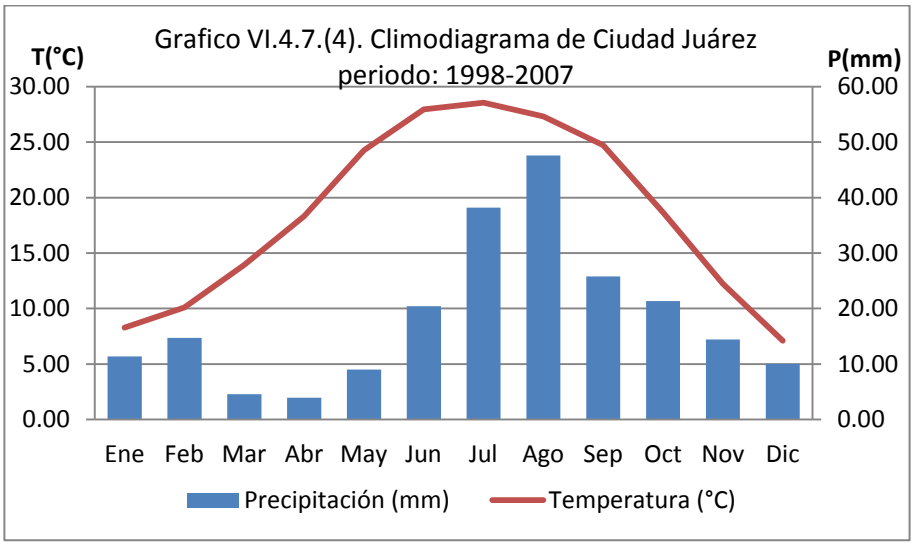


Fuente: Estación Meteorológica Juárez y Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport. (Elaboración propia IMIP)..

Del grafico anterior, cabe destacar que la información para el periodo analizado (1978-2007), arroja que los meses secos se encuentran de febrero a junio y de septiembre a noviembre con sus respectivos aumentos y disminuciones en la precipitación de los meses no secos. Sin embargo para una conocimiento más a fondo de la variación de los meses secos en Ciudad Juárez, se puede ver los gráficos VI.4.7.(2) al (4). En donde se muestran los climodiagramas elaborados por década, que muestran los cambios en los meses de lluvia.







Fuente: Estación Meteorológica Juárez y Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport. (Elaboración propia IMIP).

Aun cuando el análisis del periodo completo (1978-2007), señala que los meses secos son de febrero a junio y de septiembre a noviembre, de los gráficos anteriores se puede mencionar a julio y septiembre dentro de los meses que no son secos o menos secos, debido a que las lluvias son estacionales, típicas de monzón y característicos de estas latitudes, así como del comportamiento de la precipitación en el ecosistema del Desierto Chihuahuense. Esta condición se ratifica con la estacionalidad de la lluvia presente en cada década, lo cual se observa de manera clara en los periodos representados en los gráficos VI.4.7.(2) al VI.4.7.(4). De la misma manera se puede intuir que los resultados arrojen 9 meses secos para la región, condición prácticamente normal para una zona desértica.

Para el análisis estadístico de la sequía meteorológica, se determinaron periodos de retorno, los cuales se asociaron con el índice de severidad calculado con anterioridad para el periodo de 1978-2007, construyendo para ello periodos de retorno TR=5, 10, 20 y 50 años de acuerdo a la clasificación de la Dra. María Engracia Hernández, cuyos resultados se expresan

en la tabla VI.4.7.(5) la cual muestra los periodos de retorno de sequia con respecto a su índice de severidad.

Tabla VI.4.7.(5). Periodos de retorno de sequía con respecto a su índice de severidad

TR en años	Método de distribución			Valor adoptado (IS)
	Normal	Log Normal	Gumbel	
5	-0.71	-0.72	-0.74	-0.71
10	-0.78	-0.82	-0.86	-0.78
20	-0.83	-0.91	-0.97	-0.83
50	-0.89	-1.02	-1.11	-0.89

Fuente: Elaboración propia IMIP (2010).

Para la obtención de los periodos de retorno, se distribuyeron los datos por tres métodos estadísticos: Normal, Log-normal y Gumbel y los valores adoptados fueron aquellos que arrojaron menor error cuadrático, en este caso, el método normal fue el que presentó un error menor.

De estos resultados se puede observar que, una sequia extremadamente severa se presenta para un periodo de retorno cada 20 y 50 años, ya que superan el valor de 0.8 indicado en la tabla VI.4.6.(2) ya descrita con anterioridad. De la clasificación de índice de severidad (María Engracia Hernández et al).

VI.4.8. Temperaturas máximas extremas

Ciudad Juárez, al estar ubicada en una zona con clima extremoso, presenta en los meses de verano temperaturas máximas extremas que sobrepasan el límite de tolerancia de acuerdo a la clasificación de la vulnerabilidad por altas temperaturas establecida por las bases de SEDESOL para la estandarización en la elaboración de atlas de riesgos. Las altas temperaturas imperantes en los meses de Junio a Agosto, ocasionan principalmente golpes de calor en la población, siendo más vulnerables los niños y las personas de la tercera edad.

La temperatura máxima observada corresponde al 25 de Junio de 1994 habiéndose registrado una temperatura máxima de 45°C, teniendo como moda estadística 40°C para las 5 décadas. El mes de Junio representa la mayor incidencia (70%), particularmente en la última decena. De acuerdo con los datos aportados por el gráfico VI.4.8.(1) no se observa una tendencia en ningún sentido, sino que esta se ha mantenido prácticamente estable en las últimas 5 décadas.

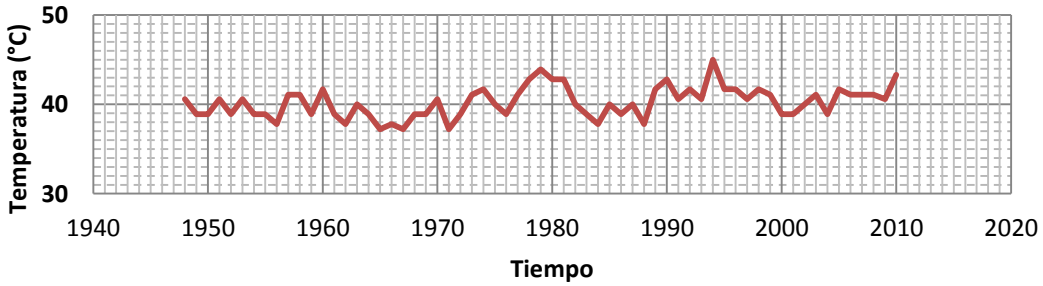
El análisis de los riesgos identificado se realizó utilizando registros de temperatura para 5 décadas, partiendo del año de 1948 y como registro último Junio del 2010 (Tabla VI.4.8.(1)):

Tabla VI.4.8.(1) Registros de Temperatura Máxima Extremas Periodo 1948-2010

Año	Temperatura máxima registrada (°C)	Fecha
1948	40.6	17 de Junio de 1948
1949	38.9	18 de Julio de 1949
1950	38.9	18 de Junio de 1950
1951	40.6	28 de Junio de 1951
1952	38.9	7 de Agosto de 1952
1953	40.6	22 de Junio de 1953
1954	38.9	21 de Junio de 1954
1955	38.9	8 de Junio de 1955
1956	37.8	3 de Junio de 1956
1957	41.1	28 de Junio de 1957
1958	41.1	12 de Junio de 1958
1959	38.9	11 de Junio de 1959
1960	41.7	19 de Junio de 1960
1961	38.9	24 de Junio de 1961
1962	37.8	15 de Agosto de 1962
1963	40.0	15 de Julio de 1963
1964	38.9	2 de Julio de 1964
1965	37.2	28 de Junio de 1965
1966	37.8	4 de Julio de 1966
1967	37.2	23 de Junio de 1967
1968	38.9	21 de Junio de 1968
1969	38.9	28 de Junio de 1969
1970	40.6	18 de Junio de 1970
1971	37.2	28 de Junio de 1971
1972	38.9	31 de Julio de 1972
1973	41.1	29 de Junio de 1973
1974	41.7	22 de Junio de 1974
1975	40.0	14 de Junio de 1975
1976	38.9	21 de Junio de 1976
1977	41.1	16 de Junio de 1977
1978	42.8	22 de Junio de 1978
1979	43.9	10 de Julio de 1979
1980	42.8	28 de Junio de 1980
1981	42.8	22 de Junio de 1981
1982	40.0	28 de Junio de 1982
1983	38.9	4 de Julio de 1983
1984	37.8	27 de Mayo de 1984
1985	40.0	8 de Junio de 1985
1986	38.9	29 de Julio de 1986
1987	40.0	24 de Junio de 1987
1988	37.8	9 de Junio de 1988
1989	41.7	2 de Julio de 1989
1990	42.8	25 de Junio de 1990
1991	40.6	24 de Junio de 1991
1992	41.7	6 de Julio de 1992
1993	40.6	7 de Julio de 1993
1994	45.0	25 de Junio de 1994
1995	41.7	27 de Julio de 1995
1996	41.7	21 de Junio de 1996
1997	40.6	1 de Julio de 1997
1998	41.7	28 de Junio de 1998
1999	41.1	1 de Julio de 1999
2000	38.9	15 de Mayo de 2000
2001	38.9	11 de Junio de 2001
2002	40.0	13 de Junio de 2002
2003	41.1	14 de Julio de 2003
2004	38.9	2 de Junio de 2004
2005	41.7	30 de Junio de 2005
2006	41.1	14 de Junio de 2006
2007	41.1	26 de Junio de 2007
2008	41.1	16 de Junio de 2008
2009	40.6	14 de Junio de 2009
2010	43.3	6 de Junio de 2010

Fuente: Estación meteorológica ELP El Paso Tx. International Airport.

Gráfica VI.4.8.(1) Temperaturas máximas extremas anuales
El Paso Texas, EUA - Cd. Juárez, Chih., Mx. (1947-2010)



Fuente: Estación meteorológica El Paso Tx. International Airport. 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W

VI.4.9. Vientos

Es imposible subestimar la importancia que los vientos tienen para la vida de animales y plantas, para el restablecimiento del equilibrio en la atmósfera y, lógicamente, para la producción del ciclo hidrológico. Es por ello que, lo mismo que puede decirse con relación al ciclo hidrológico, el viento constituye uno de los factores esenciales que explican la vida sobre la superficie terrestre y a la vez su efecto sobre los asentamientos humanos, los cuales pueden ser adversos o bien benéficos, dependiendo de su intensidad, temperatura y humedad. Sin la existencia de los vientos, la vida para animales y plantas sería imposible. En la Tierra, el viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera, el viento se puede definir de manera general como el desplazamiento horizontal de las masas de aire, causado por las diferencias de presión atmosférica, atribuidas a la variación de temperatura, entre dos regiones de la Tierra. Otras fuerzas que mueven el viento o lo afectan son la fuerza de gradiente de presión, el efecto Coriolis, las fuerzas de flotabilidad y de fricción y la configuración del relieve. Cuando entre dos masas de aire adyacentes existe una diferencia de densidad, el aire tiende a fluir desde las regiones de mayor presión a las de menor presión.

El movimiento del aire en la troposfera, que es el que mayor importancia tiene para los seres humanos, siempre tiene dos componentes: la horizontal, que es la más importante (cientos y hasta miles de km) y la vertical (10 km o más) que siempre compensa, con el ascenso o el descenso del aire, el movimiento horizontal del mismo, es decir, las distintas temperaturas existentes en la tierra y en la atmósfera, por la desigual distribución del calentamiento solar y las diferentes propiedades térmicas de las superficies terrestres y oceánicas, producen corrientes de aire. Las masas de aire más caliente tienden a subir y en su lugar se ubican masas de aire más denso y frío.

Lo que caracteriza a los vientos son la intensidad y la dirección. La primera se mide según la escala de Beaufort que va desde el 0 (calma absoluta) hasta el 12 (huracán). La intensidad es directamente proporcional a la diferencia de presión entre el lugar de origen del viento y el de su llegada. Por otra parte la dirección está relacionada con la rotación terrestre. A continuación se presenta la Tabla VI.4.9.(1) de clasificación de vientos desarrollada por Beufort

Tabla VI4.9.(1) Clasificación de Velocidad de los Vientos

Número de Beaufort	Velocidad del Viento (km/hr)	Descripción Internacional	Descripción del Buró de Clima de EEUU
0	<1	Calma	Vientos suaves
1	1-5	Brisa suave	Vientos suaves
2	6-11	Brisa suave	Brisa suave
3	12-19	Brisa moderada	Suave-Moderada
4	20-28	Brisa moderada	Suave-Moderada
5	29-38	Brisa fresca	Viento fresco
6	39-49	Ventarrones	Vientos fuertes
7	50-61	Brisa fresca	Vientos fuertes
8	62-74	Ventarrón	Vientos fuertes
9	75-88	Ventarrón	Vientos fuertes

10	89-102	Ventarrón constante	Ventarrón constante
11	103-117	Tormenta	Ventarrón constante
12-17	>117	Huracán	Huracán
Fuente: www.k12science.org, 2005			

Los eventos registrados por los medios de comunicación escrita dan relatoría de las afectaciones generadas por los fuertes vientos, tal como se describe de manera cronológica en la Tabla VI.4.9.(2)., observándose que este tipo de ráfagas se presentan principalmente durante los meses de septiembre a diciembre y de enero al mes de abril.

Tabla VI.4.9.(2). Vientos con velocidades mayores a 30 kph y afectaciones registradas

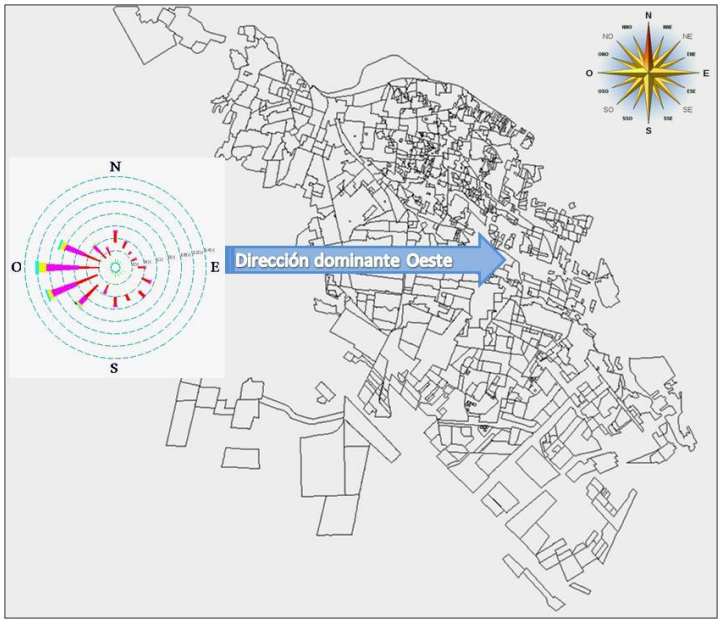
Año	Día/mes	Velocidad (km/h)	Daño	Fuente
2005	13 de enero	65	Los ventarrones derribaron árboles en varios sectores, alentaron pequeños incendios en basureros clandestinos y cimbraron la estructura de anuncios panorámicos, así como de semáforos. Bomberos reportó que los vientos también tumbaron cables eléctricos, de teléfono y de televisión en diversas zonas de la ciudad.	El Diario
2005	29 de noviembre		Los vientos derribaron la cocina de una vivienda de block y madera, la pared de un templo. Además de provocar 3 muertes –dos de ellas en carretera- los daños se estiman en unos cuatro millones de pesos. Los ventarrones que se prolongaban hasta ayer, aunque no con la misma fuerza de sábado y domingo, dejaron 26 cables conductores de electricidad o postes derribados, 30 árboles y 11 espectaculares caídos, informó Bomberos.	El Diario
2006	10 de junio		Los fuertes vientos derribaron un anuncio espectacular, que cayó sobre una vivienda ubicada en la Ave. Ejército Nacional provocando daños totales.	El Diario
2007	24 de febrero	75	Seis anuncios espectaculares ubicados en avenida De los Aztecas y Acolhuas, Faraday y carretera Juárez Porvenir, Francisco Villarreal y Gómez Morín, Jilotepec y Lechuguilla, y Tecnológico y Vicente Guerrero, una barda que cayó sobre un domicilio, 10 árboles, un poste al cual le cayó un anuncio panorámico, un semáforo ubicado entre Ave. Tecnológico y Vicente Guerrero y cables de electricidad en al menos 15 sectores de la ciudad fueron los daños provocados por las fuertes ráfagas de viento que tuvieron lugar entre las 2:00 y 6:00 de la tarde.	El Diario
2007	4 de marzo		Derriban vientos 2 anuncios panorámicos, uno ubicado en la zona PRONAF y el otro en Ave. Vicente Guerrero y Calle Corregidora.	El Diario

2007	14 de abril	83	Ráfagas de viento que alcanzaron de los 77 a los 83 kilómetros por hora causaron el derribo de 9 anuncios de diferentes tamaños, los cuales se presentaron en el cruce de Ejército Nacional y Diego de Alcalá, Paseo Triunfo de la República y Fray Pedro de Gante, Adolfo López Mateos y Triunfo de la República y uno más en Antonio J. Bermúdez y Gómez Morín, 1 árbol, 1 poste y cableado, así mismo se registro la caída de un arbotante, todo esto se debió a la presencia del frente frío número 49 que estaba por ingresar a la ciudad y que provenía del norte de Sonora, por lo que la Unidad Estatal de Protección Civil de Gobierno del Estado emitió una alerta naranja, la cual es considerada como “peligro alto”.	El Diario
2007	26 de abril		Los fuertes ventarrones provocaron que un anuncio panorámico comenzara a caer en pedazos sobre la escuela primaria Aquiles Serdán, ubicada en el cruce de Carlos Amaya y Camino Viejo a San José.	El Diario
2008	8 de enero	56	Vientos con ráfagas de hasta 56km causaron la caída de árboles, anuncios panorámicos y un transformador, así como el incendio de un poste propiedad de la CFE. Los vientos fueron provocados por el frente frío número 19.	El Diario
2008	29 de enero		Los fuertes vientos arrancaron de raíz un árbol de varios metros de altura, el cual destruyó una banqueta y cayó sobre una camioneta Chevrolet Lumina modelo 95. Más tarde se reportó la caída de un anuncio panorámico en la avenida Ejército Nacional, varios metros al poniente del Paseo de la Victoria.	El Diario
2008	31 de enero	70	Los vientos de hasta 70km/h provocaron problemas de visibilidad en distintos sectores a causa de las polvaredas, así como árboles caídos y daños en anuncios espectaculares y postes.	El Diario
2008	24 de febrero	32	Dos anuncios espectaculares y un árbol caídos, así como un incendio en una bodega de envases de refresco, fue el saldo que dejaron los vientos provenientes del oeste registrados ayer en la ciudad, los cuales alcanzaron hasta 32 kilómetros por hora, reportaron autoridades.	El Diario
2008	26 de febrero	54	Cuadrillas de empleados municipales tuvieron que salir a las principales arterias de la ciudad para corregir los desperfectos causados por las ráfagas de hasta 54 kilómetros por hora (kph) que se registraron en la ciudad ayer. Información oficial establece que se atendieron derrumbes de árboles, pendones y la caída de una estructura metálica de 2.5 toneladas.	El Diario

2008	15 de marzo	83	Tres anuncios panorámicos caídos, así como árboles y postes derribados, un incendio en la maleza del Río Bravo y vuelos desviados al aeropuerto de Chihuahua, es el saldo de los fuertes ventarrones que azotaron a la ciudad, La velocidad del viento alcanzó ráfagas de hasta 83 kilómetros por hora, pero los vientos sostenidos oscilaron entre los 40 y los 58 km/h, de acuerdo con diversos servicios meteorológicos.	El Diario
2008	17 de marzo		Con respecto a los vientos, los Bomberos atendieron doce servicios consistentes en cables derribados, el techo arrancado de una vivienda, postes derribados, anuncios espectaculares a punto de caerse, uno de éstos ubicado en Panamericana y Óscar Flores Sánchez. Protección Civil Municipal lanzó ayer una alerta verde por los vientos que se presentaron.	El Diario
2008	18 de marzo		Los fuertes vientos que azotaron a Ciudad Juárez durante el domingo 16 de marzo ocasionaron la movilización de elementos de los cuerpos de rescate a 17 eventos entre los que se encontraba un incendio así como el desprendimiento de un techo de madera de un garaje, así mismo se reportó la descompostura de 13 semáforos, ubicados en cruces importantes de la ciudad.	El Diario
2008	10 de abril	74	Dos personas lesionadas en carretera, anuncios espectaculares, postes y árboles derribados es el saldo de los fuertes vientos que azotaron ayer la región así como una cantidad no establecida hasta ayer de árboles y postes. Los vientos sostenidos tuvieron una velocidad de 74 km/h, pero con ráfagas que llegaron a los 88 kph, se informó.	El Diario
2008	8 de mayo	48	Los vientos que oscilaron entre los 32 y los 48 km/h dejaron como saldo árboles caídos, anuncios espectaculares dañados, así como tejabanes a punto de ser arrastrados.	El Diario
2008	22 de mayo	50	Una madre de familia y sus dos hijos de dos y ocho años de edad resultaron lesionados al caerles encima un anuncio panorámico que fue derribado por los fuertes vientos que azotaron ayer la ciudad.	El Diario
2009	07 de enero	69	Vientos registrados durante la noche del lunes y la madrugada de ayer derribaron un señalamiento conocido como “de bandera” en la avenida Tecnológico y Pedro Meneses Hoyos, donde un vehículo que circulaba quedó arriba de la estructura. Los vientos oscilaron en los 42 km/h y ráfagas de hasta 69 km/h.	El Diario
2009	28 de marzo	43	Dos anuncios panorámicos, así como un árbol y varios cables en distintos puntos de la ciudad, fue el saldo de los fuertes vientos en la ciudad.	El Diario

2009	09 de diciembre	100	Estudiantes lesionados, visitantes y empleados evacuados del centro comercial Plaza Sendero en donde el techo de un domo se colapsó, además de 57 semáforos dañados, 90 árboles derrumbados, 38 arbotantes destruidos, 24 espectaculares con daño en infraestructura, apagones de luz de 56 mil usuarios (según reporte de CFE) y bardas caídas fueron únicamente una parte del saldo provocado por las ráfagas de viento superiores a los 100 kilómetros por hora que azotaron la ciudad. Así mismo se reportó que el techo de la primaria Porfirio Parra se levantó y cuatro menores resultaron con lesiones leves.	Norte de Ciudad Juarez
2010	24 de enero		De acuerdo con la Central de Bomberos, durante el viernes y sábado se reportaron 11 servicios: seis corresponden a árboles derribados, tres a panorámicos y dos de ellos a cables caídos.	Norte de Ciudad Juarez
2010	29 de enero		Después de que fuertes vientos azotaron a la ciudad, pedazos de techo cayeron encima de los estudiantes de cuarto y quinto grado de la Escuela Primaria Federal Abraham Lincoln, ubicada en el cruce de las calles Arturo Gámez y Che Guevara de la colonia Lucio Cabañas, de tal forma que de las 12 aulas que posee esta escuela, tres quedaron completamente inutilizables.	El Diario
2010	11 de marzo	40	El viento helado de ayer, que corrió con ráfagas de hasta 40 kilómetros por hora, levantó parcialmente algunas láminas colocadas en los techos de cinco escuelas, esa fue la mayor afectación que causaron.	El Diario
2010	12 de marzo		La Dirección de Ecología y Protección Civil del Municipio dirigió oficios a los directores escolares de zona para que se proceda a la reparación de los daños provocados por los fuertes vientos en los domos y techos de cinco escuelas de la localidad. Una de las escuelas afectadas fueron la Primaria Félix Sandenmar de Lucero y Bronco en Hacienda Las Torres, en donde algunas lámparas se desprendieron. Otra más, fue también la primaria Juan Escutia, ubicada en Sierra Candelaria y Cerro del Coronel en La Cuesta, plantel en donde se desprendieron algunas láminas del domo.	Norte de Ciudad Juarez

En la localidad se presentan los vientos más intensos principalmente en los meses de marzo y abril, considerandose los vientos con velocidades mayores a 39 Kph los que presentan mayor peligrosidad y riesgo para la población.



Los riesgos que representa la presencia de este fenómeno perturbador son principalmente los daños a la infraestructura pública y del patrimonio de la población, como son los casos de desprendimiento de techumbres de viviendas y de edificios comunitarios, en su mayoría escuelas, así como la caída de postes, árboles y anuncios espectaculares, siendo estos últimos los que provocan mayores pérdidas materiales y que representan mayor riesgo a la población. En la Figura VI.4.9.(1).

Figura VI.4.9.(1) Dirección dominante del viento – Marzo- Abril, periodo 1984 – 1992.
(Fuente: Texas Comission on Environmental Quality)

Durante el mes de Septiembre, al inicio del otoño los vientos dominantes provienen del Sur-Este, tal como se identifica en la Figura VI.4.9.(2), en tanto que a partir del mes de octubre hasta el mes de enero su dirección dominante es Norte (Figura VI.4.9.(2) y (3))

Figura VI.4.9.(2) Dirección al entrar el Otoño

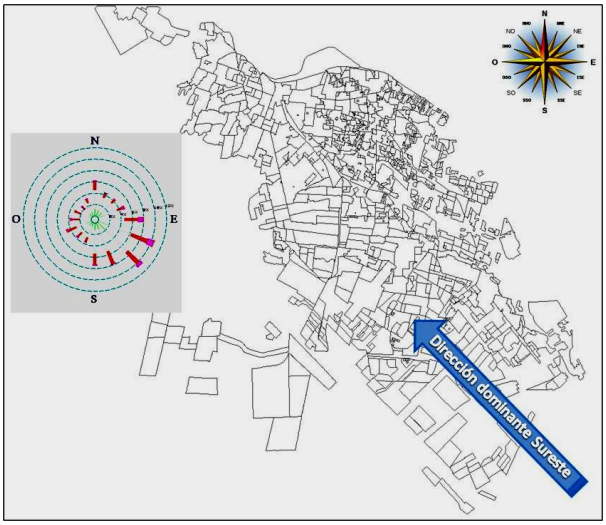
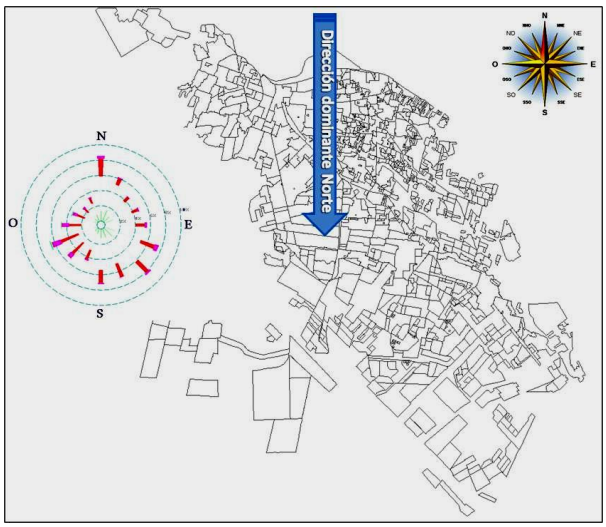


Figura VI.4.9.(3) Dirección dominante Octubre –Enero



Los que presentaron mayor incidencia son: Anuncios a punto de caer, árbol a punto de caer, árboles derribados y cables derribados, de los cuales se destaca el hecho de los incidentes que con mayor frecuencia se presentan son los

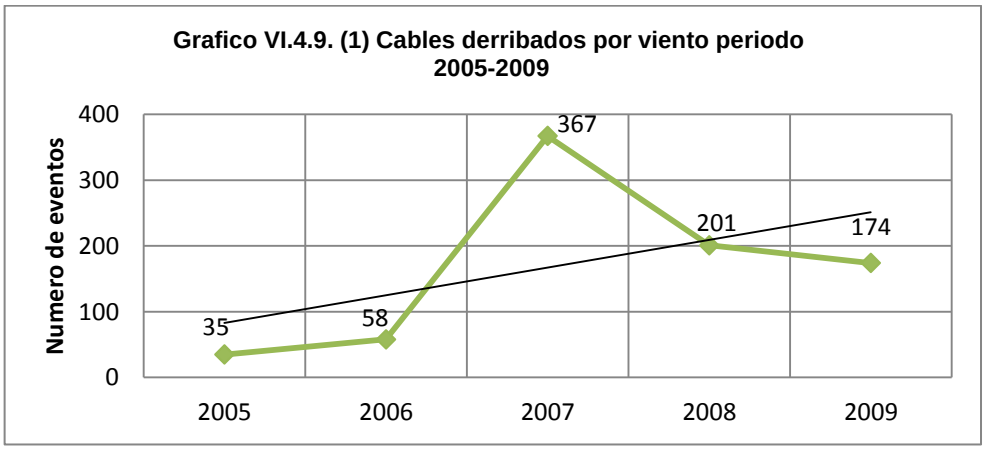
cables derribados por evento de rachas de viento. Adicionalmente a los riesgos arriba mencionados, se eliminaron de esta zonificación algunos otros que por la baja incidencia de los mismos, no se ubicaron, aun cuando no restamos importancia durante el análisis del riesgo para estos acontecimientos, los cuales corresponden a techos a punto de caer, anuncios derribados, bardas y postes de diferentes tipos derribados por el viento, entre otros, para el periodo 2005-2009, mismos que aparecen en la Tabla VI.4.9.(3), con los registros históricos proporcionados por la Dirección de Protección Civil.

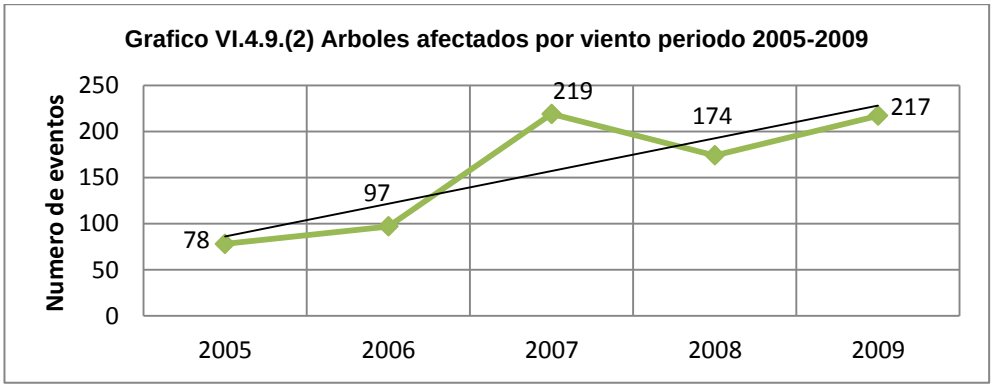
Tabla VI.4.9.(3). Afectaciones registradas por viento 2005-2009

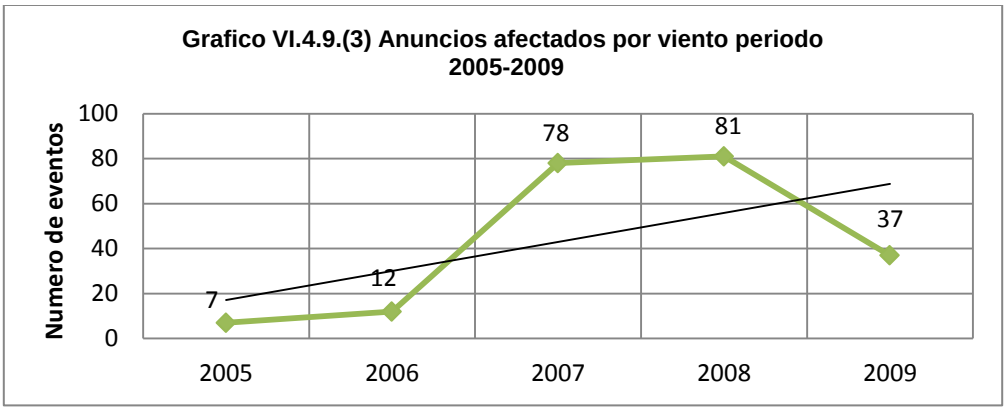
Periodo	Tipo de evento	Numero de eventos
2005 - 2009	Aparato evaporativo a punto de caer	1
2005 - 2009	Cables en corto	1
2005 - 2009	Derrumbe	1
2005 - 2009	Pared a punto de caer	1
2005 - 2009	Portón derribado	1
2005 - 2009	Señalamiento derribado	1
2005 - 2009	Teléfono a punto de caer	1
2005 - 2009	Ventanas derribadas	1
2005 - 2009	Vidrios a punto de caer	1
2005 - 2009	Accidente vehicular	2
2005 - 2009	Domo a punto de caer	2
2005 - 2009	Domo derribado	2
2005 - 2009	Pared derribada	4
2005 - 2009	Tejaban derribado	2
2005 - 2009	Domicilio derrumbado	3
2005 - 2009	Fuga de Gas	3
2005 - 2009	Lámpara derribada	3
2005 - 2009	Ramas derribadas	3
2005 - 2009	Lona derribada	4
2005 - 2009	Rama a punto de caer	4
2005 - 2009	Semáforo derribado	4
2005 - 2009	Cables a punto de caer	5
2005 - 2009	Semáforo a punto de caer	5
2005 - 2009	Lamina derribada	7
2005 - 2009	Arbotante a punto de caer	8
2005 - 2009	Incendios varios	11
2005 - 2009	Barda derribada	12
2005 - 2009	Domicilio a punto de caer	12
2005 - 2009	Lámpara a punto de caer	13
2005 - 2009	Arbotante derribado	15
2005 - 2009	Lona a punto de caer	15
2005 - 2009	Techo a punto de caer	15
2005 - 2009	Techo derribado	16
2005 - 2009	Acometida derribada	20
2005 - 2009	Barda a punto de caer	33

2005 - 2009	Lamina a punto de caer	33
2005 - 2009	Poste a punto de caer	63
2005 - 2009	Poste derribado	77
2005 - 2009	Anuncios afectados	215
2005 - 2009	Árboles afectados	785
2005 - 2009	Cables derribados	835
Fuente: Dirección de Protección Civil		

Los gráficos VI.4.9. (1) al (3) que se muestran a continuación describen las afectaciones causadas en cada uno de los eventos más importantes por vientos anteriormente mencionados para el periodo 2005-2009.







Fuente: Dirección de Protección Civil, elaboración propia IMIP 2010

Cabe destacar que las afectaciones por viento en el periodo 2005-2009, se observa que las de mayor frecuencia, son los Anuncios Afectados, Arboles Afectados y Cables derribados, correspondiendo a 215, 785 y 835 incidentes respectivamente.

VI.4.10. Masas de aire. Heladas

Aunque existen varias formas de definir lo que es una helada, se dice que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos durante un tiempo mayor a ocho horas. Cuando llegan grandes masas de aire frío de origen continental a una región 100 km² o menos, se pueden formar las heladas por advección. Ellas se desarrollan en las partes bajas de las montañas, en las cañadas y valles. Se presentan indistintamente en el día o noche. Estas heladas van acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h); en ellas no existe inversión térmica.

En Ciudad Juárez se presentan las heladas, es decir, descensos de la temperatura por debajo del punto de congelación (0°C), principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero, aunque se tienen registradas heladas en los meses de marzo y noviembre. Las principales consecuencias de este fenómeno perturbador en la población son enfermedades respiratorias y decesos, estos útimos ocurriendo más frecuentemente en la población indigente. Otras consecuencias secundarias de este fenómeno son las muertes por intoxicación con monóxido de carbono y los incendios producto de fallas de calentones y otros dispositivos similares. La población más vulnerable a este fenómeno es la de escasos recursos al no contar con una vivienda y vestimentas adecuadas para soportar los descensos de temperatura. Para el caso de este estudio, fue posible alcanzar un nivel 2 en la identificación de riesgos. Se obtuvieron los registros de temperatura de la estación de más antigüedad de la región, ubicada en el aeropuerto de la ciudad de El Paso, Texas, en E.U.A. Se enlista el valor más extremo de cada temporada, considerando el inicio de cada temporada en noviembre de un año y la conclusión en marzo del año siguiente inmediato. Los datos se muestran en la siguiente tabla VI.4.10.(1).

Tabla VI.4.10.(1) Valores de Temperatura Mínima Extrema para Cd. Juarez, Chih. 1946-2011					
Temporada	**Temp. mínima reg. (°C)**	**Fecha**	**Temporada**	**Temp mínima reg. (°C)**	**Fecha**
46 - 47	-10.0	4 de Enero de 1947	78 - 79	-10.0	9 de Diciembre de 1978
47 - 48	-7.8	12 de Febrero de 1948	79 - 80	-7.8	9 de Febrero de 1980
48 - 49	-12.2	5 de Enero de 1949	80 - 81	-6.1	9 de Diciembre de 1980
49 - 50	-7.2	23 de Diciembre de 1949	81 - 82	-12.2	4 de Enero de 1982
50 - 51	-11.1	1 de Febrero de 1951	82 - 83	-11.1	2 de Enero de 1983
51 - 52	-6.1	5 de Enero de 1952	83 - 84	-12.2	29 de Diciembre de 1983
52 - 53	-7.2	5 de Diciembre de 1952	84 - 85	-12.8	2 de Febrero de 1985
53 - 54	-13.9	24 de Diciembre de 1953	85 - 86	-8.9	9 de Enero de 1986
54 - 55	-8.9	29 de Diciembre de 1954	86 - 87	-9.4	18 de Enero de 1987
55 - 56	-12.2	4 de Febrero de 1956	87 - 88	-14.4	15 de Diciembre de 1987
56 - 57	-6.1	27 de Diciembre de 1956	88 - 89	-9.4	28 de Diciembre de 1988
57 - 58	-7.8	23 de Noviembre de 1957	89 - 90	-13.3	12 de Diciembre de 1989
58 - 59	-8.3	31 de Diciembre de 1958	90 - 91	-7.2	24 de Diciembre de 1990
59 - 60	-7.2	18 de Enero de 1960	91 - 92	-6.1	24 de Noviembre de 1991
60 - 61	-6.1	12 de Enero de 1961	92 - 93	-7.8	27 de Noviembre de 1992
61 - 62	-21.7	11 de Enero de 1962	93 - 94	-9.4	2 de Febrero de 1994
62 - 63	-12.2	13 de Enero de 1963	94 - 95	-3.3	19 de Enero de 1995
63 - 64	-12.2	9 de Enero de 1964	95 - 96	-3.9	19 de Diciembre de 1995
64 - 65	-10.0	4 de Marzo de 1965	96 - 97	-13.9	18 de Diciembre de 1996
65 - 66	-8.3	29 de Diciembre de 1966	97 - 98	-5.0	28 de Febrero de 1998
66 - 67	-12.2	9 de Enero de 1967	98 - 99	-6.1	4 de Enero de 1999
67 - 68	-7.8	10 de Diciembre de 1967	99 - 00	-6.1	5 de Enero de 2000
68 - 69	-8.3	23 de Diciembre de 1968	00 - 01	-7.2	19 de Enero de 2001
69 - 70	-6.1	31 de Enero de 1970	01 - 02	-7.8	4 de Marzo de 2002
70 - 71	-15.0	8 de Enero de 1971	02 - 03	-4.4	25 de Diciembre de 2002
71 - 72	-11.1	5 de Enero de 1972	03 - 04	-8.3	29 de Diciembre de 2003
72 - 73	-7.8	29 de Enero de 1973	04 - 05	-8.3	24 de Diciembre de 2004
73 - 74	-12.2	22 de Diciembre de 1973	05 - 06	-10.6	8 de Diciembre de 2005
74 - 75	-8.9	13 de Enero de 1975	06 - 07	-7.2	1 de Diciembre de 2006
75 - 76	-7.8	3 de Enero de 1976	07 - 08	-7.8	20 de Enero de 2008
76 - 77	-16.1	29 de Noviembre de 1976	08 - 09	-6.7	11 de Enero de 2009
77 - 78	-8.3	21 de Diciembre de 1977	09 - 10	-7.8	9 de Enero de 2010
			10 - 11	-16.7	3 de Febrero del 2011

Fuente: Estación Meteorológica Juárez y Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport.

De acuerdo con los registros, se tiene una helada crítica promedio anual de -9.3°C, al nivel de la estación meteorológica (1195 msnm).

Para la obtención de los periodos de retorno se distribuyeron los datos por tres métodos estadísticos: Normal, Lognormal y Gumbel. Las distribuciones se muestran en la tabla VI.4.10.(2).

Tabla VI.4.10.(2) Distribución Estadística T° Mínimas Extremas				
TR en años	Método de distribución			Valor adoptado (°C)
	LogNormal	Normal	Gumbel	
2	-8.7	-9.3	-8.7	-8.7
5	-11.6	-12	-11.6	-11.6
10	-13.5	-13.4	-13.5	-13.5
20	-15.3	-14.6	-15.4	-15.4
50	-17.7	-15.9	-17.8	-17.8
100	-19.4	-16.8	-19.6	-19.6
200	-21.1	-17.6	-21.4	-21.4
500	-23.5	-18.6	-23.7	-23.7

Se adoptó la distribución con el menor error cuadrático. El método de Gumbel presentó el menor error cuadrático (0.6). Los periodos de retorno de heladas adoptados son los siguientes que se presentan en la Tabla VI.4.10.(3):

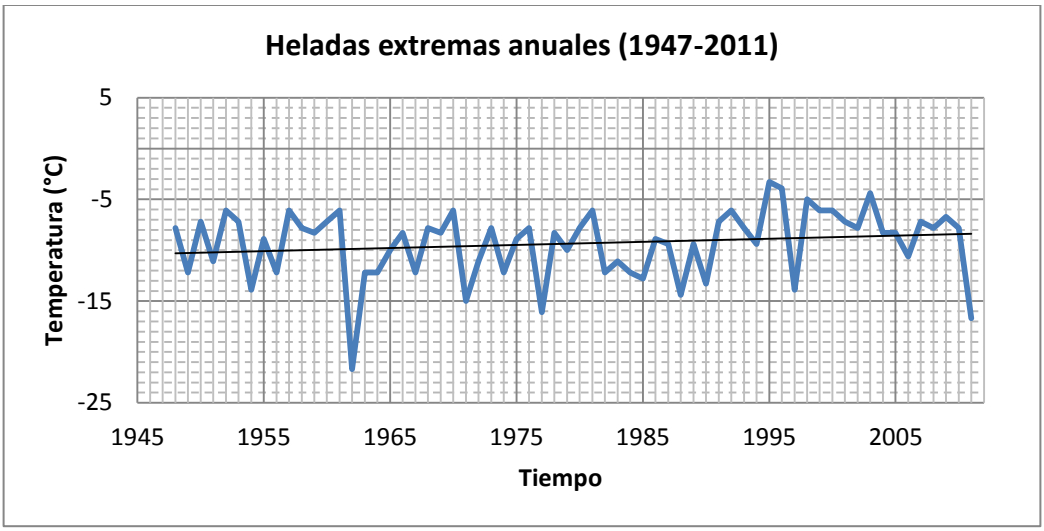
De acuerdo con los valores así obtenidos se presenta la Gráfica VI.4.10.(1)., misma que muestra el comportamiento cíclico de las heladas en la zona de Ciudad Juárez, Chih., observándose que la helada del 3 de Febrero del 2011, es congruente con un periodo de retorno de 50 años, puesto que la temperatura para el año de 1962, registró -21.7°C, aún cuando este valor se dio solo por unos minutos, presentando cambio positivo en las horas siguientes.

Tabla VI.4.10.(3) Valor Adoptado (Método de Gumbel)	
TR en años	Valor adoptado (°C)
2	-8.7
5	-11.6
10	-13.5
20	-15.4
50	-17.8
100	-19.6
200	-21.4
500	-23.7

Para el caso del 2011, la temperatura descendió hasta -16.7°C, sin embargo esta temperatura se mantuvo por arriba de -10°C durante un periodo de casi 36 horas, habiendo iniciado el 2/020/2011

a la media noche, permaneciendo de manera continua hasta prácticamente las 12:00hrs del 3 de Febrero. La helada tuvo un periodo de 72 hrs por debajo de 0°C, iniciando a las 08:51hrs del día 1º. de Febrero y terminando el 4 de Febrero a las 13:51 Hrs. (Ver Gráfico VI.4.10.(2))

VI.4.10.(1) Comportamiento anual de heladas extremas (1947-2011)



Fuente: Elaboración propia - IMIP

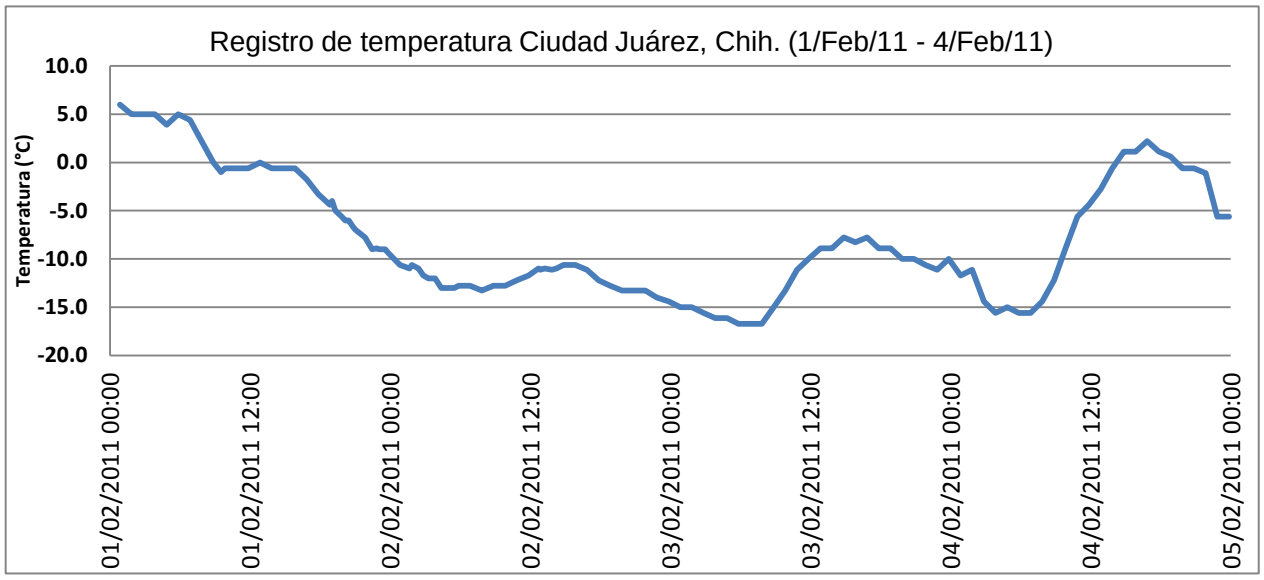


Gráfico VI.4.10.(2) Registro de temperaturas 1º. de Febrero - 4 de Febrero

Este evento meteorológico motivó que gran parte de la población se quedara sin combustibles para calefacción, los pozos de agua potable sufrieron averías al congelarse las bombas, al faltar asimismo la energía eléctrica en amplios sectores de la ciudad. Las edificaciones, principalmente viviendas sufrieron daños considerables al congelarse las líneas de suministro de agua al exterior e interior de las casas, lo que generó al descongelarse días después, miles de fugas de agua por tubería reventada. Las averías en vehículos automotores fueron otra consecuencia, así como la difícil movilización por cristalización del pavimento.

Para tener una mejor comprensión de los daños ocasionados y la percepción de la gente con respecto a las heladas, se llevo a cabo una encuesta que identifica los diferentes tipos de daño así como la duración y el costo ocasionados por las heladas del mes de febrero del 2011.

Los resultados a detalle se describen en el Anexo IV (Percepción de daños en bienes producto del evento de heladas ocurrido del 02 al 04 de febrero del 2011).

VI.4.11. Masas de aire. Granizadas

Existen varias de definiciones para el fenómeno, no obstante, en general todas se resumen en definir el granizo como granos o corpúsculos de hielo con un diámetro que oscila entre 5mm y más y que han crecido mediante el proceso de agregación de partículas o cristales de hielo (proceso denominado por la palabra inglesa rimming)[15].

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres[16], en la república Mexicana las granizadas se producen principalmente en los valles cercanos a partes altas. Conforme al mapa de zonificación para granizadas elaborado por el CENAPRED, clasifica las regiones de la república Mexicana según el número de días con granizo al año, tomando como escala de 0- a 5, es decir "sin granizo" la menor y la mayor ≥ 5, en el estado de Chihuahua se encuentra entre las áreas que se clasifican entre 0 y 2 granizadas al año, Ciudad Juárez registra de 0-1 granizadas anuales.

En esta ciudad, la ocurrencia de granizo es relativamente poco frecuente, y de mínimo impacto en comparación a otros fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en la región, la tabla VI.4.11.(1) muestra eventos registrados por los medios de comunicación escrita relacionados a este suceso entre los años 2007-2010.

Tabla VI.4.11.(1) Eventos de granizo registrados en Ciudad Juárez

Año	Mes	Nota	Fuente

[15] *Manuel Ceperuelo Mallafré, Identificación y caracterización del granizo mediante el radar meteorológico. Modelos de predicción del ciclo de vida de las células conectivas, Tesis Doctoral, Junio 2008.*

[16] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Tormentas Severas, Serie Fascículos, 1a. edición, agosto 2010.*

2007	21-Jul	Una fuerte lluvia y granizo durante aproximadamente cinco minutos se registró ayer en algunos sectores de la ciudad, acompañada de vientos provenientes del sureste, de acuerdo con diversos servicios meteorológicos. La precipitación afectó principalmente la parte este de la localidad, es decir, al Valle de Juárez y el área de San Lorenzo, donde el agua subió entre una pulgada y casi tres centímetros debido a que por ahí ingresó el sistema de tormentas causado por la temporada monzónica, indican los reportes. El fenómeno climatológico que estuvo acompañado de humedad, ocasionó apagones en algunos sectores, choques por alcance y tiró cables de electricidad, por lo que las autoridades declararon la alerta verde.	El Diario Por: Blanca Carmona
2007	9-May	Inundaciones de calles, avenidas y pasos a desnivel, voladura de techos de casas, caída de bardas, árboles y panorámicos, así como daños en vidrios de viviendas y automóviles, fue lo que dejó la primera tromba que se registró la madrugada del martes en nuestra ciudad en este 2007, la cual vino acompañada de precipitación de granizo, que en algunas zonas de la localidad fue del tamaño de una pelota de golf. Dijo que tienen reportadas 12 viviendas inundadas, cables dañados, caída de una barda de 30 metros de longitud y daños en un espectacular de Plaza de las Américas y árboles maltratados por el granizo. El granizo se presentó por el sistema de baja presión que existe en la zona y la entrada del frente frío número 54, que provocó inestabilidad atmosférica, además se está quedando aquí la humedad y nubosidad. Dijo que las zonas más afectadas fueron en el Valle de Juárez, en el suroriente, allá por la empresa Electrolux y la carretera Casas Grandes. Se dio la precipitación de granizo al presentarse el sistema nuboso, que succionó la corriente de chorro y comenzó a fluir la humedad.	Norte de Cd. Juárez, Por: Salvador Castro
2007	29-Sep	Aguacero con granizo y tormenta eléctrica que azotó la tarde de ayer la ciudad, informó Efrén Matamoros Barraza, director de Ecología y Protección Civil. Agregó que el fenómeno meteorológico inició alrededor de las 6:00 de la tarde, pero se fue moviendo hacia diferentes sectores. Dijo que el servicio meteorológico pronosticó un 20 por ciento de probabilidades de lluvia, pero no el granizo ni la tormenta eléctrica. En la colonia álamos de San Lorenzo el granizo cayó en forma de trozos irregulares de hielo.	El Diario Por: Alejandro Quintero
2008	6-Oct	Una intensa lluvia con granizo se registró ayer en diversas zonas de la ciudad, lo que provocó anegaciones en los principales cruceros, pero no se reportaron daños en viviendas, informaron las autoridades.En tanto, se informó que el fenómeno meteorológico se debió al choque de dos corrientes en chorro, lo que provocó que las nubes descargaran con fuerza, luego, a lo largo del día se presentaron lloviznas, explicó Bernardo Escudero Ortega, director general de Ecología y Protección Civil.Se informó que la lluvia con granizo más fuerte se sintió poco después de las 11:00 de la mañana, por varios minutos, pero luego se prolongó de forma esporádica.	El Diario Por: Pedro Sáchez B.

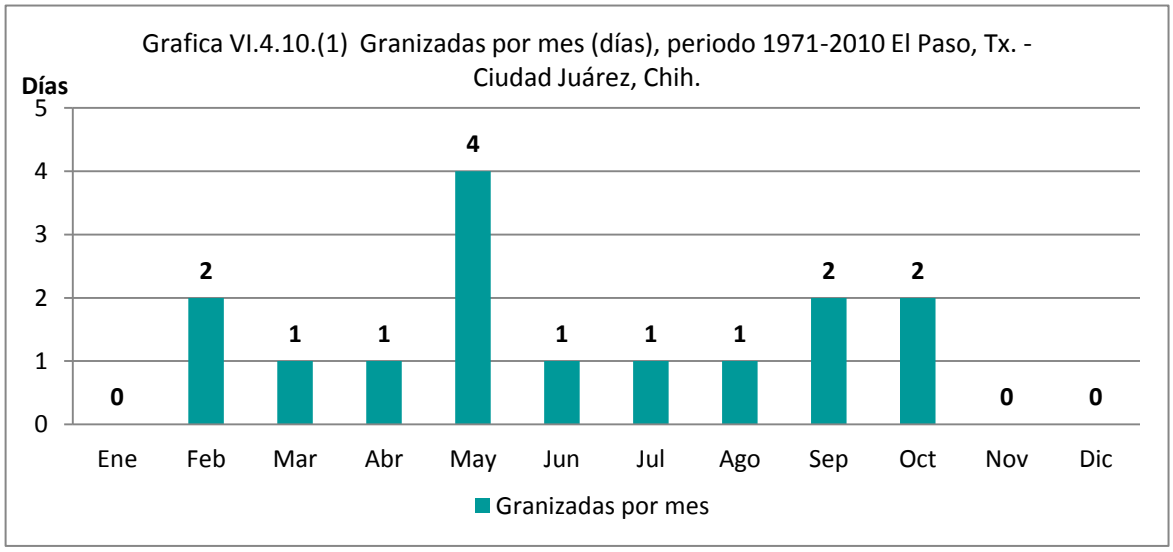
2010	31-Dic	Fuertes vientos que alcanzaron ráfagas de más de 90 kilómetros por hora, la lluvia y el granizo provocaron caos en la ciudad debido a que se reportaron caídas de árboles, de espectaculares y fallas en el sistema de semaforización y apagones en los pozos de agua, por su parte, la Dirección de Ecología y Protección Civil pronosticó para hoy posibilidad de más precipitaciones pluviales y nieve y un descenso en las temperaturas de hasta nueve grados centígrados bajo cero.	Norte de Cd. Juárez Por: Salvador Castro

Para el análisis estadístico de este fenómeno meteorológico, se llevo a cabo el registro histórico de granizadas para el periodo de 1971 al año 2010, cabe señalar que este evento se manifiesta de manera sectorizada, es decir focalizada en distintos puntos de la ciudad, y no permite que algunas estaciones meteorológicas registren el evento. Debido a que se cuenta con poca información meteorológica que incluya este fenómeno, este registro fue realizado utilizando una sola estación meteorológica con información de los años que comprenden de 1971 a 2010 el cual se muestra en la tabla VI.4.11.(2) que muestra los días que granizó por mes y año para el periodo antes mencionado.

Tabla VI.4.10.(2). Días con granizo por mes y año para Cd. Juárez, Chih													
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Total x año**
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1981	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
1982	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1984	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1986	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1994	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1998	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	**2**
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2004	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
2006	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**2**
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**1**
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**1**
2010	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	**2**
Total x mes	**0**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**0**	**0**	

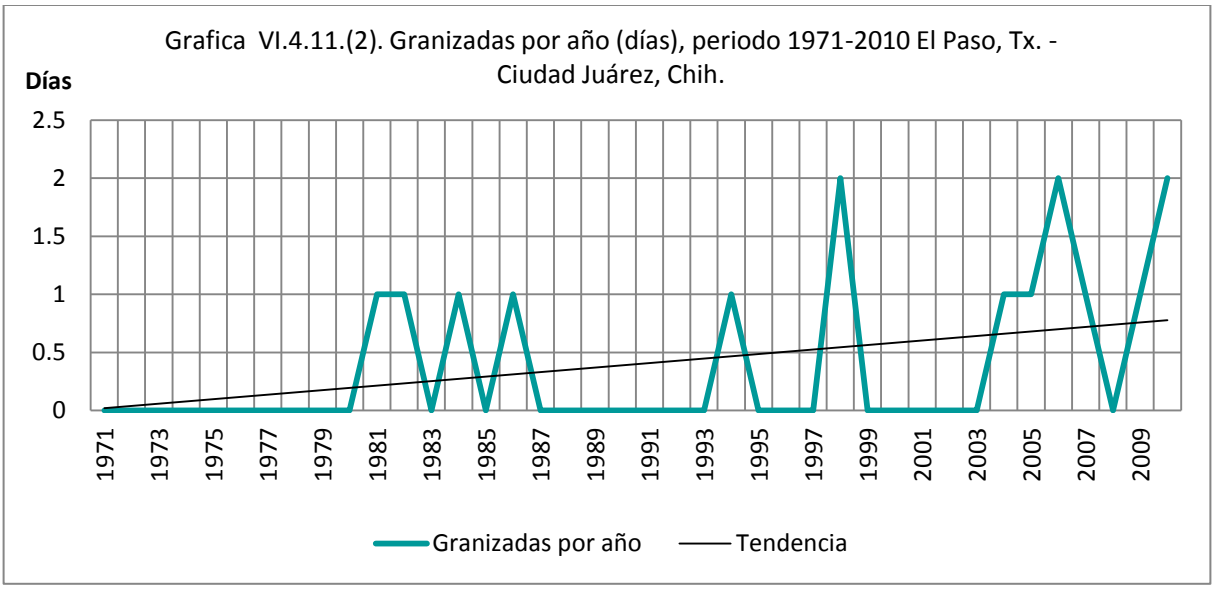
Fuente: Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport, 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W. (Elaboración propia IMIP-2010).

De la tabla anterior, se puede destacar la poca incidencia que tienen las granizadas en Ciudad Juárez, siendo el mes de mayo cuando más eventos de este tipo se presentan con 4 incidencias. Para comprender mejor el comportamiento de este fenómeno meteorológico dentro del periodo analizado, se elaboró la grafica VI.4.11.(1) que muestra las granizadas mensuales de 1971 a 2010.



Fuente: Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport, 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W. (Elaboración propia IMIP-2010).

Debido a que las precipitaciones en forma de granizo se presentan de forma sectorizada y con muy poca incidencia, los registros que se tienen son insuficientes para elaborar un análisis a fondo de su comportamiento, por lo tanto solamente se puede analizar de manera relativa con los datos recabados en la tabla VI.4.10.(2)., información que se utilizó para graficar el numero de incidencias anuales del periodo 1971-2010, grafica VI.4.11.(2).



Fuente: Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport, 31°47'59" Longitud N y 106°23'45" Latitud W. (Elaboración propia IMIP-2010).

Atendiendo a la grafica anterior, se puede observar que en el periodo analizado y al menos con una estación meteorológica registró datos para los años de 1971 a 2010, lo que refleja un aumento en los últimos 40 años, siendo esta una tendencia manifiesta.

De acuerdo a la información recabada en los medios de comunicación, es más frecuente la incidencia de granizo en el sector Oriente de la ciudad, donde la planicie coincide con el Valle de Juárez.

VI.4.12. Masas de Aire – Nevadas

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones. Los copos de nieve tienen diferentes formas y tamaño, ello depende de la temperatura y humedad de la atmósfera, todos presentan estructuras hexagonales debido a cómo se agrupan las moléculas de oxígeno e hidrógeno al congelarse el agua.

Los efectos negativos de las nevadas en la población son las bajas temperaturas que se asocian a ellas, que pueden provocar enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de

los casos, muerte por hipotermia, sobre todo, a indigentes o personas de bajos recursos económicos, por habitar en viviendas precarias. En las ciudades, las nevadas pueden ocasionar graves daños como son: el desquiciamiento del tránsito, apagones y taponamiento de drenajes, acumulación de nieve en los techos de las casas y su colapso, bloqueo de caminos, congelamiento de la red de agua potable, suspensión de las actividades aéreas, suspensión de labores y clases en las escuelas. En las zonas rurales, si el fenómeno es de poca intensidad, no provoca daños importantes a la agricultura; en cambio, si la nevada es fuerte, la afectación puede ser extensa, dependiendo del tipo de cultivo y de la etapa de crecimiento en la que se encuentre, el ganado que está a la intemperie puede morir congelado, etc. De acuerdo al CENAPRED, este señala que las nevadas en el estado de chihuahua, suceden principalmente en la región de la sierra, con un promedio de más de seis veces al año, y lo clasifica en el mapa de ocurrencias de nevadas en México entre poco frecuente y regularmente frecuente por el numero de ocurrencias anuales. En Ciudad Juárez, la ocurrencia de nevadas está ligada a la entrada de masas de aire polar y frentes fríos durante el invierno, y debido a que se cuenta con muy poca información climatológica o carece de datos tales como profundidad de la capa de nieve, sobre este fenómeno, las estaciones meteorológicas de las que se tienen datos, no registran las nevadas o solamente muestran los días de ocurrencia, el análisis de la información se basa principalmente en la incidencia de este acontecimiento meteorológico en la región, se realizo primeramente, el registro histórico de nevadas para un periodo de 40 años que comprende de 1971 a 2010, información que se muestra en la tabla VI.4.12.(1) Días con nevadas por mes y año.

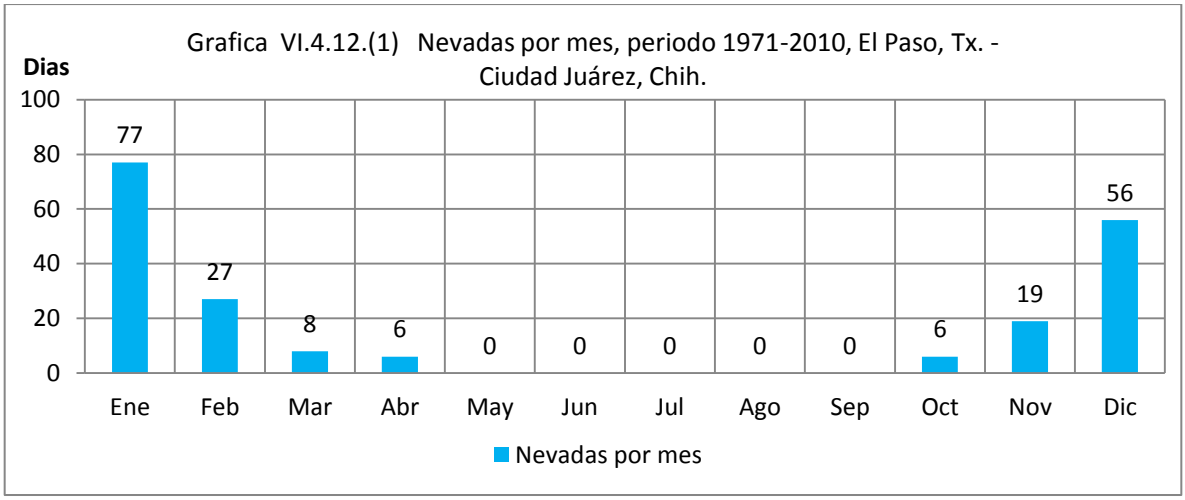
Tabla VI.4.12.(1) Días con nevadas por mes y año en Cd. Juárez, Chih

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total x año
1971	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	**10**

1972	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
1973	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**
1974	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**7**
1975	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**7**
1976	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	4	1	**10**
1977	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
1978	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
1979	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**
1980	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	**9**
1981	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
1982	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	**8**
1983	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	**7**
1984	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**5**
1985	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**8**
1986	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**6**
1987	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**10**
1988	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**7**
1989	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**3**
1990	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**6**
1991	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**7**
1992	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**7**
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	**3**
1994	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
1996	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**2**
1997	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**8**
1998	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
1999	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2001	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	**5**
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**3**
2003	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
2004	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	**4**
2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	**2**
2007	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**8**
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**3**
2009	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	**9**
2010	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**5**
Total x mes	**77**	**27**	**8**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**19**	**56**	

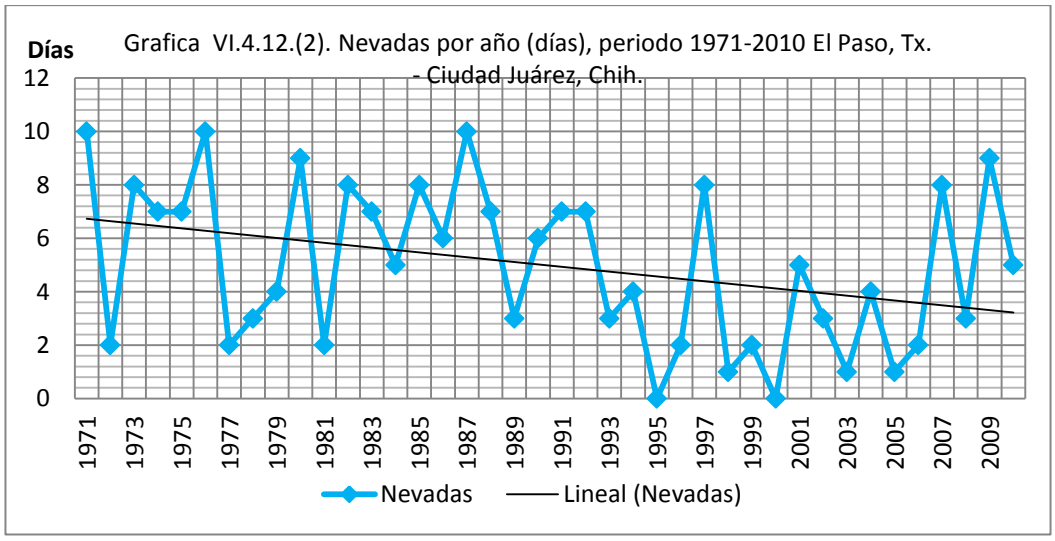
Fuente: Estación Meteorológica, El Paso Tx. International Airport, 31°47’59” Longitud N y 106°23’45” Latitud W. (Elaboración propia IMIP-2010).

Una vez obtenidos los datos históricos, se determinó que para el periodo analizado, los cálculos muestran que Ciudad Juárez presenta una ocurrencia de aproximadamente 5 nevadas por año. Asimismo se elaboró el gráfica VI.4.11.(1), que indica las nevadas por mes, y estableciéndose que el periodo normal de ocurrencia es de noviembre a febrero, aunque en algunos años se han presentado eventos poco comunes de nieve fuera del periodo antes mencionado, en los meses de mayo, marzo, abril y octubre, siendo el mes de enero el que mayor frecuencia presenta con 77 incidencias, para el periodo 1971-2010.



Elaboración propia IMIP (2010).

Para un conocimiento más a fondo del comportamiento de las nevadas en Ciudad Juárez, se laboró la grafica VI.4.12.(2) que muestra la variación de ocurrencias de nieve anualmente con relación al periodo comprendido de 1971 a 2010.



` Elaboración propia IMIP (2010).

De la grafica anterior, se observa que la ocurrencia de días con nevadas ha venido disminuyendo su frecuencia, tal como lo muestra el trazo de la línea de tendencia, ratificando la disminución de nevadas que se presentan anualmente, contrastando con la tendencia de la heladas, las cuales manifiestan una tendencia de incremento.

Tabla VI.4.12.(2) Periodos de retorno Nevadas

TR en años	Método de distribución			Valor adoptado (eventos/año)
	Log Normal	Normal	Gumbel	

5	9	8	7	8
10	14	9	9	9
20	20	10	11	10
50	31	11	14	11

Para la predicción estadística, se determinaron periodos de retorno, los cuales se asociaron al número de días con nevada por año para el periodo de 1971-2010, cuyos resultados se expresan en la tabla VI.4.12.(2). para TR=5, 10, 20 y 50 años.

Elaboración propia IMIP (2010).

En el cálculo de los periodos de retorno, se distribuyeron los datos por tres métodos estadísticos: Normal, Log-Normal y Gumbel y los valores adoptados fueron aquellos que arrojaron menor error cuadrático, en este caso, el método normal fue el que presentó un menor error. Comparando la Tabla VI.4.12.(1), se observa que en los años 1976 y 1987, se registraron 10 nevadas, que de acuerdo con el análisis estadístico, corresponde a un periodo de retorno de cada 20 años y un año con nevadas extraordinarias de 11 días, para un periodo de retorno de cada 50 años.

Como conclusión se puede afirmar que aun cuando se vienen registrando un menor número de nevadas anuales en los años intermedios al periodo de retorno de 20 años, este último persiste a pesar de ello.

VI.5. Vulnerabilidad

La *Vulnerabilidad* se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social.

La *vulnerabilidad física* es más factible de cuantificarse en términos físicos, a diferencia de la *vulnerabilidad social*, que pude valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

La vulnerabilidad física se expresa como una probabilidad de daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno. Cero implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo, y uno, implica que este daño es igual al valor del *bien expuesto*. De dos bienes expuestos uno es más vulnerable si, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, sufre mayores daños.

VI.5.1. Estimación de la vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social se ha relacionado con la pobreza, marginación, el desarrollo y las condiciones de vida que presenta la población, pero en los últimos años se ha observado una mayor relación entre la vulnerabilidad social y los desastres naturales, ya que engloban las características de desarrollo que tiene la población para sobreponerse a algún desastre y su

capacidad de organización y reacción ante este hecho. En otras palabras vulnerabilidad social ligada a desastres naturales, pudiese definirse como: una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de emergencias, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre (CENAPRED, 2006).

El objetivo principal es conocer el índice o grado de vulnerabilidad social de Ciudad Juárez, relacionada con desastres naturales mediante las características de la población más propensa a sufrir algún daño, tanto en su persona, como en aquellos bienes que posea. Todo esto con el fin de disminuir los posibles riesgos y sobre todo crear una educación de prevención.

VI.5.1.1. Metodología

La metodología que se desarrolla en este apartado, fue aplicada para cada una de las áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) que conforman Ciudad Juárez. La decisión de desagregar el estudio hasta esta unidad, se bebió principalmente a la información con la que se cuenta, ya que los datos estadísticos, que maneja el INEGI de manera más completa son por AGEB. La mancha urbana se compone de 554 agebs, de las cuales 535 contemplan información completa con las características necesarias para el análisis. Para lograr lo anterior se han elaborado algunos indicadores que permiten cuantificar la vulnerabilidad, los cuales son clasificados de acuerdo a rangos y valores que permitirán ubicar la situación de cada unidad de estudio y así asignarles un valor. Cada indicador es mencionado mediante una tabla, la cual contiene su fórmula, la descripción de variables, procedimiento y la justificación del mismo.

La fuente principal de información fue el XI Censo General de Población y Vivienda 2000 y el II Conteo de Población y Vivienda 2005, los cuales son elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como datos del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP).

Indicadores Socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos que se seleccionaron en este estudio se dividen en cinco rubros: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, ya que estas condiciones sociales, la calidad de las viviendas, y en general el nivel de desarrollo de la región, son susceptibles a eventos naturales. En esta parte se describirán detalladamente los 7 indicadores, uno de salud, dos en educación, uno para vivienda, dos en empleos e ingresos y uno en población, los cuales se describen a continuación:

Salud

La salud de la población de un país o cualquier localidad es un indicador determinante del desarrollo social, una de sus principales funciones es la prevención, por lo cual es de suma importancia conocer la accesibilidad que tiene la población a este servicio. (Tabla VI.5.1.1.(1))

Tabla VI.5.1.1.(1) Accesibilidad de la Población de Cd. Juárez a la Salud	
Sector	**Salud**
Indicador	1
	Porcentaje de la población no derechohabiente
Formula	%PND=(PND/PT)*100
Variables	%PND=Porcentaje de Población No Derechohabiente PND=Porcentaje de Población No Derechohabiente PT= Población Total
Procedimientos	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.
Justificación	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Educación

La educación permite obtener conocimientos, habilidades y aptitudes necesarias tanto para el desarrollo individual, familiar y social de la localidad, así como también es esta una variable que permite elevar el conocimiento ante femémonos naturales. En este apartado se presentan dos indicadores sobre las características educativas de la población, que permiten visualizar los avances o rezagos que dichas unidades de estudio presentan.(Tabla VI.5.1.1.(2) y (3)) indicadores de características educativas:

Tabla VI.5.1.1.(2) Indicador de % de Analfabetismo	
Sector	**Educación**
Indicador	2
	Porcentaje de analfabetismo
Formula	%A=(P15aA/PT15a)*100

Variables	%A=Porcentaje de Analfabetismo P15aA= Población de 15 años y más analfabeta PT15a= Población Total de 15 años y más
Procedimientos	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.
Justificación	Este indicador muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Tabla VI.5.1.1.(3) Indicador Grado Promedio de Escolaridad	
Sector	**Educación**
Indicador	3
	Grado promedio de escolaridad
Formula	GPE=SAAP15a/PT15a
Variables	GPE=Grado Promedio de Escolaridad SAAP15a= Suma de años aprobados desde primero de primaria hasta el último año alcanzado de la población de 15 años y más. PT15a=Población total de 15 años y más
Procedimientos	Este indicador es calculado por el INEGI, por lo que solo se tomo dicho dato.
Justificación	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, se considera a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Vivienda

El indicador que se presenta muestra a grandes rasgos las características de las viviendas de Ciudad Juárez. Son estos los de mayor peso para el estudio, ya que en las condiciones en las que las viviendas se encuentren, pueden llegar a determinar el grado de exposición y riesgo que pueden sufrir ante un desastre natural. Cuando las condiciones de una vivienda son precarias y no cuenta con el acceso a varios servicios o sus materiales de construcción no son adecuados para su seguridad, el factor de riesgo que puede llegar a presentarse sería demasiado alto.

La Tabla VI.5.1.1.(4) nos da el Indicador de Vivienda sin agua entubada.

Tabla VI.5.1.1.(4) Indicador de Vivienda sin Agua Entubada.	
Sector	**Vivienda**

Indicador	4
	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada
Formula	%VNDAE=(TVNDAE/TVPH)*100
Variables	%VNDAE= Porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada TVNDAE= Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada TVPH=Total de viviendas particulares habitadas
Procedimientos	El porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada es igual al total de viviendas particulares habitadas que no disponen de este servicio entre el total de viviendas particulares habitadas. El resultado se multiplica por cien.
Justificación	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se llevan a cabo de manera insalubre.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Empleo e Ingresos

Estos indicadores aportan elementos acerca de la generación de recursos, que permiten el sustento de la población, y con ayuda de este indicador se puede observar el nivel de vulnerabilidad que presenta la población ante situaciones de prevención y respuesta en caso de desastres naturales. (Tabla VI.5.1.1.(5) y (6)):

Tabla VI.5.1.1.(5) Indicador Empleo e Ingresos (PEA)

Sector	**Empleo e Ingresos**
Indicador	5
	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios
Formula	%PEA=(PH2SM/PEA)*100
Variables	%PEA= Porcentaje de la población económicamente activa PH2SM= Población que percibe hasta 2 salarios mínimos PEA=Población económicamente activa
Procedimientos	Se obtiene de dividir a la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA y el resultado se multiplica por cien.
Justificación	Este indicador proporciona de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc.
Fuente	XI Censo General de Población y Vivienda 2005

Tabla VI.5.1.1.(6) Indicador Razón de Dependencia	
Sector	**Empleo e Ingresos (Razón de Dependencia)**
Indicador	6
	Razón de dependencia
Formula	RD=(P0_14a+P65a/P15_64a)*100
Variables	RD= Razón de dependencia P0_14a= Población de 0 a 14 años P65a=Población de 65 años y más P15_64a=Población de 15 a 64 años
Procedimientos	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de las personas que por su e dad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años
Justificación	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Población

En este apartado se contempló un indicador social de la población de Ciudad Juárez, la densidad de población, el cual refleja, quizás la mala distribución o planeación de los gobiernos, hacia los asentamientos humanos, los cuales se pueden ver afectados ante un desastre natural. (Tabla VI.5.1.1.(7):

Tabla VI.5.1.1.(7)	
Sector	**Población**
Indicador	7
	Densidad de Población
Formula	DP=PT/ST
Variables	DP= Densidad de población PT= Población total ST=Superficie Territorial

Procedimientos	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo, el resultado indica el número de habitantes por kilometro cuadrado.
Justificación	La densidad, más que un problema de sobre población, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.
Fuente	II Conteo General de Población y Vivienda 2005

Determinación del grado de vulnerabilidad

La obtención de los siete indicadores, es con la finalidad de apreciar los principales factores que intervienen en la vulnerabilidad social para Ciudad Juárez ante algún desastre natural.

Una vez realizada la identificación, recopilación y organización de las variables necesarias, se prosiguió al cálculo de cada uno de los indicadores, según las formulas desarrolladas el las Tablas (1 a 7). Después de obtener el resultado del indicador (es) se procedió como segundo paso con la elaboración de los rangos, los cuales permiten establecer una condición de vulnerabilidad, dándole un valor entre 0 y 1, donde 1 representara el nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo, tal cual se muestra en la Tabla VI.5.1.1.(8):

Tabla VI.5.1.1.(8) Condición de Vulnerabilidad y Valor Asignado

Sector	Indicador		Rangos				Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Salud	1	Porcentaje de la población no derechohabiente	Igual a	18.83	ó	menos	Muy baja	0.00
			De	18.84	a	31.45	Baja	0.25
			De	31.46	a	44.07	Media	0.50
			De	44.08	a	56.68	Alta	0.75
			Igual a	56.69	ó	más	Muy alta	1.00
Educación	2	Porcentaje de	Igual a	2.90	ó	menos	Muy baja	0.00

		analfabetismo	De	2.91	a	5.76	Baja	0.25
			De	5.77	a	8.61	Media	0.50
			De	8.62	a	11.47	Alta	0.75
			Igual a	11.48	ó	más	Muy alta	1.00
	3	Grado promedio de escolaridad	Igual a	5.80	ó	menos	Muy alta	1.00
			De	5.81	a	7.89	Alta	0.75
			De	7.90	a	9.99	Media	0.50
			De	10.00	a	12.08	Baja	0.25
			Igual a	12.09	ó	más	Muy baja	0.00
Vivienda	4	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	Igual a	20.01	ó	menos	Muy baja	0.00
			De	20.02	a	39.97	Baja	0.25
			De	39.98	a	59.93	Media	0.50
			De	59.94	a	79.89	Alta	0.75
			Igual a	79.90	ó	más	Muy alta	1.00
Empleo e Ingresos	5	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios	Igual a	21.82	ó	menos	Muy baja	0.00
			De	21.83	a	37.21	Baja	0.25
			De	37.22	a	52.59	Media	0.50
			De	52.60	a	67.98	Alta	0.75
			Igual a	67.99	ó	más	Muy alta	1.00
	6	Razón de dependencia	Igual a	46.41	ó	menos	Muy baja	0.00
			De	46.42	a	63.27	Baja	0.25
			De	63.28	a	80.12	Media	0.50
			De	80.13	a	96.98	Alta	0.75
			Igual a	96.99	ó	más	Muy alta	1.00
Población	7	Densidad de Población	Igual a	3879	ó	menos	Muy baja	0.00
			De	7756	a	3880	Baja	0.25
			De	11632	a	7757	Media	0.50
			De	15509	a	11633	Alta	0.75
			Igual a	15510	ó	más	Muy alta	1.00

Una vez establecidos los valores para cada indicador en cada unidad de estudio (en este caso para los 535 agebs), se le asignó a cada área una calificación que está condicionada básicamente por el valor antes fijado entre 0 y 1. Esto se repite para cada indicador.

Ya fijadas las calificaciones por indicador, se sumaron para obtener una calificación total por rubro, en este caso salud sólo tiene un indicador, lo cual no requiere promedios, en educación se sumaran dos calificación, en vivienda solo sería una, empleos e ingresos dos y una en población, obteniendo así cinco grandes calificaciones. Después se procedió a la obtención del promedio para cada rubro, para darle el mismo peso a cada indicador, lo cual consiste en la división de la calificación total entre el número de indicadores de cada uno de los rubros.

Como penúltimo paso, una vez obtenido el promedio de cada uno de los cinco rubros, se procedió a la suma de los mismos entre cinco, que representa el número de rubros, (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). Este promedio total será el índice deseado, el cual nos reflejará las condiciones socioeconómicas de la localidad de Juárez.

Finalmente con el índice que se obtuvo de la operación anterior, cotejando los resultados y obteniendo nuevamente rangos, se determinó el Grado de Vulnerabilidad Social, este permite identificar que tan vulnerable es la población o cual es su capacidad de prevención y respuesta, con las condiciones socioeconómicas presentadas, ante un desastre natural. Sin embargo para ajustar los valores, se escalaron los datos de acuerdo al valor más alto obtenido, considerando este como el cien por ciento o la unidad y de ahí ponderando todas y cada una de las áreas de estudio hacia el menor valor.

Los rangos para asignar el Grado de vulnerabilidad social de cada uno de los agebs se presentan en la siguiente Tabla VI.5.1.1.(9).

Tabla VI.5.1.1.(9) Rangos de Vulnerabilidad Social

Valor Final				Grado de Vulnerabilidad social asociada a desastres
Igual a	0.22	ó	menor	Muy baja
De	0.23	a	0.42	Baja
De	0.43	a	0.62	Media
De	0.63	a	0.82	Alta
Igual a	0.83	ó	mayor	Muy alta

En el Mapa AT-V, de la Figura VI.5.1.1.(1) se describe la vulnerabilidad por ageb's, en función de su distribución espacial dentro del centro de población:

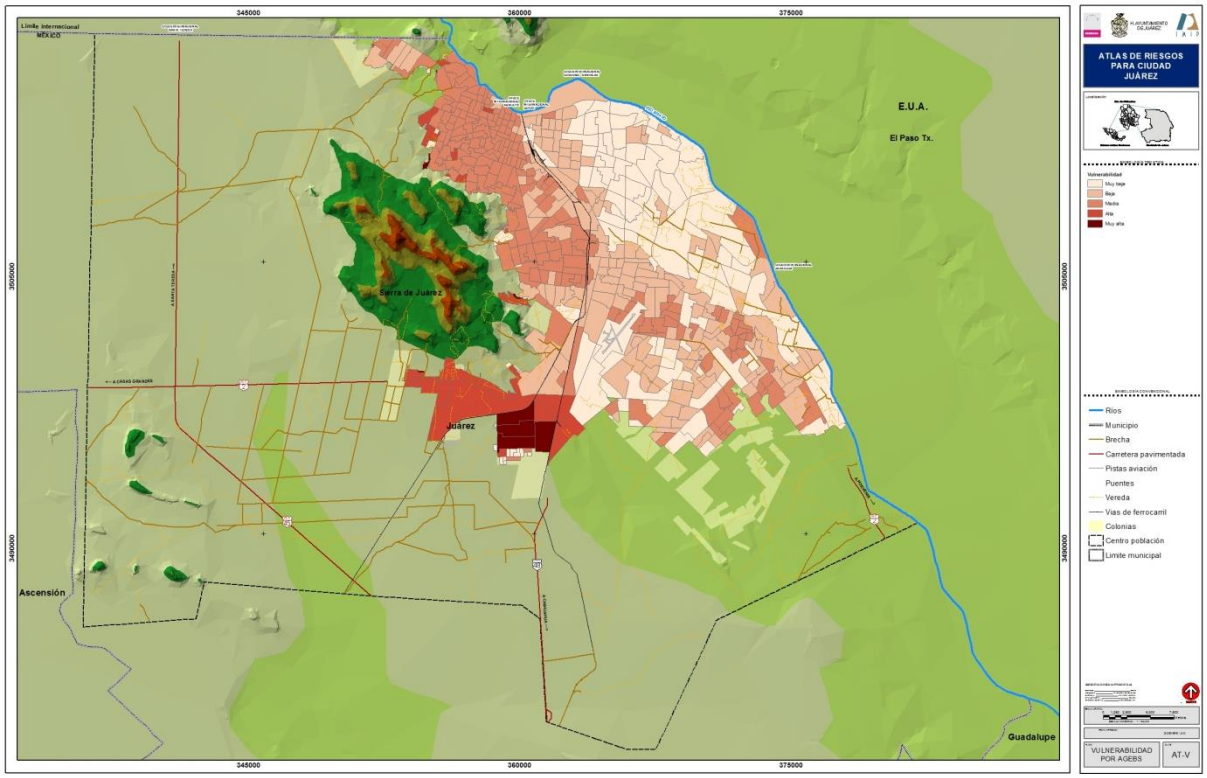


Figura VI.5.1.1.(1). Distribución de la vulnerabilidad por Ageb's
(IMIP-Elaboración propia, 2010)

VI.6. Zonificación del Riesgo

VI.6.1. Determinación del Riesgo

Metodología

Para la determinación del riesgo, se atendió al concepto descriptivo que maneja el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[17], el cual establece que *"…el riesgo se determina mediante el producto del valor de los bienes expuestos, por su vulnerabilidad y peligro*". Debido a que las unidades de vulnerabilidad y peligro son adimensionales, las unidades de riesgo serán las del valor de los bienes expuestos, que generalmente están dadas en unidades monetarias. Para Ciudad Juárez, se determinó el riesgo por ageb; previamente se identificaron las zonas afectadas por el fenómeno en cuestión.

Como criterio se tomó en cuenta solo la vivienda para definir el valor de riesgo. Se procedió a calcular el valor de los bienes afectados en vivienda, correspondiendo a la sumatoria del costo de la vivienda, más el menaje de la misma.

Se identificaron todas las zonas con probabilidad de afectación por algún fenómeno, procediendo a generar los polígonos de vivienda afectable, y contabilizar las casas propensas

[17] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos hidrometeorológicos, 1ª. Edición, noviembre de 2006.*

al sistema, así como el cálculo de la superficie construida afectada y la identificación del ageb correspondiente. Conociendo la superficie de construcción, se consiguió calcular el costo de los bienes afectados, multiplicando por el costo por m² de construcción, según el tipo de vivienda, valores (CMIC-IMIP -2010) que son mostrados en la tabla VI.6.1.(1).

Tabla VI.6.1.(1). Costos x m² de construcción para vivienda		
Autoconstrucción (IMIP)	$	1,602.25
Baja	$	5,316.00
Media	$	6,869.00
Residencial	$	8,367.00

Fuente: CMIC - IMIP.

En la tabla anterior, se observa que se tuvo que definir un parámetro de costo para el tipo de vivienda de autoconstrucción, que no se encuentra dentro de la clasificación de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción y sin embargo aplica para algunos tipos de vivienda en Ciudad Juárez, ya que son hogares de clase baja, pero construidos por los mismos propietarios (Autoconstrucción). Para determinar el menaje de casa, se elaboró una equivalencia, tomando en cuenta características aportadas por la descripción de los distintos tipos de vivienda que plantea el CENAPRED, el cual incluye su respectivo menaje. En la tabla VI.6.1.(2).se presenta el valor y clasificación equivalente para el tipo de vivienda identificado en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Tabla VI.6.1.(2). Clasificación del tipo de Vivienda y Menaje CENAPRED- MODIFICADO			
CENAPRED	**Descripción CENAPRED**	**Menaje CENAPRED**	**Vivienda Equivalente**
Tipo II	Hogares clasificados como de clase baja, donde la vivienda se describe como de autoconstrucción, la mayoría de las veces sin elementos estructurales.	$ 50,000.00	Autoconstrucción
Tipo III	También se clasifica como clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales.	$ 150,500.00	Baja
Tipo IV	Viviendas típicas de clase media, es decir puede ser equiparada con una vivienda de interés social.	$ 300,000.00	Media
Tipo V	Viviendas que corresponden al tipo residencial construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor.	$ 450,000.00	Residencial

Fuente: Elaboración propia IMIP (2010).

Una vez que se determinó que menaje corresponde a cada uno de los tipos de vivienda, se generó el cálculo por ageb, del valor de los bienes expuestos por el fenómeno, mediante la

sumatoria del costo por m² de construcción por la superficie construida sumando el menaje del total de viviendas expuestas dentro de la zona.

Después de obtener el valor de los bienes expuestos, se obtuvieron valores de peligro de acuerdo con la metodología del CENAPRED. Los valores obtenidos de excedencia y peligro, se presentan en la tabla VI.6.1.(3).

Tabla VI.6.1.(3). Medidas de excedencia y peligro

Intensidad	Tr(i)	v(i)	P(i)	Pe
1	2	1000	0.6	0.5
2	5	400	0.2	0.2
3	10	200	0.12	0.1
4	25	80	0.04	0.04
5	50	40	0.02	0.02
6	100	20	0.012	0.01
7	250	8	0.004	0.004
8	500	4	0.002	0.002
9	1000	2	0.001	0.001
10	2000	1	0.001	0.0005
11	-	0	0	0

Fuente: CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos

De la tabla anterior de medidas de excedencia y peligro (VI.6.1.(2)), se adoptó el valor correspondiente de acuerdo al fenómeno analizado.

Una vez determinado el peligro, se calculó el valor de vulnerabilidad por ageb (Ver apartado VI.4.1.1.), el cual se muestra en la tabla VI.6.1.(4).

Tabla VI.6.1.(4). Grado de vulnerabilidad por ageb para Ciudad Juárez, Chih.

Ageb	Grado de Vulnerabilidad		Ageb	Grado de Vulnerabilidad		Ageb	Grado de Vulnerabilidad	
040-1	0.33	Muy baja	287-4	0.50	Alta	513-5	0.27	Baja
041-6	0.27	Baja	288-9	0.70	Muy Alta	514-A	0.33	Baja
043-5	0.20	Baja	290-6	0.97	Baja	515-4	0.10	Baja
045-4	0.13	Baja	292-5	0.27	Baja	516-9	0.30	Baja
046-9	0.27	Muy baja	293-A	0.43	Media	517-3	0.13	Baja
047-3	0.13	Baja	295-9	0.40	Media	518-8	0.23	Media
049-2	0.17	Muy baja	296-3	0.47	Media	519-2	0.50	Media
050-5	0.13	Muy baja	297-8	0.53	Media	520-5	0.43	Baja

052-4	0.17	Baja	298-2	0.53	Media	521-A	0.20	Baja
053-9	0.40	Baja	326-6	0.47	Media	522-4	0.40	Baja
054-3	0.27	Media	327-0	0.67	Baja	523-9	0.27	Media
055-8	0.47	Baja	330-2	0.40	Baja	524-3	0.43	Muy baja
056-2	0.33	Baja	331-7	0.17	Muy baja	525-8	0.13	Muy baja
058-1	0.23	Baja	332-1	0.07	Baja	526-2	0.10	Baja
061-3	0.17	Baja	335-5	0.10	Media	527-7	0.27	Baja
062-8	0.40	Baja	336-A	0.47	Media	528-1	0.27	Baja
063-2	0.30	Baja	340-6	0.43	Muy baja	529-6	0.20	Baja
064-7	0.30	Baja	344-4	0.20	Baja	530-9	0.23	Baja
065-1	0.30	Baja	345-9	0.20	Baja	531-3	0.40	Baja
066-6	0.23	Baja	346-3	0.27	Baja	532-8	0.40	Muy baja
067-0	0.37	Baja	347-8	0.13	Muy baja	533-2	0.07	Baja
068-5	0.23	Baja	348-2	0.13	Baja	534-7	0.23	Baja
069-A	0.33	Baja	350-A	0.23	Baja	535-1	0.27	Baja
070-2	0.27	Baja	351-4	0.23	Baja	536-6	0.33	Media
071-7	0.33	Media	352-9	0.23	Baja	537-0	0.47	Media
072-1	0.40	Baja	353-3	0.20	Baja	538-5	0.60	Alta
073-6	0.33	Baja	354-8	0.13	Media	539-A	0.77	Baja
074-0	0.20	Media	355-2	0.50	Media	540-2	0.44	Muy baja
077-4	0.50	Media	356-7	0.57	Media	542-1	0.00	Media
078-9	0.47	Baja	357-1	0.53	Media	543-6	0.50	Alta
079-3	0.40	Media	358-6	0.53	Media	546-A	0.63	Media
080-6	0.47	Media	359-0	0.53	Media	547-4	0.47	Alta
081-0	0.53	Media	360-3	0.63	Media	548-9	0.77	Baja
082-5	0.47	Media	361-8	0.57	Media	549-3	0.22	Media
083-A	0.50	Baja	362-2	0.50	Media	550-6	0.73	Media
084-4	0.40	Baja	363-7	0.57	Media	551-0	0.67	Alta
085-9	0.17	Baja	364-1	0.50	Media	552-5	0.70	Media
086-3	0.30	Baja	365-6	0.47	Media	553-A	0.73	Muy baja
087-8	0.33	Baja	366-0	0.53	Baja	555-9	0.00	Baja
089-7	0.33	Media	367-5	0.20	Baja	556-3	0.23	Muy baja
090-A	0.50	Media	368-A	0.27	Media	557-8	0.00	Muy baja
091-4	0.53	Media	369-4	0.50	Baja	558-2	0.00	Media
092-9	0.47	Media	370-7	0.27	Media	559-7	0.73	Muy baja
096-7	0.50	Media	371-1	0.50	Media	560-A	0.00	Media
097-1	0.43	Media	372-6	0.50	Media	561-4	0.60	Baja
098-6	0.53	Media	373-0	0.37	Media	562-9	0.40	Baja
099-0	0.50	Media	374-5	0.43	Media	564-8	0.33	Media
100-5	0.43	Media	375-A	0.47	Media	565-2	0.47	Alta
101-A	0.33	Media	376-4	0.40	Media	567-1	0.90	Media
104-3	0.50	Media	377-9	0.47	Media	569-0	0.80	Muy baja
105-8	0.50	Media	378-3	0.47	Media	570-3	0.00	Baja

106-2	0.47	Media	379-8	0.37	Media	571-8	0.56	Muy Alta
107-7	0.47	Media	380-0	0.47	Media	572-2	0.80	Muy Alta
108-1	0.53	Media	381-5	0.43	Baja	573-7	0.63	Alta
109-6	0.47	Media	382-A	0.37	Baja	574-1	0.60	Alta
110-9	0.57	Media	383-4	0.40	Baja	575-6	0.80	Alta
111-3	0.50	Media	384-9	0.53	Media	576-0	0.83	Muy baja
114-7	0.40	Media	385-3	0.43	Baja	577-5	0.00	Media
115-1	0.53	Media	386-8	0.23	Media	578-A	0.70	Muy baja
116-6	0.50	Media	387-2	0.50	Media	581-1	0.00	Baja
117-0	0.53	Media	388-7	0.43	Baja	582-6	0.30	Baja
118-5	0.50	Media	389-1	0.37	Baja	583-0	0.30	Baja
119-A	0.57	Media	390-4	0.43	Media	584-5	0.23	Baja
120-2	0.50	Media	391-9	0.53	Baja	585-A	0.43	Baja
121-7	0.53	Media	392-3	0.47	Baja	587-9	0.37	Muy baja
122-1	0.53	Baja	393-8	0.33	Baja	588-3	0.00	Baja
123-6	0.47	Media	394-2	0.27	Media	589-8	0.37	Media
124-0	0.43	Media	395-7	0.50	Media	590-0	0.77	Media
127-4	0.57	Media	396-1	0.43	Baja	591-5	0.43	Baja
128-9	0.60	Media	397-6	0.37	Baja	592-A	0.57	Baja
129-3	0.53	Media	398-0	0.47	Baja	593-4	0.23	Baja
130-6	0.50	Media	399-5	0.17	Baja	594-9	0.30	Muy baja
131-0	0.53	Media	400-A	0.13	Baja	595-3	0.13	Muy baja
132-5	0.57	Media	401-4	0.47	Media	596-8	0.07	Media
133-A	0.57	Media	402-9	0.50	Media	597-2	0.60	Baja
134-4	0.57	Media	403-3	0.57	Media	598-7	0.57	Alta
135-9	0.57	Media	404-8	0.50	Media	599-1	0.67	Media
136-3	0.50	Media	405-2	0.57	Media	600-6	0.53	Media
137-8	0.57	Media	406-7	0.57	Media	601-0	0.53	Media
138-2	0.47	Media	407-1	0.53	Media	602-5	0.40	Media
139-7	0.50	Baja	408-6	0.53	Media	603-A	0.47	Media
141-4	0.37	Media	409-0	0.53	Media	604-4	0.50	Media
142-9	0.47	Media	410-3	0.53	Media	605-9	0.63	Muy baja
143-3	0.43	Baja	411-8	0.57	Media	606-3	0.07	Muy baja
144-8	0.33	Media	412-2	0.53	Media	607-8	0.13	Muy baja
145-2	0.50	Media	413-7	0.60	Media	608-2	0.13	Media
146-7	0.50	Media	414-1	0.50	Media	609-7	0.57	Media
147-1	0.43	Media	415-6	0.53	Media	610-A	0.50	Media
150-3	0.50	Media	416-0	0.67	Media	611-4	0.50	Baja
151-8	0.50	Media	417-5	0.53	Media	612-9	0.50	Baja
157-5	0.47	Media	418-A	0.57	Media	618-6	0.33	Baja
158-A	0.53	Media	419-4	0.50	Media	619-0	0.44	Baja
159-4	0.43	Media	420-7	0.50	Muy baja	623-7	0.23	Baja
161-1	0.57	Media	421-1	0.10	Muy baja	624-1	0.37	Baja

162-6	0.40	Media	422-6	0.10	Media	627-5	0.20	Baja
168-3	0.40	Media	423-0	0.53	Media	630-7	0.17	Baja
169-8	0.47	Media	424-5	0.47	Media	636-4	0.23	Baja
170-0	0.43	Media	425-A	0.43	Media	637-9	0.23	Baja
171-5	0.50	Media	426-4	0.57	Muy baja	638-3	0.23	Baja
172-A	0.40	Baja	428-3	0.07	Baja	639-8	0.43	Baja
173-4	0.33	Media	429-8	0.23	Baja	640-0	0.17	Baja
174-9	0.37	Media	430-0	0.33	Baja	641-5	0.37	Baja
175-3	0.33	Baja	431-5	0.20	Baja	642-A	0.40	Baja
176-8	0.33	Baja	432-A	0.17	Baja	643-4	0.30	Muy baja
177-2	0.27	Baja	433-4	0.43	Media	644-9	0.00	Baja
178-7	0.33	Baja	434-9	0.40	Media	649-1	0.37	Media
179-1	0.37	Baja	435-3	0.43	Media	650-4	0.43	Media
180-4	0.33	Media	436-8	0.43	Media	654-2	0.53	Baja
181-9	0.37	Baja	437-2	0.53	Baja	655-7	0.40	Baja
182-3	0.33	Baja	438-7	0.20	Baja	656-1	0.27	Baja
183-8	0.40	Media	441-9	0.10	Baja	657-6	0.20	Baja
184-2	0.40	Media	442-3	0.40	Muy baja	658-0	0.27	Baja
185-7	0.37	Baja	443-8	0.13	Baja	659-5	0.37	Baja
187-6	0.27	Media	444-2	0.27	Baja	660-8	0.43	Baja
188-0	0.57	Media	445-7	0.37	Media	661-2	0.37	Alta
200-3	0.50	Muy baja	446-1	0.43	Media	662-7	0.70	Muy Alta
204-1	0.07	Muy baja	447-6	0.50	Media	663-1	1.00	Baja
205-6	0.20	Muy baja	448-0	0.40	Media	664-6	0.23	Baja
207-5	0.07	Muy baja	449-5	0.50	Media	665-0	0.30	Baja
208-A	0.10	Muy baja	450-8	0.47	Media	666-5	0.23	Baja
209-4	0.13	Baja	451-2	0.50	Baja	667-A	0.17	Baja
211-1	0.13	Muy baja	452-7	0.37	Baja	668-4	0.47	Baja
212-6	0.03	Muy baja	453-1	0.37	Muy baja	669-9	0.30	Media
213-0	0.10	Muy baja	454-6	0.20	Baja	670-1	0.53	Baja
216-4	0.07	Baja	455-0	0.50	Baja	671-6	0.20	Baja
219-8	0.17	Baja	456-5	0.43	Baja	672-0	0.47	Media
220-0	0.27	Baja	457-A	0.50	Media	673-5	0.53	Baja
222-A	0.33	Baja	458-4	0.50	Media	674-A	0.50	Baja
223-4	0.43	Baja	459-9	0.53	Media	675-4	0.50	Baja
224-9	0.43	Media	461-6	0.37	Media	676-9	0.50	Media
225-3	0.50	Media	462-0	0.50	Alta	677-3	0.60	Baja
226-8	0.50	Baja	463-5	0.50	Baja	678-8	0.40	Baja
227-2	0.50	Baja	464-A	0.30	Baja	679-2	0.33	Baja
229-1	0.30	Muy baja	465-4	0.47	Baja	680-5	0.23	Baja
231-9	0.20	Media	466-9	0.27	Baja	683-9	0.40	Baja
233-8	0.50	Baja	467-3	0.30	Media	684-3	0.27	Baja
234-2	0.17	Muy baja	468-8	0.37	Baja	685-8	0.10	Baja

235-7	0.17	Muy baja	469-2	0.30	Baja	686-2	0.20	Baja
236-1	0.37	Media	470-5	0.33	Baja	687-7	0.10	Baja
237-6	0.50	Media	471-A	0.37	Media	688-1	0.27	Baja
239-5	0.43	Media	472-4	0.83	Alta	689-6	0.40	Baja
241-2	0.50	Baja	473-9	0.87	Alta	690-9	0.40	Baja
245-0	0.43	Media	474-3	1.00	Media	691-3	0.27	Baja
246-5	0.37	Baja	475-8	0.50	Media	692-8	0.20	Muy baja
248-4	0.37	Baja	476-2	0.60	Baja	694-7	0.00	Baja
249-9	0.27	Media	477-7	0.50	Media	695-1	0.27	Baja
251-6	0.37	Muy baja	478-1	0.50	Media	696-6	0.33	Baja
252-0	0.13	Muy baja	479-6	0.43	Baja	697-0	0.20	Alta
254-A	0.00	Media	481-3	0.33	Alta	698-5	0.80	Media
257-3	0.77	Baja	482-8	0.73	Media	700-4	0.87	Muy baja
258-8	0.40	Media	483-2	0.77	Media	702-3	0.00	Baja
259-2	0.43	Media	484-7	0.47	Baja	703-8	0.27	Baja
260-5	0.43	Baja	486-6	0.37	Baja	704-2	0.17	Baja
261-A	0.37	Media	488-5	0.40	Media	705-7	0.27	Baja
262-4	0.43	Media	489-A	0.53	Media	706-1	0.20	Muy baja
263-9	0.43	Media	490-2	0.57	Media	707-6	0.07	Baja
264-3	0.43	Media	491-7	0.50	Media	708-0	0.07	Baja
265-8	0.43	Media	494-0	0.43	Baja	709-5	0.27	Baja
266-2	0.47	Media	495-5	0.30	Media	710-8	0.30	Baja
267-7	0.50	Muy baja	496-A	0.60	Baja	711-2	0.33	Media
268-1	0.07	Baja	497-4	0.43	Media	712-7	0.47	Baja
269-6	0.13	Muy baja	498-9	0.47	Alta	713-1	0.37	Baja
270-9	0.07	Media	499-3	0.80	Media	714-6	0.30	Muy baja
271-3	0.53	Media	500-8	0.60	Baja	715-0	0.00	Baja
272-8	0.50	Media	501-2	0.33	Baja	716-5	0.23	Alta
273-2	0.57	Muy baja	502-7	0.47	Baja	717-A	0.70	Media
274-7	0.07	Baja	503-1	0.40	Baja	718-4	0.33	Baja
275-1	0.13	Muy baja	505-0	0.40	Media	719-9	0.23	Muy baja
276-6	0.13	Baja	506-5	0.43	Media	720-1	0.00	Baja
277-0	0.27	Baja	507-A	0.40	Media	721-6	0.20	Baja
281-7	0.33	Media	508-4	0.40	Media	722-0	0.47	Media
282-1	0.40	Media	509-9	0.40	Media	724-A	0.77	Muy baja
283-6	0.53	Media	511-6	0.43	Media	725-4	0.17	Baja
284-0	0.47	Media	512-0	0.43	Baja	726-9	0.33	Baja
						727-3	0.13	Baja
						728-8	0.43	Baja
						729-2	0.13	Baja
						730-5	0.33	Baja
						731-A	0.13	Baja
						732-4	0.27	Muy baja

734-3	0.00	Muy baja
735-8	0.00	Media
736-2	0.57	Muy baja
738-1	0.11	Media
740-9	0.60	Muy baja
741-3	0.00	Media
742-8	0.47	Media

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Con la obtención de los grados de vulnerabilidad por ageb, se completaron las tres variables necesarias para el cálculo del riesgo, (valor de los bienes expuestos, peligro y vulnerabilidad), las cuales también fueron indispensables para la obtención de los índices de riesgo, que en este caso se evaluaron de dos maneras distintas, el primero se realizo por metro cuadrado de afectación de los bienes expuestos y el segundo por nivel de afectación de vivienda.

Una vez obtenidos los índices de riesgo por ageb, estos se utilizaron para la elaboración de mapas de riesgo, (ver mapas de riesgo por inundación y deslizamientos HM-IR1 y HM-IR3), los cuales muestran los diferentes niveles de riesgo en las zonas identificadas.

VI.6.2. Distribución espacial de la vulnerabilidad

Para la identificación de los sectores con distintos tipo de vulnerabilidad social en la ciudad, se recurrió a la información de II Conteo de Población y Vivienda 2005 del INEGI y se realizo el correspondiente trabajo de campo para analizar las condiciones de bienestar social, en donde se examinó, la situación de la dotación y abastecimiento de servicios públicos básicos entre otros.

El Capitulo V de este atlas de riesgos y peligros, muestra en el subcapítulo V.1.7 el análisis a detalle de la distribución espacial de la vulnerabilidad de cada una de las zonas mencionadas y debido a que sería impráctico y demasiado extensivo hacer un análisis a nivel AGEB, se procedió a revisar las delimitaciones de zonas aprobadas en los diferentes planes parciales en el municipio.

El primer paso fue ajustar geográficamente los 22 planes, por lo que se sub-dividieron y agruparon para solo quedar en 6 grandes zonas, Poniente Norte, Poniente Sur, Centro-Norte, Zona de Integración Ecológica, Zona Aeropuerto y Oriente. Para el análisis de las 6 zonas se utilizó el cálculo de los niveles de bienestar para Ciudad Juárez, generado por el Instituto Municipal de Investigación y Planeación.

Para identificar las áreas de los diferentes niveles de bienestar para Ciudad Juárez se tomó como base la información del II Conteo de Población y Vivienda 2005 del INEGI, datos tales como hacinamiento, % de analfabetismo, grado promedio de escolaridad, % de población con rezago educativo básico, % de población viviendo en un cuarto dormitorio y % de población viviendo en un cuarto.

Asimismo y con el fin de dar solidez a los datos, complementariamente se realizó trabajo de campo para corroborar las condiciones de bienestar social de las personas, donde se observó y analizó la situación de la dotación y el abastecimiento de los servicios públicos básicos, tales como drenaje y agua potable entre otros aspectos físicos del entorno.

Los resultados obtenidos para cada una de las zonas, se encuentran reflejados en el Anexo V (Análisis por zonas de la distribución espacial de la vulnerabilidad).

VI.7. Zonificación del Riesgo

VI.7.1. Determinación del Riesgo

VI.7.1.1. Metodología

Para la determinación del riesgo, se atendió al concepto descriptivo que maneja el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[18], el cual establece que *"…el riesgo se determina mediante el producto del valor de los bienes expuestos, por su vulnerabilidad y peligro*". Debido a que las unidades de vulnerabilidad y peligro son adimensionales, las unidades de riesgo serán las del valor de los bienes expuestos, que generalmente están dadas en unidades monetarias. Para Ciudad Juárez, se determinó el riesgo por ageb; previamente se identificaron las zonas afectadas por el fenómeno en cuestión.

Como criterio se tomó en cuenta solo la vivienda para definir el valor de riesgo. Se procedió a calcular el valor de los bienes afectados en vivienda, correspondiendo a la sumatoria del costo de la vivienda, más el menaje de la misma. Se identificaron todas las zonas con probabilidad de afectación por algún fenómeno, procediendo a generar los polígonos de vivienda afectable, y contabilizar las casas propensas al sistema, así como el cálculo de la superficie construida afectada y la identificación del ageb correspondiente. Conociendo la superficie de construcción, se consiguió calcular el costo de los bienes afectados, multiplicando por el costo por m² de construcción, según el tipo de vivienda, valores (CMIC-IMIP -2010) que son mostrados en la tabla VI.7.1.1.(1).

Tabla VI.7.1.1.(1). Costos x m² de construcción para vivienda		
Autoconstrucción (IMIP)	$	1,602.25
Baja	$	5,316.00
Media	$	6,869.00
Residencial	$	8,367.00

Fuente: CMIC -IMIP.

En la tabla anterior, se observa que se tuvo que definir un parámetro de costo para el tipo de vivienda de autoconstrucción, que no se encuentra dentro de la clasificación de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción y sin embargo aplica para algunos tipos de vivienda en Ciudad Juárez, ya que son hogares de clase baja, pero construidos por los mismos

[18] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos hidrometeorológicos, 1ª. Edición, noviembre de 2006.*

propietarios (Autoconstrucción). Para determinar el menaje de casa, se elaboró una equivalencia, tomando en cuenta características aportadas por la descripción de los distintos tipos de vivienda que plantea el CENAPRED, el cual incluye su respectivo menaje. En la Tabla VI.7.1.1.(2).se presenta el valor y clasificación equivalente para el tipo de vivienda identificado en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Tabla VI.7.1.1.(2). Clasificación del tipo de Vivienda y Menaje CENAPRED- MODIFICADO			
CENAPRED	Descripción CENAPRED	Menaje CENAPRED	Vivienda Equivalente
Tipo II	Hogares clasificados como de clase baja, donde la vivienda se describe como de autoconstrucción, la mayoría de las veces sin elementos estructurales.	$ 50,000.00	Autoconstrucción
Tipo III	También se clasifica como clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales.	$ 150,500.00	Baja
Tipo IV	Viviendas típicas de clase media, es decir puede ser equiparada con una vivienda de interés social.	$ 300,000.00	Media
Tipo V	Viviendas que corresponden al tipo residencial construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor.	$ 450,000.00	Residencial

Fuente: Elaboración propia IMIP (2010).

Una vez que se determinó que menaje corresponde a cada uno de los tipos de vivienda, se generó el cálculo por ageb, del valor de los bienes expuestos por el fenómeno, mediante la sumatoria del costo por m² de construcción por la superficie construida sumando el menaje del total de viviendas expuestas dentro de la zona. Después de obtener el valor de los bienes expuestos, se obtuvieron valores de peligro de acuerdo con la metodología del CENAPRED. Los valores obtenidos de excedencia y peligro, se presentan en la tabla VI.7.1.1.(3).

Tabla VI.7.1.1.(3). Medidas de excedencia y peligro				
Intensidad	Tr(i)	v(i)	P(i)	Pe
1	2	1000	0.6	0.5
2	5	400	0.2	0.2
3	10	200	0.12	0.1
4	25	80	0.04	0.04
5	50	40	0.02	0.02
6	100	20	0.012	0.01
7	250	8	0.004	0.004
8	500	4	0.002	0.002
9	1000	2	0.001	0.001
10	2000	1	0.001	0.0005
11	-	0	0	0

Fuente: CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos

De la tabla anterior de medidas de excedencia y peligro, se adoptó el valor correspondiente de acuerdo al fenómeno analizado. Una vez determinado el peligro, se tomó en cuenta los valores de la Tabla VI.6.1.(4). Grado de vulnerabilidad por ageb para Ciudad Juárez, Chih., que se encuentra en el apartado de VI.6.1, determinación del riesgo. Con los valores del grado de vulnerabilidad por ageb, se completaron las tres variables necesarias para el cálculo del riesgo, (valor de los bienes expuestos, peligro y vulnerabilidad), las cuales también fueron indispensables para la obtención de los índices de riesgo, que en este caso se evaluaron de dos maneras distintas, el primero se realizo por metro cuadrado de afectación de los bienes expuestos y el segundo por nivel de afectación de vivienda. Los rangos considerados por Nivel de Riesgo, están representados por el valor IR descrito en la Tabla VI.7.1.1.(5) mostrada a continuación:

Tabla VI.7.1.1.(5). Valor de I_{Rj} para Nivel de Riesgo			
I_{Rj}	será Muy Alto	si	0.81< IRj <1.0
I_{Rj}	será Alto	si	0.61< Irj <0.80
I_{Rj}	será Medio	si	0.41< Irj <0.60
I_{Rj}	será Bajo	si	0.21 < Irj <0.40
I_{Rj}	será Muy Bajo	si	0 < Irj <0.20

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Una vez obtenidos los índices de riesgo por ageb, estos se utilizaron para la elaboración de mapas de riesgo, (ver mapas de riesgo HM-IR1, 2, 3, 4 y GE-IRD1 y 2 para inundación y deslizamientos respectivamente), los cuales muestran los diferentes niveles de riesgo en las zonas identificadas.

VI.7.2. Zonificación de Riesgo Geológico

Los procesos de inestabilidad que se han definido para las edificaciones en la mancha urbana y de manera particular en la Sierra de Juárez, tanto por la estructura propia de la geología, que muestra en su colindancia con asentamientos existentes, como por los procesos de fallas y fracturas, inestabilidad y áreas de derrumbes identificados, coinciden claramente con las zonas en las que se presentan un mayor número de afectaciones a las viviendas y de riesgos potenciales. La ubicación geográfica de dichas aéreas donde se presentan los fenómenos de perturbación, es una de las tareas que fueron desarrolladas en este documento, con el fin de correlacionar la vulnerabilidad y el riesgo existente respecto a la población asentada.

Dada la importancia que reviste la Sierra de Juárez, es importante remitirse al Capítulo III Medio Natural, donde se documenta de manera focal la geología de esta porción periférica del poniente de la ciudad, con el fin de que se comprenda la complejidad de esta formación, y como consecuencia de ello, se proceda a tomar en cuenta que la edificación en la sierra

merece atención especial en cuanto a los procesos de construcción, y de manera particular la responsabilidad que habrá que asumir para llevar asentamientos a esta zona.

VI.7.2.1. Zonificación Fallas y Fracturas

La presencia de asentamientos humanos en zonas proclives a la presencia de fallas y fracturas, se identifican en la zona poniente del centro de población, identificándose 127 colonias, mismas que se enlistan a continuación en la Tabla VI.7.2.1.

Tabla VI.7.2.1.(1) Colonias interceptadas por fallas geológicas		
Riesgo Bajo		
1 de Mayo	Independencia Sur	Paseo de las Lilas
6 de Mayo	Josefa Ortiz de Domínguez	Periodista
Altavista	Juárez	Plutarco E. Calles
Alvaro Obregón	Km 20	Popular
Americano	Km 20 Jose María	Praderas de los Oasis
Barrio Alto	La Hacienda	Praderas del Pacifico
Bellavista	La Joya	Proveedores Electrolux
Burocrata	Las Haciendas	Reforma
Chamizal	Lázaro Cárdenas	Revolución Mexicana
Ciudad Moderna	Lindavista	Rincones de Salvarcar II
Colinas del Norte	Los Arcos	Rodriguez Borunda
Colonial del sur	Lote Bravo Simón Rodriguez	Roma poniente
Cuauhtémoc	Maestros Estatales	San Antonio
Del Carmen	Melchor Ocampo	San Felipe El Real
Del Safari I	México 68	Santa Rosa
El Dorado	Monumento	Senderos del Sur
El Mármol	Nueva Galeana	Siglo XXI
El Mezquital	Nuevo Hipódromo	Toribio Ortega
Electricistas	Palo Chino	Torreón
Enrique Guzmán	Panamericano Jardín	Valle de Allende
Estrella del Poniente	Pánfilo Natera	Valle de Olivos
Granjas de Chapultepec	Parque Industrial Aeropuerto	Valle Dorado III
Granjas Polo Gamboa	Parque Industrial Altavista	Villa Colonial
Granjas Unidas	Parque Industrial E. J. Gabriel	Villas de Alcalá
Gustavo Díaz Ordaz	Parque Industrial Electrolux	Vista hermosa
Hacienda de las Torres Univ.	Parque Industrial North Gate	Zacatecas
Hidalgo	Partido Escobedo	
Ignacio Aldama	Partido Romero	

Riesgo Medio		
16 de Septiembre	División del Norte	Libertad
Adolfo L. Mateos	El Barreal	Luis Echeverría
Ampliación Felipe Ángeles	Felipe Ángeles	Mariano Escobedo
Ampliación Fronteriza	Francisco Sarabia	Monterrey
Ampliación Plutarco E. Calles	Francisco Villa (norponiente)	Niños Héroes
Anáhuac	Francisco I. Madero	Oasis Revolución
Arroyo Colorado	Fronteriza	Parque Industrial Axial
Azteca	Granjas Santa Elena	Paso del Norte
Central de Abastos	Guadalajara	Predio Los Ojitos
Cazadores Juarenses	Hermenegildo Galeana	Puerto La Paz
Cereso y Cd. Militar	Independencia II	Renovación 92
Centro	Industrial	Ricardo Flores Magón
Chaveña	Insurgentes	Valle Dorado I
Chihuahua	Ladrillera Juárez	Valle Dorado II
Corregidora	Leyes de Reforma	Vicente Guerrero

Determinación del riesgo por movimiento de fallas

Como se describió en el Capitulo VI.2.4. de Fallas y fracturas peligro, el sistema de fallas identificado a través de todos los estudios realizados indica que estas representan un factor de susceptibilidad con clasificación de riesgo de bajo a medio. Por lo que bajo estas características se realizó la zonificación de riesgo.

Para la determinación del riesgo por movimiento de fallas en Ciudad Juárez, previamente se identificaron las fallas dentro de la zona de estudio, y se determinó una zona de afectación de 50mts a cada lado de la falla, lo cual define las viviendas que se encuentran afectadas por este fenómeno.

Una vez identificadas todas las zonas de afectación en cada falla, se procedió a calcular el valor de los bienes afectados en vivienda, se generaron los polígonos de vivienda afectable, y se calculó la superficie construida afectada con la identificación del ageb correspondiente. Con estos datos, se calculó el costo de los bienes afectados utilizando los valores de la tabla VI.6.1.(1) (Costos por m2 de construcción para vivienda), al cual se le sumó el valor del menaje correspondiente al promedio de tipo de vivienda según la tabla VI.6.1.(2) (Clasificación del tipo de Vivienda y Menaje CENAPRED- MODIFICADO), del capítulo de metodología para la determinación del riesgo. La tabla VI.7.2.1.(2) muestra los resultados obtenidos para el valor de los bienes expuestos, en zonas susceptibles a movimiento de fallas.

Tabla VI.7.2.1.(2). Valor de los bienes expuestos en zonas susceptibles a movimiento de fallas

Ageb	Tipo de edificación	Costo por m2 de construcción	Menaje ($/vivienda)	Número de viviendas	Superficie construida m2	Valor de los bienes expuestos "C"
040-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	27	3,240.00	$ 24,360,817.50
047-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	28	3,360.00	$ 25,263,070.00
052-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	7	840.00	$ 6,315,767.50
053-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
054-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	219	26,280.00	$ 197,593,297.50
055-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	175	21,000.00	$ 157,894,187.50
056-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	23	2,760.00	$ 20,751,807.50
061-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	102	12,240.00	$ 92,029,755.00
062-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	167	20,040.00	$ 150,676,167.50
063-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	181	21,720.00	$ 163,307,702.50
064-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	214	25,680.00	$ 193,082,035.00
065-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	243	29,160.00	$ 219,247,357.50
066-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	97	11,640.00	$ 87,518,492.50
068-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	210	25,200.00	$ 189,473,025.00
069-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	102	12,240.00	$ 92,029,755.00
070-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	165	19,800.00	$ 148,871,662.50
071-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	377	45,240.00	$ 340,149,192.50
074-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	37	4,440.00	$ 33,383,342.50
078-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	8	960.00	$ 7,218,020.00
080-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	33	3,960.00	$ 29,774,332.50
081-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	182	21,840.00	$ 164,209,955.00
082-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	36	4,320.00	$ 32,481,090.00
083-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50
084-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	126	15,120.00	$ 113,683,815.00
085-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	191	22,920.00	$ 172,330,227.50
086-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	40	4,800.00	$ 36,090,100.00
087-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	165	19,800.00	$ 148,871,662.50
089-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	73	8,760.00	$ 65,864,432.50
090-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	125	15,000.00	$ 112,781,562.50
091-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	70	8,400.00	$ 63,157,675.00
092-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	21	2,520.00	$ 18,947,302.50
096-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	59	7,080.00	$ 53,232,897.50
097-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	35	4,200.00	$ 31,578,837.50
099-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	184	22,080.00	$ 166,014,460.00
100-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	70	8,400.00	$ 63,157,675.00
101-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	89	10,680.00	$ 80,300,472.50
106-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	65	7,800.00	$ 58,646,412.50
108-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	143	17,160.00	$ 129,022,107.50

109-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	137	16,440.00	$ 123,608,592.50
110-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	27	3,240.00	$ 24,360,817.50
111-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	5	600.00	$ 4,511,262.50
117-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	22	2,640.00	$ 19,849,555.00
118-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	79	9,480.00	$ 71,277,947.50
119-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	72	8,640.00	$ 64,962,180.00
120-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	43	5,160.00	$ 38,796,857.50
121-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	99	11,880.00	$ 89,322,997.50
122-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	108	12,960.00	$ 97,443,270.00
123-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	117	14,040.00	$ 105,563,542.50
124-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	73	8,760.00	$ 65,864,432.50
127-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	34	4,080.00	$ 30,676,585.00
128-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	126	15,120.00	$ 113,683,815.00
130-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	92	11,040.00	$ 83,007,230.00
133-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
134-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	176	21,120.00	$ 158,796,440.00
135-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	180	21,600.00	$ 162,405,450.00
136-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50
137-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	68	8,160.00	$ 61,353,170.00
138-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	79	9,480.00	$ 71,277,947.50
139-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	147	17,640.00	$ 132,631,117.50
141-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	155	18,600.00	$ 139,849,137.50
142-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	240.00	$ 1,804,505.00
143-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	76	9,120.00	$ 68,571,190.00
144-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	78	9,360.00	$ 70,375,695.00
146-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	317	38,040.00	$ 286,014,042.50
147-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	439	52,680.00	$ 396,088,847.50
150-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	132	15,840.00	$ 119,097,330.00
151-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	150	18,000.00	$ 135,337,875.00
157-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	112	13,440.00	$ 101,052,280.00
158-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	234	28,080.00	$ 211,127,085.00
159-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	5	600.00	$ 4,511,262.50
161-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	49	5,880.00	$ 44,210,372.50
168-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	37	4,440.00	$ 33,383,342.50
169-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	123	14,760.00	$ 110,977,057.50
170-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	14	1,680.00	$ 12,631,535.00
223-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	168	20,160.00	$ 151,578,420.00
224-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	145	17,400.00	$ 130,826,612.50
225-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	170	20,400.00	$ 153,382,925.00
231-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	175	21,000.00	$ 157,894,187.50
237-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	150	18,000.00	$ 135,337,875.00

239-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	134	16,080.00	$ 120,901,835.00
245-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	17	2,040.00	$ 15,338,292.50
249-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	8	960.00	$ 7,218,020.00
251-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	225	27,000.00	$ 203,006,812.50
254-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	231	27,720.00	$ 208,420,327.50
270-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	49	5,880.00	$ 44,210,372.50
271-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	195	23,400.00	$ 175,939,237.50
272-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	91	10,920.00	$ 82,104,977.50
287-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	115	13,800.00	$ 103,759,037.50
288-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	124	14,880.00	$ 111,879,310.00
290-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	167	20,040.00	$ 150,676,167.50
295-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
296-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	172	20,640.00	$ 155,187,430.00
297-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	114	13,680.00	$ 102,856,785.00
326-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	86	10,320.00	$ 77,593,715.00
327-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	350	42,000.00	$ 315,788,375.00
335-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	83	9,960.00	$ 74,886,957.50
354-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	114	13,680.00	$ 102,856,785.00
355-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
356-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	9	1,080.00	$ 8,120,272.50
362-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	115	13,800.00	$ 103,759,037.50
363-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	110	13,200.00	$ 99,247,775.00
364-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	48	5,760.00	$ 43,308,120.00
365-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	68	8,160.00	$ 61,353,170.00
366-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	182	21,840.00	$ 164,209,955.00
367-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	74	8,880.00	$ 66,766,685.00
369-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
372-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	59	7,080.00	$ 53,232,897.50
374-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
376-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	47	5,640.00	$ 42,405,867.50
377-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	111	13,320.00	$ 100,150,027.50
378-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	72	8,640.00	$ 64,962,180.00
379-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	100	12,000.00	$ 90,225,250.00
380-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	28	3,360.00	$ 25,263,070.00
381-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	58	6,960.00	$ 52,330,645.00
383-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	44	5,280.00	$ 39,699,110.00
386-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	147	17,640.00	$ 132,631,117.50
387-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	27	3,240.00	$ 24,360,817.50
388-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	45	5,400.00	$ 40,601,362.50
389-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	48	5,760.00	$ 43,308,120.00
390-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	104	12,480.00	$ 93,834,260.00

391-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	36	4,320.00	$ 32,481,090.00
394-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	123	14,760.00	$ 110,977,057.50
395-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	183	21,960.00	$ 165,112,207.50
400-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	247	29,640.00	$ 222,856,367.50
401-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	67	8,040.00	$ 60,450,917.50
402-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	46	5,520.00	$ 41,503,615.00
403-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	44	5,280.00	$ 39,699,110.00
404-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	35	4,200.00	$ 31,578,837.50
405-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	99	11,880.00	$ 89,322,997.50
406-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	155	18,600.00	$ 139,849,137.50
407-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	180	21,600.00	$ 162,405,450.00
408-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	76	9,120.00	$ 68,571,190.00
409-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	331	39,720.00	$ 298,645,577.50
410-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	71	8,520.00	$ 64,059,927.50
411-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	96	11,520.00	$ 86,616,240.00
414-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	186	22,320.00	$ 167,818,965.00
416-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	37	4,440.00	$ 33,383,342.50
417-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	113	13,560.00	$ 101,954,532.50
422-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	37	4,440.00	$ 33,383,342.50
423-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	191	22,920.00	$ 172,330,227.50
424-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	241	28,920.00	$ 217,442,852.50
425-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	262	31,440.00	$ 236,390,155.00
432-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	33	3,960.00	$ 29,774,332.50
433-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	93	11,160.00	$ 83,909,482.50
445-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	72	8,640.00	$ 64,962,180.00
446-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	74	8,880.00	$ 66,766,685.00
447-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	106	12,720.00	$ 95,638,765.00
448-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	67	8,040.00	$ 60,450,917.50
449-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	57	6,840.00	$ 51,428,392.50
459-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	68	8,160.00	$ 61,353,170.00
461-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	167	20,040.00	$ 150,676,167.50
462-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	167	20,040.00	$ 150,676,167.50
471-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	19	2,280.00	$ 17,142,797.50
472-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	34	4,080.00	$ 30,676,585.00
473-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	102	12,240.00	$ 92,029,755.00
474-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	89	10,680.00	$ 80,300,472.50
475-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	39	4,680.00	$ 35,187,847.50
479-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	485	58,200.00	$ 437,592,462.50
481-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	29	3,480.00	$ 26,165,322.50
482-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	119	14,280.00	$ 107,368,047.50
488-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50

489-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	22	2,640.00	$ 19,849,555.00
490-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	230	27,600.00	$ 207,518,075.00
491-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	117	14,040.00	$ 105,563,542.50
498-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	72	8,640.00	$ 64,962,180.00
499-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	61	7,320.00	$ 55,037,402.50
500-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
511-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	151	18,120.00	$ 136,240,127.50
518-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50
519-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	29	3,480.00	$ 26,165,322.50
530-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	387	46,440.00	$ 349,171,717.50
531-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	121	14,520.00	$ 109,172,552.50
532-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	92	11,040.00	$ 83,007,230.00
533-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	221	26,520.00	$ 199,397,802.50
538-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	240.00	$ 1,804,505.00
539-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
540-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
542-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	46	5,520.00	$ 41,503,615.00
546-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50
547-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	155	18,600.00	$ 139,849,137.50
548-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	360.00	$ 2,706,757.50
549-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	17	2,040.00	$ 15,338,292.50
558-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	19	2,280.00	$ 17,142,797.50
560-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	8	960.00	$ 7,218,020.00
573-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	9	1,080.00	$ 8,120,272.50
575-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	14	1,680.00	$ 12,631,535.00
576-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
577-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	53	6,360.00	$ 47,819,382.50
578-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	240.00	$ 1,804,505.00
589-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	210	25,200.00	$ 189,473,025.00
603-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	45	5,400.00	$ 40,601,362.50
604-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	76	9,120.00	$ 68,571,190.00
605-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	128	15,360.00	$ 115,488,320.00
608-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	51	6,120.00	$ 46,014,877.50
609-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	89	10,680.00	$ 80,300,472.50
633-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	10	1,200.00	$ 9,022,525.00
656-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	240.00	$ 1,804,505.00
657-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	107	12,840.00	$ 96,541,017.50
658-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	117	14,040.00	$ 105,563,542.50
659-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	124	14,880.00	$ 111,879,310.00
660-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	47	5,640.00	$ 42,405,867.50
681-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	13	1,560.00	$ 11,729,282.50

694-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	6	720.00	$ 5,413,515.00
695-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	344	41,280.00	$ 310,374,860.00
696-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	175	21,000.00	$ 157,894,187.50
698-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	480.00	$ 3,609,010.00
700-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	120.00	$ 902,252.50
708-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	103	12,360.00	$ 92,932,007.50
709-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	248	29,760.00	$ 223,758,620.00
710-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	569	68,280.00	$ 513,381,672.50
711-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	238	28,560.00	$ 214,736,095.00
716-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	103	12,360.00	$ 92,932,007.50
724-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	55	6,600.00	$ 49,623,887.50
727-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	124	14,880.00	$ 111,879,310.00
728-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	240.00	$ 1,804,505.00
737-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	13	1,560.00	$ 11,729,282.50

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011)

Los valores obtenidos de excedencia y peligro, se obtuvieron de la tabla VI.6.1.(3) de la metodología para la determinación del riesgo; debido a que las fallas no presentan un riesgo potencial para la población, aun y cuando la falla más importante identificada es la EFMF, que tiene un movimiento de 0.18mm anuales según el USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), lo cual es un valor muy bajo, por lo tanto se adoptó un valor de peligro de 0.01, que corresponde a un periodo de retorno de 100 años.

Finalmente, se realizo el cálculo del riesgo, y se obtuvieron los índices de riesgo de la manera que se describe en la metodología para los agebs analizados en este estudio, los resultados de estos cálculos para fallas se muestran a continuación en la Tabla VI.7.2.1.(3). Riesgo por fallas por ageb en Ciudad Juárez, Chih.

Tabla VI.7.2.1.(3). Riesgo en zonas susceptibles a movimiento de fallas

Ageb	Valor de los bienes expuestos "C"	Peligro "P"	Vulnerabilidad "V"	Riesgo "R"	IR (costo unitario)	IR (vivienda)
040-1	$ 24,360,817.50	0.01	0.33	$ 80,390.70	0.00	0.00
047-3	$ 25,263,070.00	0.01	0.13	$ 32,841.99	0.00	0.00
052-4	$ 6,315,767.50	0.01	0.17	$ 10,736.80	0.00	0.00
053-9	$ 3,609,010.00	0.01	0.40	$ 14,436.04	0.00	0.00
054-3	$ 197,593,297.50	0.01	0.27	$ 533,501.90	0.00	0.00
055-8	$ 157,894,187.50	0.01	0.47	$ 742,102.68	0.00	0.00
056-2	$ 20,751,807.50	0.01	0.33	$ 68,480.96	0.00	0.00
061-3	$ 92,029,755.00	0.01	0.17	$ 156,450.58	0.00	0.00

062-8	$ 150,676,167.50	0.01	0.40	$ 602,704.67	0.00	0.00
063-2	$ 163,307,702.50	0.01	0.30	$ 489,923.11	0.00	0.00
064-7	$ 193,082,035.00	0.01	0.30	$ 579,246.11	0.00	0.00
065-1	$ 219,247,357.50	0.01	0.30	$ 657,742.07	0.00	0.00
066-6	$ 87,518,492.50	0.01	0.23	$ 201,292.53	0.00	0.00
068-5	$ 189,473,025.00	0.01	0.23	$ 435,787.96	0.00	0.00
069-A	$ 92,029,755.00	0.01	0.33	$ 303,698.19	0.00	0.00
070-2	$ 148,871,662.50	0.01	0.27	$ 401,953.49	0.00	0.00
071-7	$ 340,149,192.50	0.01	0.33	$ 1,122,492.34	0.00	0.00
074-0	$ 33,383,342.50	0.01	0.20	$ 66,766.69	0.00	0.00
078-9	$ 7,218,020.00	0.01	0.47	$ 33,924.69	0.00	0.00
080-6	$ 29,774,332.50	0.01	0.47	$ 139,939.36	0.00	0.00
081-0	$ 164,209,955.00	0.01	0.53	$ 870,312.76	0.01	0.01
082-5	$ 32,481,090.00	0.01	0.47	$ 152,661.12	0.00	0.00
083-A	$ 2,706,757.50	0.01	0.50	$ 13,533.79	0.01	0.01
084-4	$ 113,683,815.00	0.01	0.40	$ 454,735.26	0.00	0.00
085-9	$ 172,330,227.50	0.01	0.17	$ 292,961.39	0.00	0.00
086-3	$ 36,090,100.00	0.01	0.30	$ 108,270.30	0.00	0.00
087-8	$ 148,871,662.50	0.01	0.33	$ 491,276.49	0.00	0.00
089-7	$ 65,864,432.50	0.01	0.33	$ 217,352.63	0.00	0.00
090-A	$ 112,781,562.50	0.01	0.50	$ 563,907.81	0.01	0.01
091-4	$ 63,157,675.00	0.01	0.53	$ 334,735.68	0.01	0.01
092-9	$ 18,947,302.50	0.01	0.47	$ 89,052.32	0.00	0.00
096-7	$ 53,232,897.50	0.01	0.50	$ 266,164.49	0.01	0.01
097-1	$ 31,578,837.50	0.01	0.43	$ 135,789.00	0.00	0.00
099-0	$ 166,014,460.00	0.01	0.50	$ 830,072.30	0.01	0.01
100-5	$ 63,157,675.00	0.01	0.43	$ 271,578.00	0.00	0.00
101-A	$ 80,300,472.50	0.01	0.33	$ 264,991.56	0.00	0.00
106-2	$ 58,646,412.50	0.01	0.47	$ 275,638.14	0.00	0.00
108-1	$ 129,022,107.50	0.01	0.53	$ 683,817.17	0.01	0.01
109-6	$ 123,608,592.50	0.01	0.47	$ 580,960.38	0.00	0.00
110-9	$ 24,360,817.50	0.01	0.57	$ 138,856.66	0.01	0.01
111-3	$ 4,511,262.50	0.01	0.50	$ 22,556.31	0.01	0.01
117-0	$ 19,849,555.00	0.01	0.53	$ 105,202.64	0.01	0.01
118-5	$ 71,277,947.50	0.01	0.50	$ 356,389.74	0.01	0.01
119-A	$ 64,962,180.00	0.01	0.57	$ 370,284.43	0.01	0.01
120-2	$ 38,796,857.50	0.01	0.50	$ 193,984.29	0.01	0.01
121-7	$ 89,322,997.50	0.01	0.53	$ 473,411.89	0.01	0.01
122-1	$ 97,443,270.00	0.01	0.53	$ 516,449.33	0.01	0.01
123-6	$ 105,563,542.50	0.01	0.47	$ 496,148.65	0.00	0.00
124-0	$ 65,864,432.50	0.01	0.43	$ 283,217.06	0.00	0.00

127-4	$ 30,676,585.00	0.01	0.57	$ 174,856.53	0.01	0.01
128-9	$ 113,683,815.00	0.01	0.60	$ 682,102.89	0.01	0.01
130-6	$ 83,007,230.00	0.01	0.50	$ 415,036.15	0.01	0.01
133-A	$ 3,609,010.00	0.01	0.57	$ 20,571.36	0.01	0.01
134-4	$ 158,796,440.00	0.01	0.57	$ 905,139.71	0.01	0.01
135-9	$ 162,405,450.00	0.01	0.57	$ 925,711.07	0.01	0.01
136-3	$ 2,706,757.50	0.01	0.50	$ 13,533.79	0.01	0.01
137-8	$ 61,353,170.00	0.01	0.57	$ 349,713.07	0.01	0.01
138-2	$ 71,277,947.50	0.01	0.47	$ 335,006.35	0.00	0.00
139-7	$ 132,631,117.50	0.01	0.50	$ 663,155.59	0.01	0.01
141-4	$ 139,849,137.50	0.01	0.37	$ 517,441.81	0.00	0.00
142-9	$ 1,804,505.00	0.01	0.47	$ 8,481.17	0.00	0.00
143-3	$ 68,571,190.00	0.01	0.43	$ 294,856.12	0.00	0.00
144-8	$ 70,375,695.00	0.01	0.33	$ 232,239.79	0.00	0.00
146-7	$ 286,014,042.50	0.01	0.50	$ 1,430,070.21	0.01	0.01
147-1	$ 396,088,847.50	0.01	0.43	$ 1,703,182.04	0.00	0.00
150-3	$ 119,097,330.00	0.01	0.50	$ 595,486.65	0.01	0.01
151-8	$ 135,337,875.00	0.01	0.50	$ 676,689.38	0.01	0.01
157-5	$ 101,052,280.00	0.01	0.47	$ 474,945.72	0.00	0.00
158-A	$ 211,127,085.00	0.01	0.53	$ 1,118,973.55	0.01	0.01
159-4	$ 4,511,262.50	0.01	0.43	$ 19,398.43	0.00	0.00
161-1	$ 44,210,372.50	0.01	0.57	$ 251,999.12	0.01	0.01
168-3	$ 33,383,342.50	0.01	0.40	$ 133,533.37	0.00	0.00
169-8	$ 110,977,057.50	0.01	0.47	$ 521,592.17	0.00	0.00
170-0	$ 12,631,535.00	0.01	0.43	$ 54,315.60	0.00	0.00
223-4	$ 151,578,420.00	0.01	0.43	$ 651,787.21	0.00	0.00
224-9	$ 130,826,612.50	0.01	0.43	$ 562,554.43	0.00	0.00
225-3	$ 153,382,925.00	0.01	0.50	$ 766,914.63	0.01	0.01
231-9	$ 157,894,187.50	0.01	0.20	$ 315,788.38	0.00	0.00
237-6	$ 135,337,875.00	0.01	0.50	$ 676,689.38	0.01	0.01
239-5	$ 120,901,835.00	0.01	0.43	$ 519,877.89	0.00	0.00
245-0	$ 15,338,292.50	0.01	0.43	$ 65,954.66	0.00	0.00
249-9	$ 7,218,020.00	0.01	0.27	$ 19,488.65	0.00	0.00
251-6	$ 203,006,812.50	0.01	0.37	$ 751,125.21	0.00	0.00
254-A	$ 208,420,327.50	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
270-9	$ 44,210,372.50	0.01	0.07	$ 30,947.26	0.00	0.00
271-3	$ 175,939,237.50	0.01	0.53	$ 932,477.96	0.01	0.01
272-8	$ 82,104,977.50	0.01	0.50	$ 410,524.89	0.01	0.01
287-4	$ 103,759,037.50	0.01	0.50	$ 518,795.19	0.01	0.01
288-9	$ 111,879,310.00	0.01	0.70	$ 783,155.17	0.01	0.01
290-6	$ 150,676,167.50	0.01	0.97	$ 1,461,558.82	0.01	0.01

295-9	$ 902,252.50	0.01	0.40	$ 3,609.01	0.00	0.00
296-3	$ 155,187,430.00	0.01	0.47	$ 729,380.92	0.00	0.00
297-8	$ 102,856,785.00	0.01	0.53	$ 545,140.96	0.01	0.01
326-6	$ 77,593,715.00	0.01	0.47	$ 364,690.46	0.00	0.00
327-0	$ 315,788,375.00	0.01	0.67	$ 2,115,782.11	0.01	0.01
335-5	$ 74,886,957.50	0.01	0.10	$ 74,886.96	0.00	0.00
354-8	$ 102,856,785.00	0.01	0.13	$ 133,713.82	0.00	0.00
355-2	$ 902,252.50	0.01	0.50	$ 4,511.26	0.01	0.01
356-7	$ 8,120,272.50	0.01	0.57	$ 46,285.55	0.01	0.01
362-2	$ 103,759,037.50	0.01	0.50	$ 518,795.19	0.01	0.01
363-7	$ 99,247,775.00	0.01	0.57	$ 565,712.32	0.01	0.01
364-1	$ 43,308,120.00	0.01	0.50	$ 216,540.60	0.01	0.01
365-6	$ 61,353,170.00	0.01	0.47	$ 288,359.90	0.00	0.00
366-0	$ 164,209,955.00	0.01	0.53	$ 870,312.76	0.01	0.01
367-5	$ 66,766,685.00	0.01	0.20	$ 133,533.37	0.00	0.00
369-4	$ 3,609,010.00	0.01	0.50	$ 18,045.05	0.01	0.01
372-6	$ 53,232,897.50	0.01	0.50	$ 266,164.49	0.01	0.01
374-5	$ 3,609,010.00	0.01	0.43	$ 15,518.74	0.00	0.00
376-4	$ 42,405,867.50	0.01	0.40	$ 169,623.47	0.00	0.00
377-9	$ 100,150,027.50	0.01	0.47	$ 470,705.13	0.00	0.00
378-3	$ 64,962,180.00	0.01	0.47	$ 305,322.25	0.00	0.00
379-8	$ 90,225,250.00	0.01	0.37	$ 333,833.43	0.00	0.00
380-0	$ 25,263,070.00	0.01	0.47	$ 118,736.43	0.00	0.00
381-5	$ 52,330,645.00	0.01	0.43	$ 225,021.77	0.00	0.00
383-4	$ 39,699,110.00	0.01	0.40	$ 158,796.44	0.00	0.00
386-8	$ 132,631,117.50	0.01	0.23	$ 305,051.57	0.00	0.00
387-2	$ 24,360,817.50	0.01	0.50	$ 121,804.09	0.01	0.01
388-7	$ 40,601,362.50	0.01	0.43	$ 174,585.86	0.00	0.00
389-1	$ 43,308,120.00	0.01	0.37	$ 160,240.04	0.00	0.00
390-4	$ 93,834,260.00	0.01	0.43	$ 403,487.32	0.00	0.00
391-9	$ 32,481,090.00	0.01	0.53	$ 172,149.78	0.01	0.01
394-2	$ 110,977,057.50	0.01	0.27	$ 299,638.06	0.00	0.00
395-7	$ 165,112,207.50	0.01	0.50	$ 825,561.04	0.01	0.01
400-A	$ 222,856,367.50	0.01	0.13	$ 289,713.28	0.00	0.00
401-4	$ 60,450,917.50	0.01	0.47	$ 284,119.31	0.00	0.00
402-9	$ 41,503,615.00	0.01	0.50	$ 207,518.08	0.01	0.01
403-3	$ 39,699,110.00	0.01	0.57	$ 226,284.93	0.01	0.01
404-8	$ 31,578,837.50	0.01	0.50	$ 157,894.19	0.01	0.01
405-2	$ 89,322,997.50	0.01	0.57	$ 509,141.09	0.01	0.01
406-7	$ 139,849,137.50	0.01	0.57	$ 797,140.08	0.01	0.01
407-1	$ 162,405,450.00	0.01	0.53	$ 860,748.89	0.01	0.01

408-6	$ 68,571,190.00	0.01	0.53	$ 363,427.31	0.01	0.01
409-0	$ 298,645,577.50	0.01	0.53	$ 1,582,821.56	0.01	0.01
410-3	$ 64,059,927.50	0.01	0.53	$ 339,517.62	0.01	0.01
411-8	$ 86,616,240.00	0.01	0.57	$ 493,712.57	0.01	0.01
414-1	$ 167,818,965.00	0.01	0.50	$ 839,094.83	0.01	0.01
416-0	$ 33,383,342.50	0.01	0.67	$ 223,668.39	0.01	0.01
417-5	$ 101,954,532.50	0.01	0.53	$ 540,359.02	0.01	0.01
422-6	$ 33,383,342.50	0.01	0.10	$ 33,383.34	0.00	0.00
423-0	$ 172,330,227.50	0.01	0.53	$ 913,350.21	0.01	0.01
424-5	$ 217,442,852.50	0.01	0.47	$ 1,021,981.41	0.00	0.00
425-A	$ 236,390,155.00	0.01	0.43	$ 1,016,477.67	0.00	0.00
432-A	$ 29,774,332.50	0.01	0.17	$ 50,616.37	0.00	0.00
433-4	$ 83,909,482.50	0.01	0.43	$ 360,810.77	0.00	0.00
445-7	$ 64,962,180.00	0.01	0.37	$ 240,360.07	0.00	0.00
446-1	$ 66,766,685.00	0.01	0.43	$ 287,096.75	0.00	0.00
447-6	$ 95,638,765.00	0.01	0.50	$ 478,193.83	0.01	0.01
448-0	$ 60,450,917.50	0.01	0.40	$ 241,803.67	0.00	0.00
449-5	$ 51,428,392.50	0.01	0.50	$ 257,141.96	0.01	0.01
459-9	$ 61,353,170.00	0.01	0.53	$ 325,171.80	0.01	0.01
461-6	$ 150,676,167.50	0.01	0.37	$ 557,501.82	0.00	0.00
462-0	$ 150,676,167.50	0.01	0.50	$ 753,380.84	0.01	0.01
471-A	$ 17,142,797.50	0.01	0.37	$ 63,428.35	0.00	0.00
472-4	$ 30,676,585.00	0.01	0.83	$ 254,615.66	0.01	0.01
473-9	$ 92,029,755.00	0.01	0.87	$ 800,658.87	0.01	0.01
474-3	$ 80,300,472.50	0.01	1.00	$ 803,004.73	0.01	0.01
475-8	$ 35,187,847.50	0.01	0.50	$ 175,939.24	0.01	0.01
479-6	$ 437,592,462.50	0.01	0.43	$ 1,881,647.59	0.00	0.00
481-3	$ 26,165,322.50	0.01	0.33	$ 86,345.56	0.00	0.00
482-8	$ 107,368,047.50	0.01	0.73	$ 783,786.75	0.01	0.01
488-5	$ 2,706,757.50	0.01	0.40	$ 10,827.03	0.00	0.00
489-A	$ 19,849,555.00	0.01	0.53	$ 105,202.64	0.01	0.01
490-2	$ 207,518,075.00	0.01	0.57	$ 1,182,853.03	0.01	0.01
491-7	$ 105,563,542.50	0.01	0.50	$ 527,817.71	0.01	0.01
498-9	$ 64,962,180.00	0.01	0.47	$ 305,322.25	0.00	0.00
499-3	$ 55,037,402.50	0.01	0.80	$ 440,299.22	0.01	0.01
500-8	$ 902,252.50	0.01	0.60	$ 5,413.52	0.01	0.01
511-6	$ 136,240,127.50	0.01	0.43	$ 585,832.55	0.00	0.00
518-8	$ 2,706,757.50	0.01	0.23	$ 6,225.54	0.00	0.00
519-2	$ 26,165,322.50	0.01	0.50	$ 130,826.61	0.01	0.01
530-9	$ 349,171,717.50	0.01	0.23	$ 803,094.95	0.00	0.00
531-3	$ 109,172,552.50	0.01	0.40	$ 436,690.21	0.00	0.00

532-8	$ 83,007,230.00	0.01	0.40	$ 332,028.92	0.00	0.00
533-2	$ 199,397,802.50	0.01	0.07	$ 139,578.46	0.00	0.00
538-5	$ 1,804,505.00	0.01	0.60	$ 10,827.03	0.01	0.01
539-A	$ 902,252.50	0.01	0.77	$ 6,947.34	0.01	0.01
540-2	$ 902,252.50	0.01	0.44	$ 3,969.91	0.00	0.00
542-1	$ 41,503,615.00	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
546-A	$ 2,706,757.50	0.01	0.63	$ 17,052.57	0.01	0.01
547-4	$ 139,849,137.50	0.01	0.47	$ 657,290.95	0.00	0.00
548-9	$ 2,706,757.50	0.01	0.77	$ 20,842.03	0.01	0.01
549-3	$ 15,338,292.50	0.01	0.22	$ 33,744.24	0.00	0.00
558-2	$ 17,142,797.50	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
560-A	$ 7,218,020.00	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
573-7	$ 8,120,272.50	0.01	0.63	$ 51,157.72	0.01	0.01
575-6	$ 12,631,535.00	0.01	0.80	$ 101,052.28	0.01	0.01
576-0	$ 3,609,010.00	0.01	0.83	$ 29,954.78	0.01	0.01
577-5	$ 47,819,382.50	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
578-A	$ 1,804,505.00	0.01	0.70	$ 12,631.54	0.01	0.01
589-8	$ 189,473,025.00	0.01	0.37	$ 701,050.19	0.00	0.00
603-A	$ 40,601,362.50	0.01	0.47	$ 190,826.40	0.00	0.00
604-4	$ 68,571,190.00	0.01	0.50	$ 342,855.95	0.01	0.01
605-9	$ 115,488,320.00	0.01	0.63	$ 727,576.42	0.01	0.01
608-2	$ 46,014,877.50	0.01	0.13	$ 59,819.34	0.00	0.00
609-7	$ 80,300,472.50	0.01	0.57	$ 457,712.69	0.01	0.01
633-0	$ 9,022,525.00	0.01	0.17	$ 15,338.29	0.00	0.00
656-1	$ 1,804,505.00	0.01	0.27	$ 4,872.16	0.00	0.00
657-6	$ 96,541,017.50	0.01	0.20	$ 193,082.04	0.00	0.00
658-0	$ 105,563,542.50	0.01	0.27	$ 285,021.56	0.00	0.00
659-5	$ 111,879,310.00	0.01	0.37	$ 413,953.45	0.00	0.00
660-8	$ 42,405,867.50	0.01	0.43	$ 182,345.23	0.00	0.00
681-A	$ 11,729,282.50	0.01	0.23	$ 26,977.35	0.00	0.00
694-7	$ 5,413,515.00	0.01	0.00	$ -	0.00	0.00
695-1	$ 310,374,860.00	0.01	0.27	$ 838,012.12	0.00	0.00
696-6	$ 157,894,187.50	0.01	0.33	$ 521,050.82	0.00	0.00
698-5	$ 3,609,010.00	0.01	0.80	$ 28,872.08	0.01	0.01
700-4	$ 902,252.50	0.01	0.87	$ 7,849.60	0.01	0.01
708-0	$ 92,932,007.50	0.01	0.07	$ 65,052.41	0.00	0.00
709-5	$ 223,758,620.00	0.01	0.27	$ 604,148.27	0.00	0.00
710-8	$ 513,381,672.50	0.01	0.30	$ 1,540,145.02	0.00	0.00
711-2	$ 214,736,095.00	0.01	0.33	$ 708,629.11	0.00	0.00
716-5	$ 92,932,007.50	0.01	0.23	$ 213,743.62	0.00	0.00
724-A	$ 49,623,887.50	0.01	0.77	$ 382,103.93	0.01	0.01

727-3	$ 111,879,310.00	0.01	0.13	$ 145,443.10	0.00	0.00
728-8	$ 1,804,505.00	0.01	0.43	$ 7,759.37	0.00	0.00
737-7	$ 11,729,282.50	0.01	0.57	$ 66,856.91	0.01	0.01

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Como se puede observar en la tabla anterior, las fallas no presentan mayor riesgo para las colonias, sin embargo es recomendable observar cuáles son las zonas que en un momento dado serian las más afectadas por este fenómeno (colonias con mayor densidad de fallas), por lo que se ponderó con riesgo medio a estas para diferenciarlas de las otras.

Los índices de riesgo por ageb, se utilizaron para la elaboración de mapas de riesgo, (ver mapa VI.7.2.1.(1) Clave GE-IRF de riesgo por fallas y fracturas), el cual muestra los diferentes niveles de riesgo en las zonas identificadas.

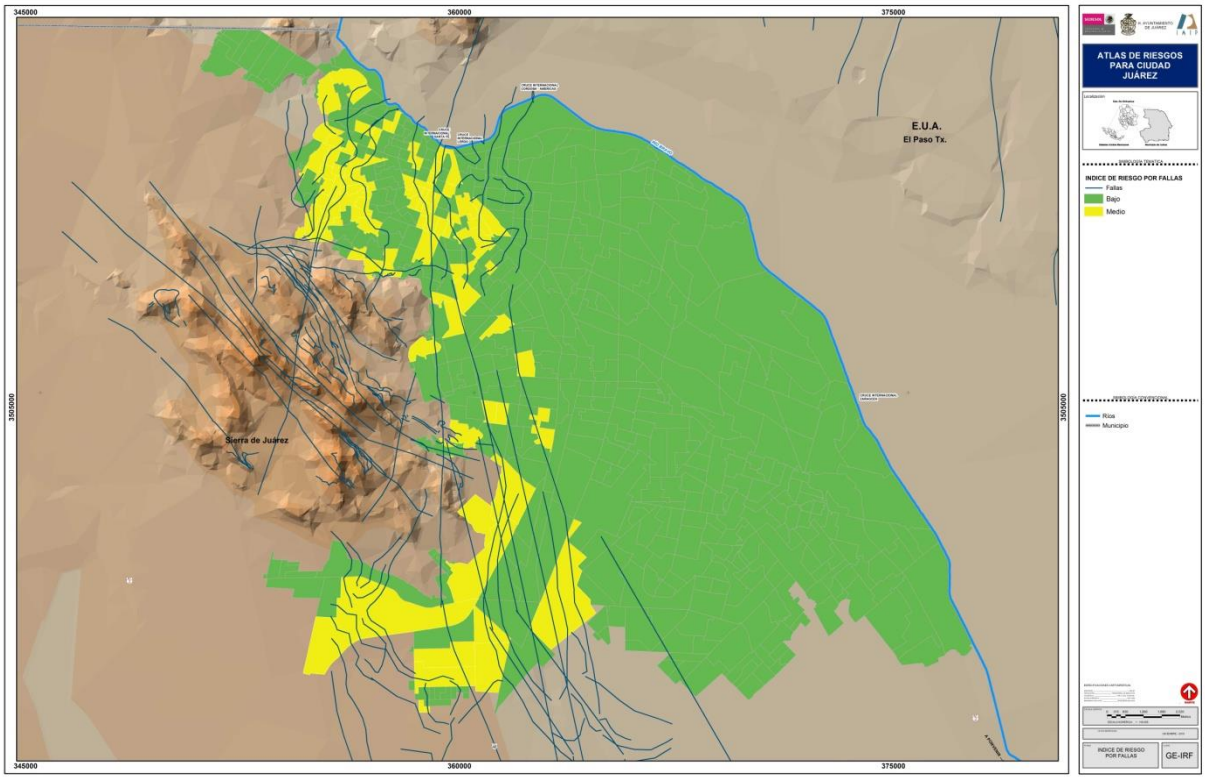


Figura Vi.7.2.1.(1) Mapa de riesgo por fallas y fracturas

VI.7.2.2. Zonificación de peligro por sismicidad

De acuerdo al programa Peligro Sísmico de México (1996) la aceleración máxima del terreno para diferentes períodos de retorno estimada para el área de estudio es la que se presenta en la Tabla VI.7.2.2.(1). En esta se puede observar que el valor máximo de aceleración del terreno es de 55 cm/s$^{2.}$ (correspondiente a un período de retorno de 1000 años) el cual resulta menor al valor de 150 cm/s^2 que se señala como valor de referencia general en

el cual se pueden presentar daños de algún tipo en las construcciones o movimiento de taludes.

Tabla VI.7.2.2.(1) Aceleraciones máximas del terreno para diferentes períodos de retorno	
Período de Retorno	Aceleración máxima
10	11
50	21
100	27
500	45
1000	55
Fuente: PSM 1996	

Como ya se ha mencionado en el apartado VI.2.6. de identificación de peligro por sismicidad, el último evento registrados en la zona conforme a reportes de prensa del día 06 de Junio del 2009 en Guadalupe D.B, poblado que se ubica en el valle de Juárez, a solo 56 km del centro del centro de la ciudad. En esta fecha se tuvo registro de un movimiento de magnitud de 3.8 grados en la escala de Richter, lo que establece la necesidad de poner atención a lo que en este sentido está ocurriendo, sin embargo los estudios elaborados por Departamento de Geología de los Estados Unidos (U.S.G.S.), al consultar su información para esta zona, el mapa de peligrosidad y zonificación sísmica para probabilidad de un evento sísmico, define que para un periodo de retorno de 50 años y probabilidad de excedencia del 2 %, una aceleración pico del terreno de 16% de la aceleración gravitacional (g), valor que geográficamente se ubica en la zona del valle de Juárez, con localización en las cercanías del poblado de Villa Esperanza y del poblado de Fabens Texas, de ahí que se recomienda, sea considerado este valor como criterio de diseño de edificación para las obras civiles con edificaciones de 4 niveles y mayores.

En base a la información existente, se presenta a continuación el Mapa de Peligro Sísmico Regional en la Figura VI.7.2.2.(1), en el que se definen las zonas con aceleración pico (%g) para un periodo de retorno de 50 años. De dicho mapa se tiene que el valor de la aceleración pico para el centro de población fluctúa entre 12 y 13.5 de % de g.

:

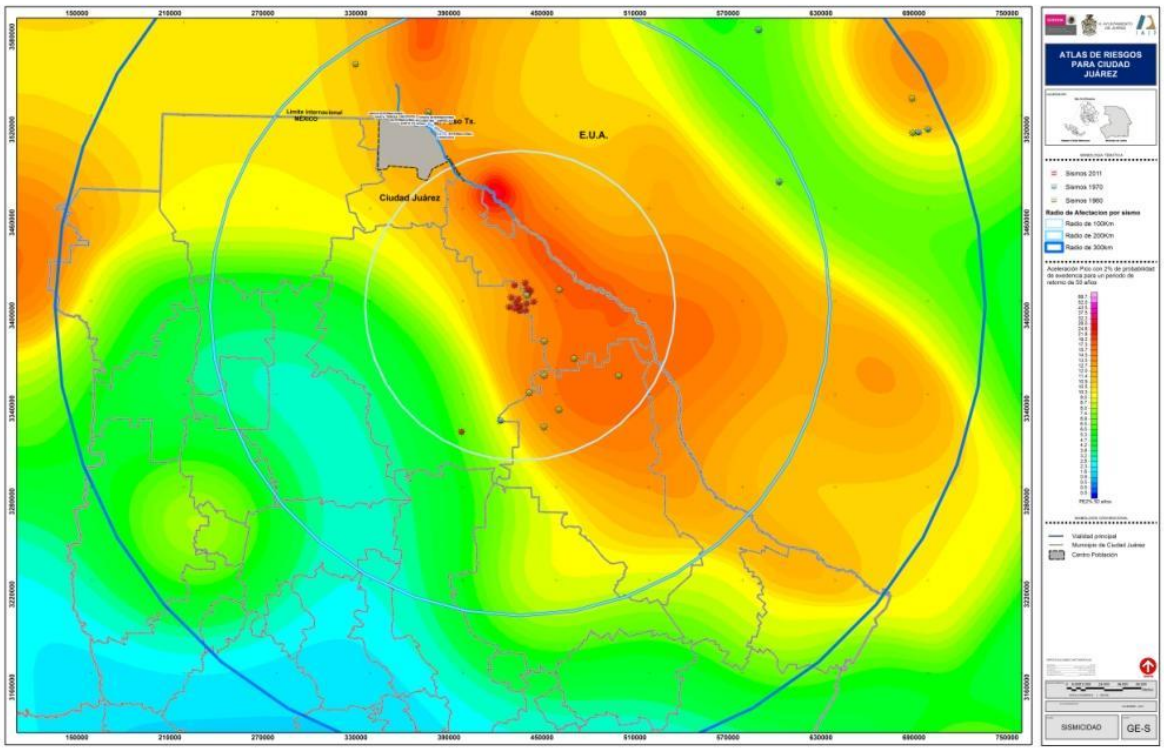


Figura VI.7.2.2.(1) Mapa de sismicidad regional

Los mapas de riesgo sísmico para períodos de 100 y 500 años fueron proporcionados por la UACJ solo como imágenes debido a que no se cuenta con la información para su procesamiento en mapa y estos se presentan en las figuras VI.7.2.2.(2) y (3) a continuación.

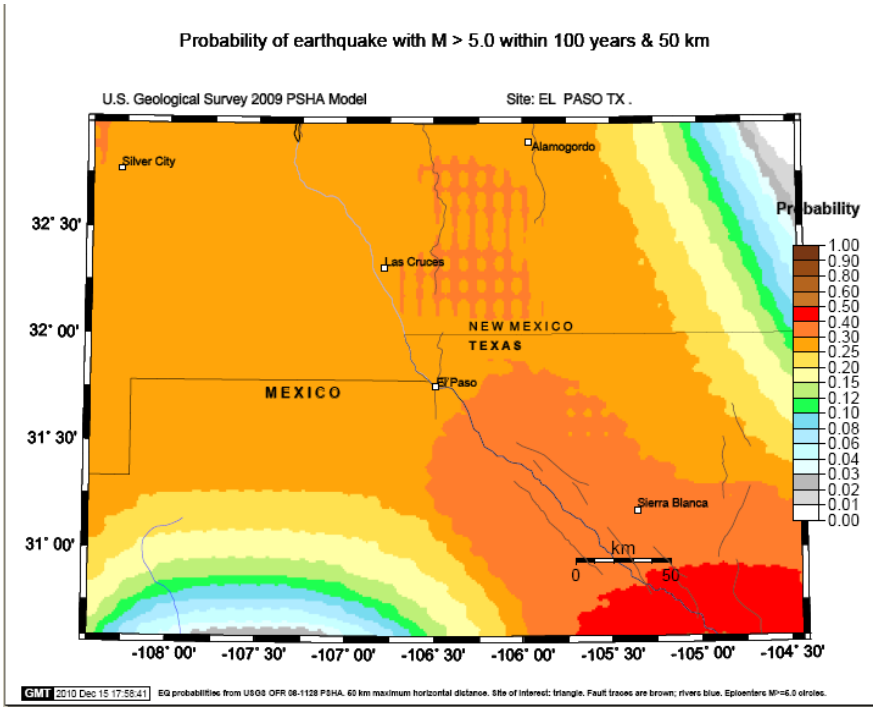


Figura VI.7.2.2.(2) Mapa de riesgo sísmico para 100 años

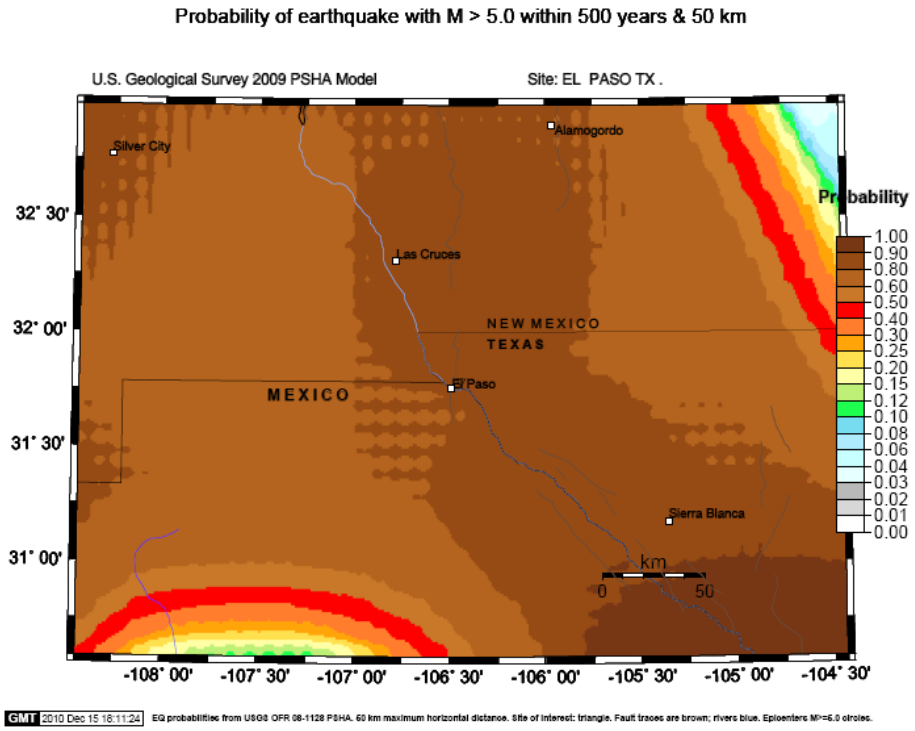


Figura VI.7.2.2.(3) Mapa de riesgo sísmico para 500 años

De acuerdo a los radios de afectación para sismicidad establecidos por CENAPRED de 100, 200 y 350 Km, se tiene que el área de estudio queda totalmente comprendida en la zona de riesgo medio como se pudo observar anteriormente en la Figura VI.7.2.2.(1). Sin embargo esta clasificación no se puede considerar como tal ya que la localidad esta considerada de bajo riesgo por el tipo de suelo que predomina en la ciudad a excepción de la Zona El Barreal donde existe un material de tipo arcilloso en un espesor de 20.00 lo cual la hace aparecer como una zona susceptible donde se pudiera amplificar los efectos de sismicidad reciente. Bajo este criterio y ante la incertidumbre de una determinación mas precisa del grado de riesgo por sismicidad se realizó una zonificación para ponderar el riesgo exclusivamente para los asentamientos ubicados en la superficie que ocupa la cuenca hidrológica de El Barreal, identificando 72 colonias que se enlistan en la Tabla VI.7.2.2.(1):

Tabla VI.7.2.2.(1) Colonias en riesgo medio por sismicidad		
Km 27	Villa del Sur	Praderas de la Sierra I-V
Villa Esperanza	Terranova	Parque Industrial Torres
Granjas Santa Elena	Terranova Sur	Praderas de los Alamos
Valle Dorado I, II y III	Los Arcos	Papigochic
Granjas Polo Gamboa	Colonial del Sur	Parajes del Sol
Paseo de las Lilas	Praderas del Sol	Sierra Grande
Km 20	Rincones de Salvarcar II	Parque Industrial Aerojuárez
Rincon del Solar II	El Mezquital	Vistas de la Aurora
Parque Industrial Panamericano	Hacienda de las Torres Univ.	Quintas del Real

Parque Industrial axial	Rincones de Salvarcar	Paseos del Alba
Educación	Municipio Libre	Aeropuerto Internacional
Panamericano Jardin	Gomez Morin Manuel	Lote Bravo Simón Rodriguez
Central de Abastos	Valle de Allende	Valle de los Cantaros
Jardines del Aeropuerto	Las Haciendas	Parque Industrial Electrolux
Puente alto	Parajes del Sur	Proveedores electrolux
Roma Poniente	Carlos Castillo Peraza	Sierra Vista
Rodriguez Borunda	Olivia Espinoza	Jardines de Roma
Los cipreses	Profa. Simona Barba	Villas de Alcala
Villa Residencial del Real	Horizontes del Sur	Senderos del Sol
Valle de Olivos	Misiones del Real	Valle Fundadores
Puente del Bravo	El Campanario 4 Sigloss	Parajes de San Jose
Palmas del Sol (Victoria)	Villas de Salvarcar	Real del Desierto I
Las Almeras	Praderas de las Torres	Senderos de San Isidro
Valle del Marquez	Parque Industrial Los Bravos	Hacienda de las Torres

El análisis de riesgo para estas colonias se obtuvo aplicando la misma metodología descrita en el capitulo VI.6.1. con lo cual se definieron los índices de riesgo quedando de la siguiente forma descrita en la Tabla VI.7.2.2.(1):

Tabla VI.7.2.2.(2)Riesgo en viviendas ubicadas en zonas suceptibles a sismicidad en Zona El Barreal

Ageb	Tipo de edificación	Costo por m2 de construccion	Menaje ($/vivienda)	Numero de viviendas	Superficie construida m2	Valor de los bienes expuestos "C"
737-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	0	0	$ -
578-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	100	$ 791,481.25
633-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	0	0	$ -
738-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	11	1100	$ 8,706,293.75
580-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	0	0	$ -
558-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	10	1000	$ 7,914,812.50
632-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	0	0	$ -
559-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	2	200	$ 1,582,962.50
714-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	100	$ 791,481.25
579-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	0	0	$ -
560-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	4	400	$ 3,165,925.00
557-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1	100	$ 791,481.25
730-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	235	23500	$ 185,998,093.75
731-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	579	57900	$ 458,267,643.75
473-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	42	4200	$ 33,242,212.50

659-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	892	89200	$ 706,001,275.00
660-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	311	31100	$ 246,150,668.75
729-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	691	69100	$ 546,913,543.75
675-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	496	49600	$ 392,574,700.00
728-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	358	35800	$ 283,350,287.50
658-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	612	61200	$ 484,386,525.00
718-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1064	106400	$ 842,136,050.00
553-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	3	300	$ 2,374,443.75
676-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	983	98300	$ 778,026,068.75
288-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	24	2400	$ 18,995,550.00
472-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	58	5800	$ 45,905,912.50
726-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	86	8600	$ 68,067,387.50
715-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1249	124900	$ 988,560,081.25
732-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	5	500	$ 3,957,406.25
589-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	20	2000	$ 15,829,625.00
657-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1807	180700	$ 1,430,206,618.75
725-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	83	8300	$ 65,692,943.75
705-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1676	167600	$ 1,326,522,575.00
654-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1217	121700	$ 963,232,681.25
655-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1187	118700	$ 939,488,243.75
656-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	865	86500	$ 684,631,281.25
471-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	66	6600	$ 52,237,762.50
727-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	24	2400	$ 18,995,550.00
720-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	282	28200	$ 223,197,712.50
682-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00		0	$ -
721-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	403	40300	$ 318,966,943.75
287-4	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	109	10900	$ 86,271,456.25
671-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1590	159000	$ 1,258,455,187.50
254-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	142	14200	$ 112,390,337.50
679-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	941	94100	$ 744,783,856.25
641-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	907	90700	$ 717,873,493.75
677-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	857	80642.609	$ 650,336,084.99
622-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	875	82313.154	$ 663,911,105.88
482-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	894	83983.7	$ 677,486,126.78
680-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	912	85654.246	$ 691,061,147.67
691-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	930	87324.792	$ 704,636,168.56
640-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	948	88995.338	$ 718,211,189.46
689-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	966	90665.883	$ 731,786,210.35
639-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	985	92336.429	$ 745,361,231.25

681-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1003	94006.975	$ 758,936,252.14
678-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1021	95677.521	$ 772,511,273.04
688-1	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1039	97348.067	$ 786,086,293.93
710-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1057	99018.612	$ 799,661,314.83
533-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1075	100689.16	$ 813,236,335.72
627-5	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1094	102359.7	$ 826,811,356.61
702-3	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1112	104030.25	$ 840,386,377.51
532-8	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1130	105700.8	$ 853,961,398.40
687-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1148	107371.34	$ 867,536,419.30
605-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1166	109041.89	$ 881,111,440.19
642-A	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1185	110712.43	$ 894,686,461.09
683-9	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1203	112382.98	$ 908,261,481.98
630-7	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1221	114053.52	$ 921,836,502.88
251-6	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1239	115724.07	$ 935,411,523.77
711-2	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1257	117394.62	$ 948,986,544.66
252-0	Promedio	$ 5,538.56	$ 237,625.00	1276	119065.16	$ 962,561,565.56

Nota: Para este caso, se tomo un periodo de retorno de 50 años para el peligro, para lo cual se adopto un valor de 0.02 segun la tabla de medidas de excedencia y peligro del CENAPRED.

Para establecer el valor del peligro se tomo un período de 50 años, para lo cual se adopto un valor de 0.02 según la tabla de medidas de excedencia y peligro de CENAPRED. Con la identificación de los AGEB'S correspondientes a las zonas con peligro potencial por sismicidad se realizó la asignación del valor de vulnerabilidad para cada uno de los agebs para ciudad Juárez, Chih. Por último, se realizó el cálculo del valor de riesgo obteniéndose los índices de riesgo para los agebs analizados obteniendo los resultados finales que se muestran en la Tabla VI.7.2.2.(3) a continuación:

Tabla VI.7.2.2.(3) Riesgo en viviendas ubicadas en zonas susceptibles a sismicidad en Zona El Barreal

Ageb	Valor de los bienes expuestos "C"	Peligro "P"	Vulnerabilidad "V"	Riesgo "R"	IR (costo unitario)	IR (vivienda)
737-7	$ -	0.02	0.57	$ -	0.00	0.00
578-A	$ 791,481.25	0.02	0.70	$ 11,080.74	0.01	0.00
633-0	$ -	0.02	0.17	$ -	0.00	0.00
738-1	$ 8,706,293.75	0.02	0.11	$ 19,153.85	0.00	0.00
580-7	$ -	0.02	0.70	$ -	0.00	0.00
558-2	$ 7,914,812.50	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
632-6	$ -	0.02	0.17	$ -	0.00	0.00
559-7	$ 1,582,962.50	0.02	0.73	$ 23,111.25	0.01	0.00
714-6	$ 791,481.25	0.02	0.30	$ 4,748.89	0.01	0.00
579-4	$ -	0.02	0.70	$ -	0.00	0.00

560-A	$ 3,165,925.00	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
557-8	$ 791,481.25	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
730-5	$ 185,998,093.75	0.02	0.33	$ 1,227,587.42	0.01	0.00
731-A	$ 458,267,643.75	0.02	0.13	$ 1,191,495.87	0.00	0.00
473-9	$ 33,242,212.50	0.02	0.87	$ 578,414.50	0.02	0.00
659-5	$ 706,001,275.00	0.02	0.37	$ 5,224,409.44	0.01	0.00
660-8	$ 246,150,668.75	0.02	0.43	$ 2,116,895.75	0.01	0.00
729-2	$ 546,913,543.75	0.02	0.13	$ 1,421,975.21	0.00	0.00
675-4	$ 392,574,700.00	0.02	0.50	$ 3,925,747.00	0.01	0.00
728-8	$ 283,350,287.50	0.02	0.43	$ 2,436,812.47	0.01	0.00
658-0	$ 484,386,525.00	0.02	0.27	$ 2,615,687.24	0.01	0.00
718-4	$ 842,136,050.00	0.02	0.33	$ 5,558,097.93	0.01	0.00
553-A	$ 2,374,443.75	0.02	0.73	$ 34,666.88	0.01	0.00
676-9	$ 778,026,068.75	0.02	0.50	$ 7,780,260.69	0.01	0.00
288-9	$ 18,995,550.00	0.02	0.70	$ 265,937.70	0.01	0.00
472-4	$ 45,905,912.50	0.02	0.83	$ 762,038.15	0.02	0.00
726-9	$ 68,067,387.50	0.02	0.33	$ 449,244.76	0.01	0.00
715-0	$ 988,560,081.25	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
732-4	$ 3,957,406.25	0.02	0.27	$ 21,369.99	0.01	0.00
589-8	$ 15,829,625.00	0.02	0.37	$ 117,139.23	0.01	0.00
657-6	$ 1,430,206,618.75	0.02	0.20	$ 5,720,826.48	0.00	0.00
725-4	$ 65,692,943.75	0.02	0.17	$ 223,356.01	0.00	0.00
705-7	$ 1,326,522,575.00	0.02	0.27	$ 7,163,221.91	0.01	0.00
654-2	$ 963,232,681.25	0.02	0.53	$ 10,210,266.42	0.01	0.00
655-7	$ 939,488,243.75	0.02	0.40	$ 7,515,905.95	0.01	0.00
656-1	$ 684,631,281.25	0.02	0.27	$ 3,697,008.92	0.01	0.00
471-A	$ 52,237,762.50	0.02	0.37	$ 386,559.44	0.01	0.00
727-3	$ 18,995,550.00	0.02	0.13	$ 49,388.43	0.00	0.00
720-1	$ 223,197,712.50	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
682-4	$ -	0.02	0.23	$ -	0.00	0.00
721-6	$ 318,966,943.75	0.02	0.20	$ 1,275,867.78	0.00	0.00
287-4	$ 86,271,456.25	0.02	0.50	$ 862,714.56	0.01	0.00
671-6	$ 1,258,455,187.50	0.02	0.20	$ 5,033,820.75	0.00	0.00
254-A	$ 112,390,337.50	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
679-2	$ 744,783,856.25	0.02	0.33	$ 4,915,573.45	0.01	0.00
641-5	$ 717,873,493.75	0.02	0.37	$ 5,312,263.85	0.01	0.00
677-3	$ 650,336,084.99	0.02	0.60	$ 7,804,033.02	0.01	0.00
622-2	$ 663,911,105.88	0.02	0.44	$ 5,842,417.73	0.01	0.00
482-8	$ 677,486,126.78	0.02	0.73	$ 9,891,297.45	0.01	0.00
680-5	$ 691,061,147.67	0.02	0.23	$ 3,178,881.28	0.00	0.00
691-3	$ 704,636,168.56	0.02	0.27	$ 3,805,035.31	0.01	0.00

640-0	$ 718,211,189.46	0.02	0.17	$ 2,441,918.04	0.00	0.00
689-6	$ 731,786,210.35	0.02	0.40	$ 5,854,289.68	0.01	0.00
639-8	$ 745,361,231.25	0.02	0.43	$ 6,410,106.59	0.01	0.00
681-A	$ 758,936,252.14	0.02	0.23	$ 3,491,106.76	0.00	0.00
678-8	$ 772,511,273.04	0.02	0.40	$ 6,180,090.18	0.01	0.00
688-1	$ 786,086,293.93	0.02	0.27	$ 4,244,865.99	0.01	0.00
710-8	$ 799,661,314.83	0.02	0.30	$ 4,797,967.89	0.01	0.00
533-2	$ 813,236,335.72	0.02	0.07	$ 1,138,530.87	0.00	0.00
627-5	$ 826,811,356.61	0.02	0.20	$ 3,307,245.43	0.00	0.00
702-3	$ 840,386,377.51	0.02	0.00	$ -	0.00	0.00
532-8	$ 853,961,398.40	0.02	0.40	$ 6,831,691.19	0.01	0.00
687-7	$ 867,536,419.30	0.02	0.10	$ 1,735,072.84	0.00	0.00
605-9	$ 881,111,440.19	0.02	0.63	$ 11,102,004.15	0.01	0.00
642-A	$ 894,686,461.09	0.02	0.40	$ 7,157,491.69	0.01	0.00
683-9	$ 908,261,481.98	0.02	0.40	$ 7,266,091.86	0.01	0.00
630-7	$ 921,836,502.88	0.02	0.17	$ 3,134,244.11	0.00	0.00
251-6	$ 935,411,523.77	0.02	0.37	$ 6,922,045.28	0.01	0.00
711-2	$ 948,986,544.66	0.02	0.33	$ 6,263,311.19	0.01	0.00
252-0	$ 962,561,565.56	0.02	0.13	$ 2,502,660.07	0.00	0.00
249-9	$ 976,136,586.45	0.02	0.27	$ 5,271,137.57	0.01	0.00

Nota: Para este caso, se tomo un periodo de retorno de 50 años para el peligro, para lo cual se adopto un valor de 0.02 según la tabla de medidas de excedencia y peligro del CENAPRED.

La ponderación por sismicidad obtenida para la Zona El Barreal indica un riesgo bajo dado que los valores de peligro y vulnerabilidad son muy bajos en ambos casos. El mapa procesado para índice de riesgo por sismicidad obtenido exclusivamente para la Zona El Barreal se muestra en la Figura VI.7.2.2. (1):

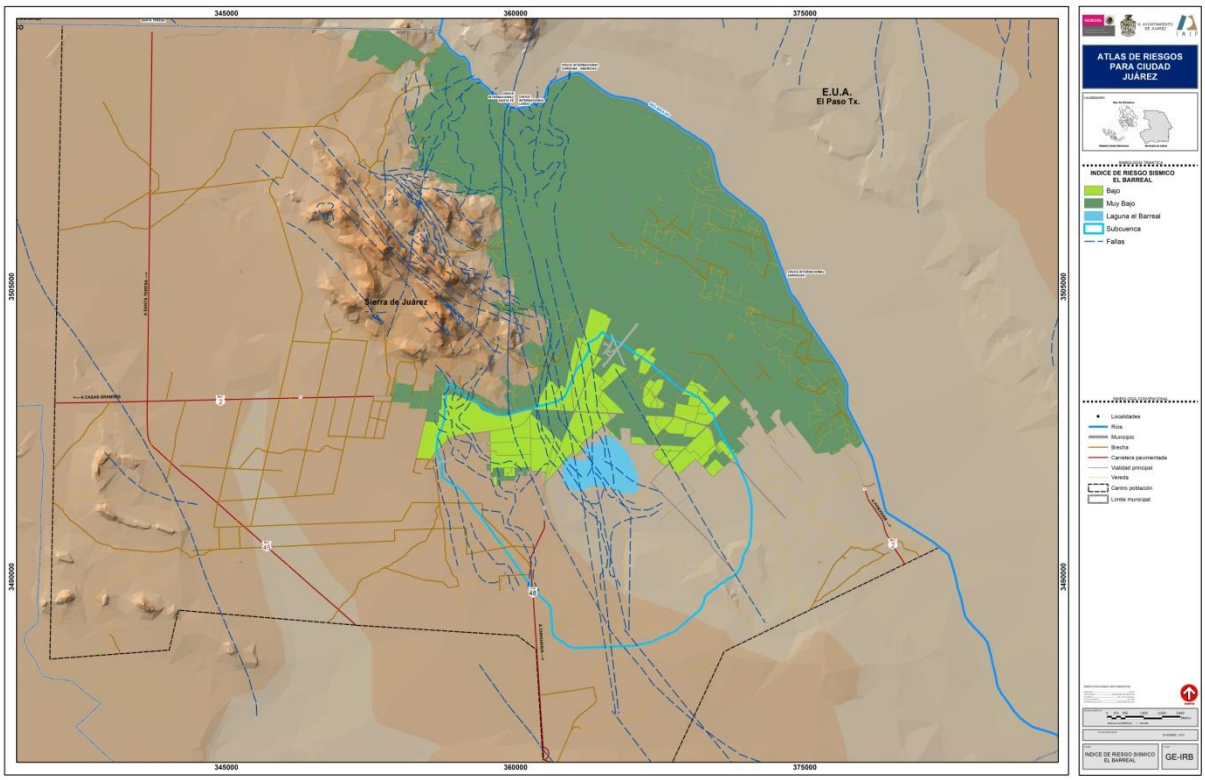


Figura VI.7.2.2. (1) Indice de riesgo por sismicidad a nivel vivienda por ageb (Fuente: IMIP 2010)

VI.7.2.3. Zonificación procesos de deslizamiento

Una de las principales condiciones para la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos, es la existencia de pendientes pronunciadas, lo que explica porque estos dos tipos de amenazas se presentan principalmente en zonas con relieve del tipo montañoso, por lo que mientras más alto el ángulo de pendiente, mayor la probabilidad de ocurrencia del fenómeno.
En varios estudios se ha demostrado que los ángulos mínimos para la presencia de deslizamientos se encuentran por encima de 20 a 25 grados, es decir, la elevación gobierna el grado de energía en equilibrio estable o inestable, lo que asociado a la unidad geológica, en este caso identificado en gran parte el conglomerados y lutitas, es una de las potencialidades para que se sucedan deslizamientos o debilidad en la capacidad de carga del material sobre la cual se edifica, aún y cuando existen significativas diferencias en términos de litología y propiedades mecánicas del paquete de conglomerado.

Como ya se ha mencionado en el apartado de identificación de peligros por deslizamiento o derrumbe, la probabilidad de que estos ocurran en las viviendas construidas sobre cerros y terrazas colindantes a la Sierra de Juárez no es remota, lo cual se confirma con el alto número de solicitudes de apoyo de las familias que se encuentran asentadas en estos sitios, cuya demanda es el auxilio para dar estabilidad geotécnica a sus viviendas, recordemos que del año 2008-a febrero del 2011, un total de 2,154 viviendas fueron dictaminadas por la Dirección de Protección Civil municipal, a petición de los interesados, lo que indica que la población asentada en esos lugares, si tiene una percepción del riesgo.

Como consecuencia de lo anterior, y con el fin de generar una zonificación de las áreas con problemas de deslizamiento y flujos, se optó por llevar a cabo el estudio de susceptibilidad de procesos de remoción de masa, para obtener un mapa de las zonas en que los procesos naturales actuantes son más significativos.

Nivel 3

Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción de masa

El mapa de susceptibilidad a procesos de remoción de masa es un instrumento que permite identificar las zonas en la que se presentan factores de tipo condicionante para ocasionar en el momento en el que se presente un factor desencadenante, deslizamientos y/o derrumbes. En este estudio se consideraron como factores condicionantes las litologías de tipo granular y las laderas con pendientes mayores a 20 grados.

Metodología

Para la generación del *Mapa de Susceptibilidad a Procesos de Remoción de Masa* se emplearon las capas temáticas de geología y mapa de pendientes. El proceso consistió en filtrar el mapa de pendientes generando un nuevo archivo vectorial conteniendo solo las pendientes mayores a 20 grados. Una vez generado esta capa temática se realizo una intersección entre las unidades geológicas con litologías asociadas con materiales granulares: Conglomerado Terciario (Tcg) y rellenos Aluviales Cuaternarios (Al), con los polígonos con pendiente mayor de 20 grados.

Resultados

A partir del proceso anterior se genero una capa temática conteniendo polígonos que representan exclusivamente zonas en las que convergieron unidades litológicas conformadas por litologías débiles (granulares) localizados en las zonas Anapra, Centro y Jarudo, todas ellas colindantes con la Sierra de Juárez, y con pendientes consideradas como geométricamente inestables.

El mapa generado representa las 3 zonas de Ciudad Juárez donde la presencia combinada de litología y pendientes son factores de consecuencia, una vez que se presente algún otro factor desencadenante, tal como eventos hidrometeorológicos extremos y/o actividad antrópica.

El resultado de tal proceso permitió generar los mapas de susceptibilidad de remoción de masas para las, tal como se muestran en las Figuras VI.7.2.3.(1, 2 y 3).

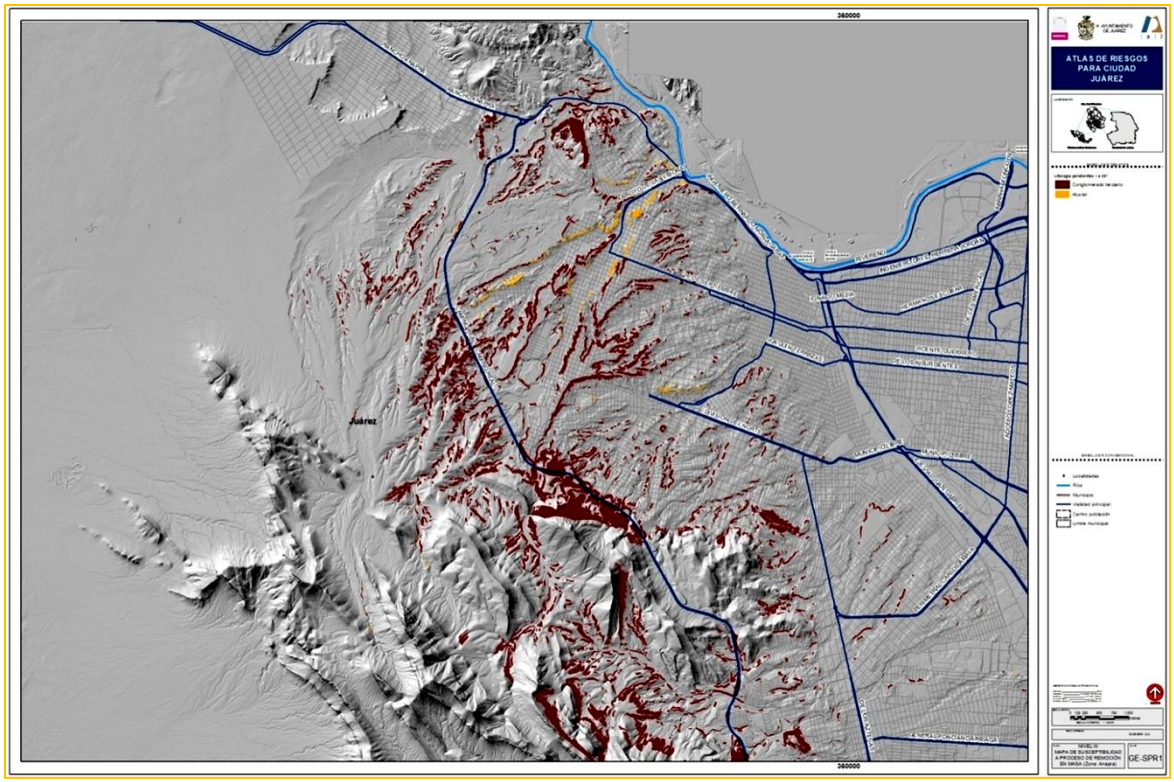


Figura VI.7.2.3.(1) Mapa de Susceptibilidad a Procesos de Remoción en Masa de la Zona Anapra. (Elaboración propia UACJ-IMIP)

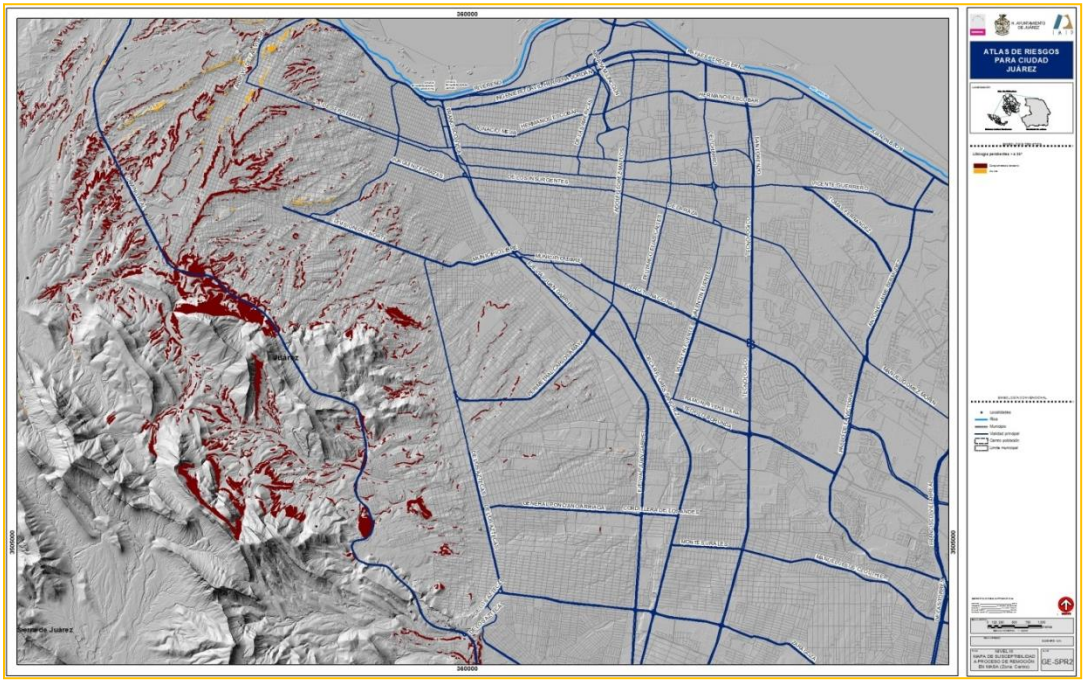


Figura VI.7.2.3.(2) Mapa de Susceptibilidad a Procesos de Remoción en Masa de la Zona Centro. (Elaboración propia UACJ-IMIP)

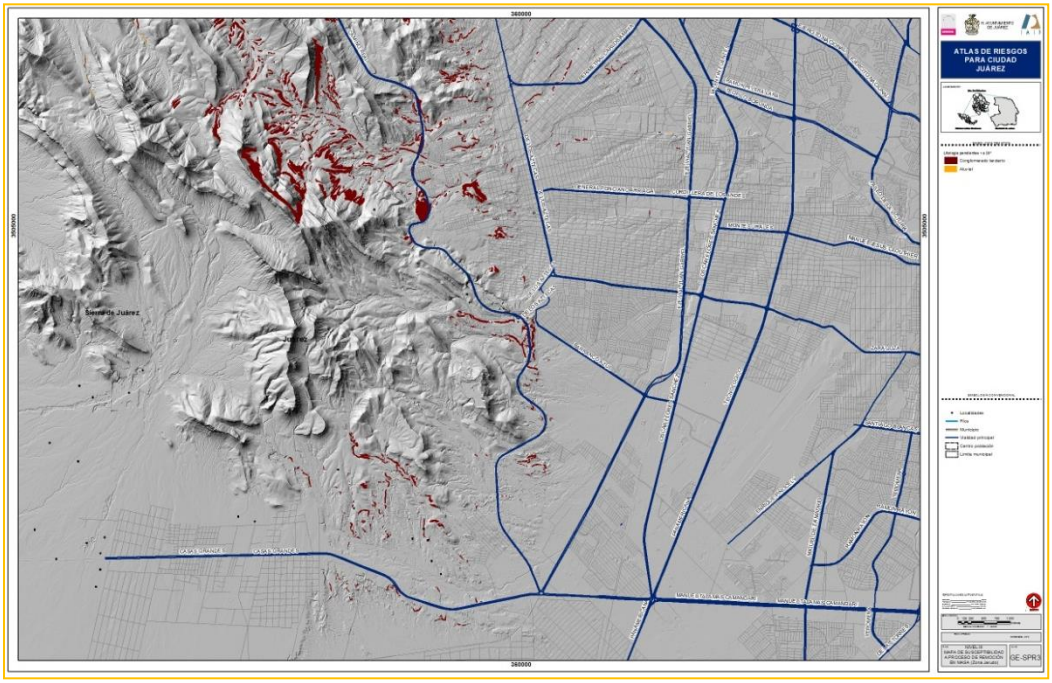


Figura VI.7.2.3.(3) Mapa de Susceptibilidad a Procesos de Remoción en Masa de El Jarudo. (Elaboración propia UACJ-IMIP)

Las zonas de mayor susceptibilidad a procesos de remoción de masa son, en base al estudio generado, el parteaguas que define la cuenca El Barreal y zonas del desarrollo de San Isidro, así como los márgenes que definen el parteaguas del Arroyo Las Víboras y la vialidad Camino Real. En el caso del Arroyo Las Víboras y la vialidad Camino Real, ya hay situación de riesgo y vulnerabilidad por la presencia de vidas humanas e infraestructura civil respectivamente.

Riesgos geológicos en Colonia Pánfilo Natera

La colonia Pánfilo Natera reúne características especiales debido a que se encuentra limitada por una serie de fallas geológicas que la circundan por el lado Sur y Oeste y por la falla cuaternaria East Franklin Mountain Fault (EFMF) en el costado oriente, tal como se puede observar en la Figura VI.7.2.3.(4). En dicha figura se distinguen en color rojo, las fallas que la rodean, así como los puntos de sondeos geotécnicos y las estructuras de control pluvial, en tanto que los escurrimientos que bajan de la Sierra de Juárez se observan en color azul, siendo estos ramales del Arroyo del Indio. De acuerdo al Mapa topográfico y de pendientes, esta zona tiene un relieve muy irregular, donde se detectan lomeríos con pendientes que van de 6^0 a 30^0.

Figura VI.7.2.3.(4) Ubicación Col. Pánfilo Natera



Los materiales encontrados en el lugar según el mapa geológico corresponden a materiales del tipo caliza y conglomerado, los cuales se encuentran mezclados con basura, debido a que anteriormente fue utilizada por muchos años como sitio de disposición de residuos municipales a cielo abierto. Hasta fines de 1995, al inaugurarse un nuevo relleno sanitario, al paso del tiempo esta zona fue ocupada con asentamientos irregulares, fincados sobre estos rellenos.

De acuerdo con la constitución de los materiales que se han detectado, es considerada una zona con potencial de derrumbes, por localizarse en una zona con relieve irregular y como principal característica su colindancia perimetral con la vialidad Camino Real, que durante su construcción se procedió a remover grandes volúmenes del suelo dando origen a procesos de susceptibilidad de remoción de masa, así como el afloramiento de basura, misma que fue esparcida en una franja contigua a los asentamientos presentes, incrementando con ello no solo el problema de inestabilidad del terreno, sino también propiciando la reactivación de los procesos de desintegración de los materiales de desecho depositados en el área. A la fecha se presentan graves problemas de fallas en las viviendas, a causa de los asentamientos que se han ido dando con el paso del tiempo, tanto por la descomposición de la basura, como de los propios procesos mecánicos del suelo.

Hasta la fecha los vecinos de esta colonia, han tenido que enfrentar problemas de emanación de gases e incendios repentinos debido a que no se llevaron a cabo medidas de mitigación de la basura depositada, así como de medidas restrictivas para evitar los asentamientos humanos en la zona. Las fotos VI.7.2.3. (1) y (2), muestran las alcantarillas de cruce en la vialidad Camino Real, contigua a los predios de la zona inmediata a la colonia Pánfilo Natera, donde se puede apreciar el movimiento de la masa de suelo, con deslizamientos de material proveniente del talud que conforma la vialidad.



Figura VI.7.2.3.(1) y (2) Alcantarillas de cruce en el Periférico Camino Real, colindante a la colonia Pánfilo Natera

Vialidad Periférica Camino Real

Para el caso de la Vialidad periférica Camino Real, se procedió a llevar a cabo los reconocimientos de los Miradores Hidalgo y Navojoa, como un primer paso para identificar de manera clara las estructuras que ofrecen mayor peligro para la población (ver fotos a VI.7.2.3.(4) al (6).)



Fotos VI.7.2.3. (3) y (4) Mirador Hidalgo, Camino Real (2010) (IMIP)



VI.7.2.3.(5) y (6) Mirador Navojoa, Camino Real (2010)

De acuerdo a las condiciones topográficas, el área comprende amplias planicies de configuración irregular, interrumpidas por la presencia de sierras alargadas y abruptas que se encuentran sensiblemente alineadas con una orientación noroeste-sureste, entre las que destacan la Sierra de Juárez, Sierra El Presidio y la Sierra de Samalayuca. Las áreas que son sujetas a afectación, se ubican contiguas a las sierras ya mencionadas, y los factores que influyen para que suceda el deslizamiento son: la topografía abrupta, el contacto litológico, las fallas, las fracturas y las condiciones meteorológicas, entre otras.

En lo que concierne a la topografía, algunas zonas tienen inclinación mayor a 20°, asociada al contacto litológico que en la zona se presenta; en la mayoría de los casos se trata de rocas calizas con intercalaciones de lutita-arenisca (de grano fino-medio), lo que indica que la primera es blanda, suave y fácilmente excavable o de alta disolución por los agentes erosivos. También hay afectación en la parte norte de la Sierra de Juárez que tiene rocas ígneas (tonalita) y presenta un fracturamiento considerable.

Existe un área de Ciudad Juárez sensible a este agente perturbador y está sobre un lomerío en la parte norte que comprende una pequeña zona de la Sierra de Juárez. (PEMEX Refinación, 2001).

La construcción de la Vialidad Camino Real, como infraestructura periférica en el 2006, ha dado como consecuencia que los procesos urbanos y de manera particular asentamientos irregulares se manifiesten con mayor intensidad sobre la Sierra de Juárez. Los cortes realizados para llevar a cabo la construcción de esta vialidad periférica, desencadenaron en algunos sitios zonas de inestabilidad geológica, como respuesta a la falta de aplicación de medidas para estabilizar principalmente los taludes que bordean la vialidad.

El análisis de terreno en términos de procesamiento de la información LIDAR permitió generar modelos de elevación de alta resolución (celdas de 1mx1m) a los cuales posteriormente se les aplicó la primera derivada para generar el mapa de pendientes.

El mapa de pendientes (Figura VI.7.2.3.(5)) se clasifico conforme a los lineamientos de SEDESOL con la única variante de que las pendientes mayores a 25 grados de inclinación fueron también procesadas para realzar el efecto de la Sierra de Juárez sobre la Vialidad Caminos Real. El resultado muestra como gran parte de las estribaciones de la Sierra de Juárez manifiesta pendientes mayores a 20 grados, en zonas que actualmente están ampliamente urbanizadas, colocando en consecuencia a la población e infraestructura en situación de vulnerabilidad. Las pendientes mayores a 30 grados de inclinación se localizan exclusivamente en la Sierra de Juárez donde sin embargo, no se han efectuado desarrollos urbanos, por lo cual podemos concluir que hay susceptibilidad geológica pero no peligro ni riesgo por afectación a centros de población, pero si a la infraestructura civil, ya que estas pronunciados pendientes si afectan considerablemente la vialidad Camino Real.

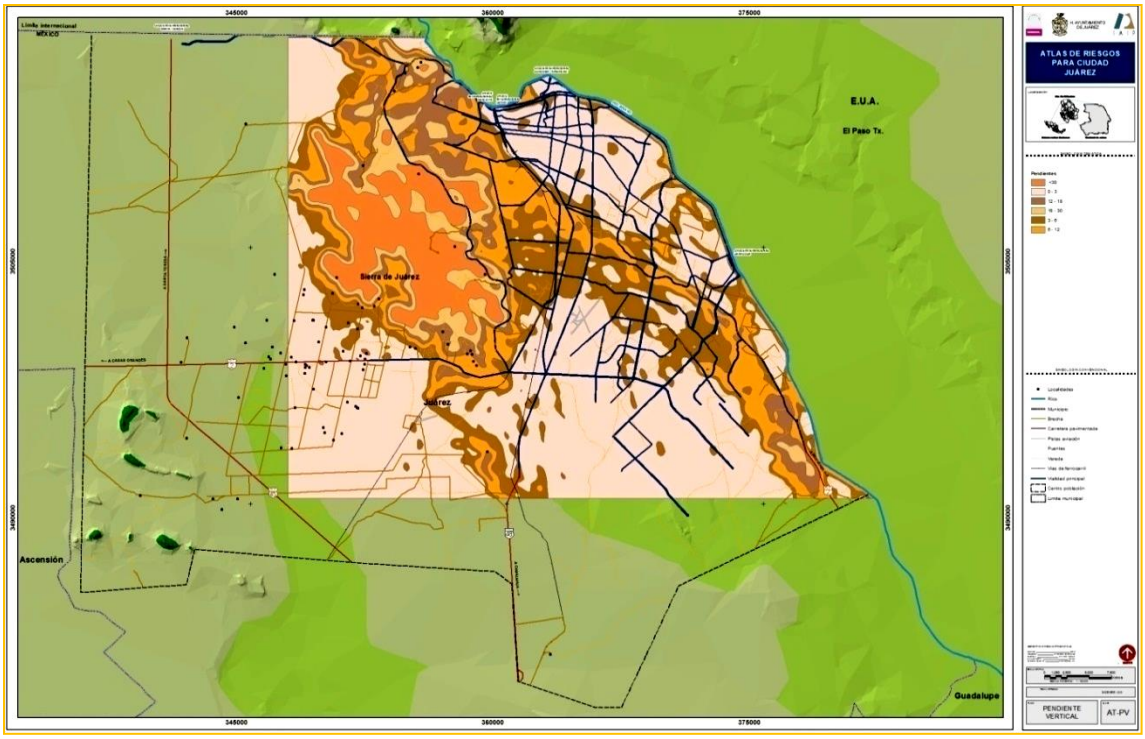


Figura VI.7.2.3.(5) Mapa de pendientes (Vertical)

- **Análisis de estabilidad del Mirador Hidalgo**

El Mirador Hidalgo se localiza geográficamente al Noreste de la Sierra de Juárez (Fgura VI.7.2.3.(6)). La localización geográfica del perfil A-A' se muestra en proyección UTM 13 N, y Datum WGS-84. Al punto A le corresponde la coordenada X = 355,286 m y Y = 3,509,712 m, en tanto que al punto A' le corresponde la coordenada X = 355,101 m y Y = 3,509,888 m.

El corte del Mirador Hidalgo esta practicado sobre un terreno originalmente considerado como Conglomerados Terciarios. Estos materiales son asociados a rellenos de tipo aluvial depositados sobre las estribaciones de los macizos rocosos de Caliza que conforman la Sierra de Juárez. Sin embargo, una vez realizada la obra se advirtió que el escenario geológico era mucho más complejo que lo esperado, presentando una serie de factores condicionantes adversos para la edificación de obra civil tales como: alteraciones de contacto, presencia de intrusivos, fallas geológicas, fracturamientos y discontinuidades extensas y litologías débiles.

Esta problemática se agudizó ante el efecto de los procesos de meteorización que han ocasionado que una cantidad importante de derrubios invadan el primer carril del Periférico Camino Real.

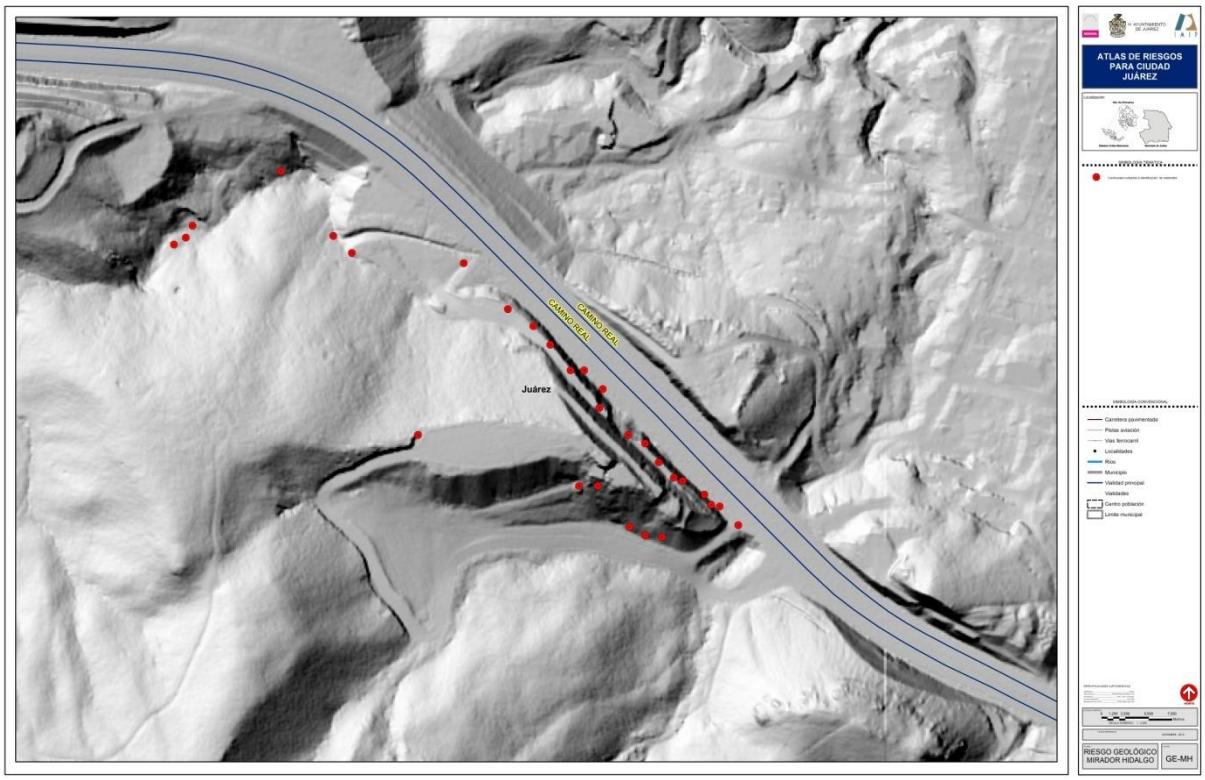


Figura VI.7.2.3.(6) Localización - Mirador
Miguel Hidalgo

El corte del Mirador Hidalgo (Figura VI.7.2.3.(7)) a lo largo del perfil A-A', se muestra en un mosaico fotográfico compuesto de 3 imágenes panorámicas.

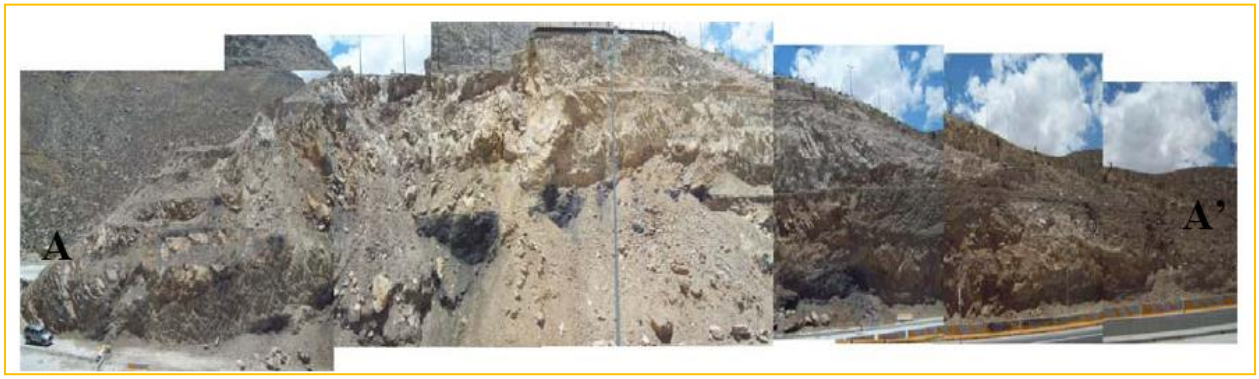


Figura VI.7.2.3.(7) Condición estructural del Mirador Hidalgo

El índice de Susceptibilidad Geológica Figura VI.7.2.3.(8) del corte del Mirador Hidalgo del Camino Real muestra como la zona SE representa el mayor índice (tono rojo) en la zona de emplazamiento de la infraestructura del mirador, dado que las litologías prevalecientes en esta

zona esta dominadas por lutitas alteradas extremadamente débiles en cuanto a resistencia al corte.

En la zona II, aún y cuando se observa que las terrazas de estabilización están estructuralmente integras. La geofísica revela que es precisamente esta litología la que soporta el macizo rocoso.

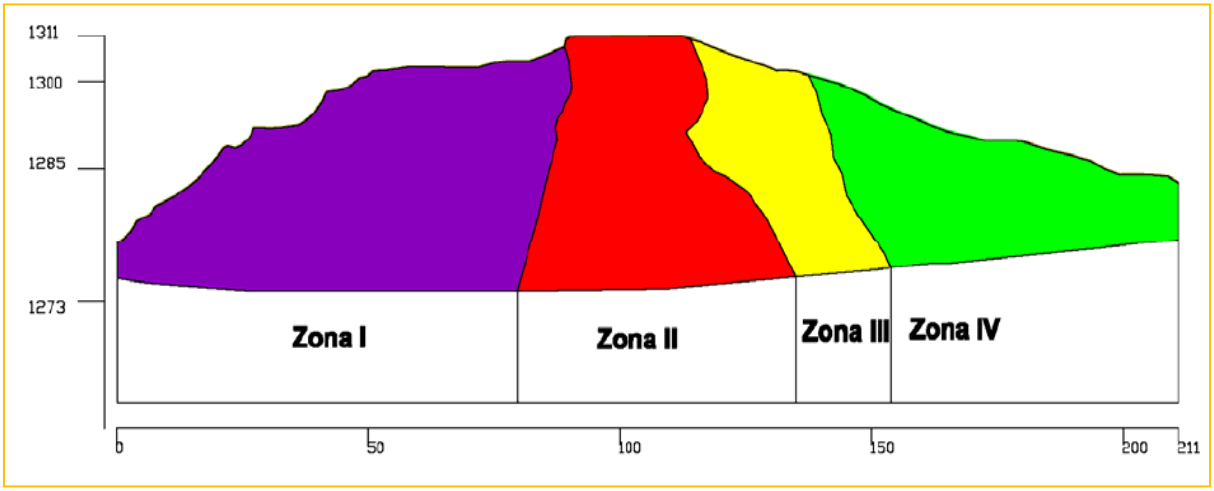


Figura VI.7.2.3.(8) Perfil de Zonificación de Susceptibilidad Geológica del corte del Mirador Hidalgo.

La zona III, en la base del corte, a nivel de calle los sondeos geofísicos revelan es esta unidad la que “carga” o soporta el peso de los estratos correspondientes a rocas ígneas y conglomerados terciarios, tiene un menor índice de riesgo dado que la geometría (altura) que alcanza el corte es menor.

La Zona IV no presenta daños estructurales, y solo se evidencian de forma expuesta unidades de rocas calizas e ígneas, subyaciendo un paquete de Conglomerados Terciarios. Al interior de esta zona, la geofísica revela la presencia de lutitas y calizas alternadas con ángulos de echado superiores a los 70 grados. El problema principal observado es la presencia de rellenos generados durante las explosiones, que están pobremente consolidados. Además de la debilidad estructural de las lutitas, las cuales sin embargo al presentar elevados ángulos de echado no soportan cargas excesivas.

*Se considera que esta estructura se encuentra en **alto riesgo** y por lo tanto no debe ser utilizada por el público*

- **Análisis de estabilidad del Mirador Navojoa**

El área de estudio se localiza geográficamente al Noreste de la Sierra de Juárez, contiguo a la vialidad periférica Camino Real, tal como se observa en la Figura VI.7.2.3.(9). La localización geográfica del perfil A-A’ se muestra en proyección UTM 13 N, y Datum WGS-84. A el punto **“A”** le corresponde la coordenada X = 355,286 m y Y = 3,509,712 m, en tanto que al punto A’ le corresponde la coordenada X = 355,101 m y Y = 3,509,888 m.

Las litologías observadas en el talud inferior del corte del Mirador Navojoa, entre la superficie de rodamiento y la terraza de estabilización, están conformadas en su mayoría por rocas ígneas intrusivas medianamente meteorizadas, presentando familias de discontinuidades o fracturas con ángulos de buzamiento del orden de los 70 grados.

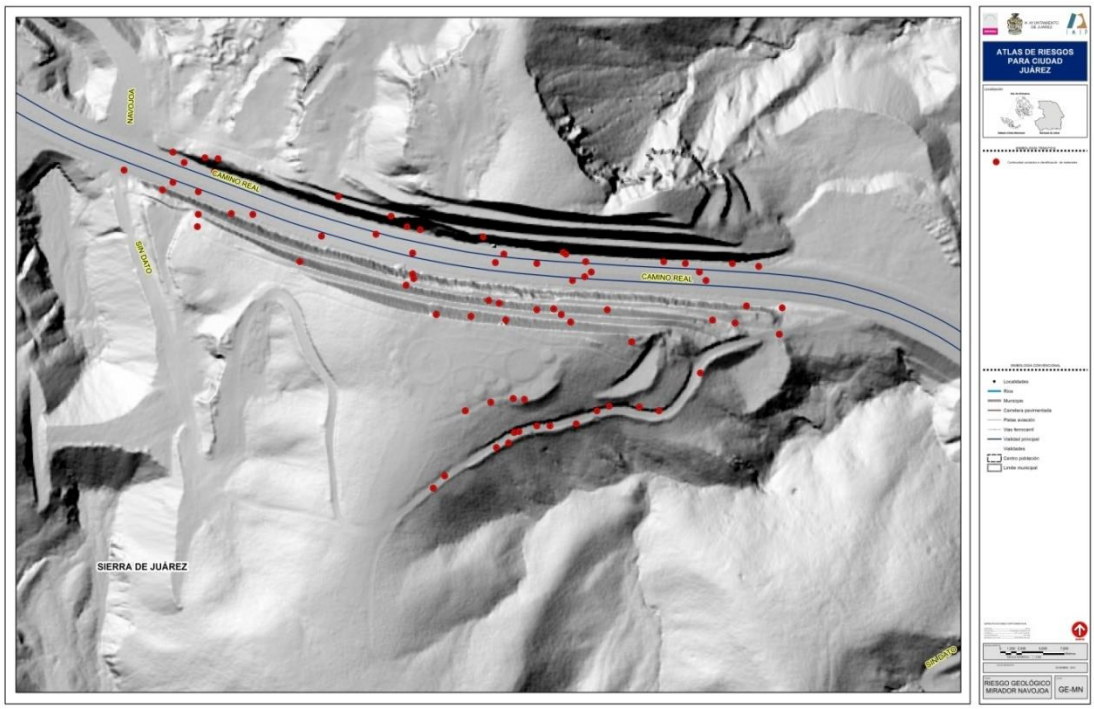


Figura VI.7.2.3.(9) Localización Mirador Navojoa
contiguo al Periférico Camino Real

También es posible observar contactos alterados entre rocas ígneas y calizas en un 20 % de la superficie expuesta. Lutitas de tipo “hojueloso” o “flaky” según Drewes y Dyer (1993), con un índice de dureza R-0 (muy débiles) se presentan esporádicamente entre los contactos entre calizas e ígnea. Los sondeos geofísicos revelan que la base del macizo rocoso está conformada por Lutitas cuyo índice de resistencia se desconoce. Sin embargo se presume, que esta base de lutitas debe mostrar mejores propiedades mecánicas que la expuesta dado que el volumen de derrubios en este mirador no es tan considerable como para asumir que la lutita está fallando o deformándose, permitiendo así el reacomodo de los macizos de roca.

La geofísica en esta zona reveló que al extremo SW se localiza otro intrusivo ígneo. El interior de la estructura muestra valores de resistividad relativamente altos para ser asociados a arcillas exclusivamente por lo que se asoció este dominio resistivo a materiales arcillo arenosos. Aparte de los contactos con los intrusivos y las calizas no se observan fallas. En cuanto a fracturamiento, las rocas ígneas muestran dos familias de discontinuidades con echados del orden de los 70 grados de buzamiento. Las litologías observadas en el talud superior del corte del Mirador Navojoa, entre la terraza de estabilización y la parte superior del edificio geológico corresponden a un paquete de conglomerados terciarios que muestran interestratificaciones de paquetes de conglomerados cementados con espesores en el rango

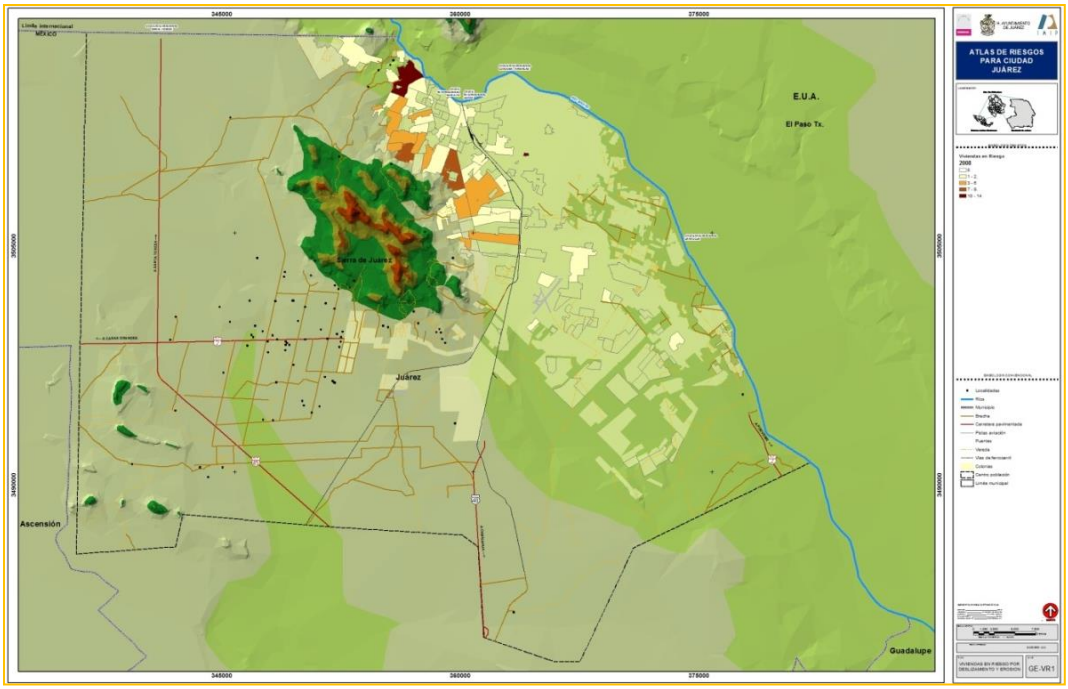
de 1 m a 6 m. La matriz esta principalmente conformada por materiales predominantemente arcillosos. El plano de estratificación es sub-horizontal, excepto en el extremo SW donde se observa que el espesor de las arcillas se engrosa formando patrones lenticulares. La parte más alta del corte muestra un paquete de conglomerados cementados de tipo calcáreo que muestra una resistencia ISRM R4, la cual aparentemente es suficiente para soportar los esfuerzos inducidos por la infraestructura de tres miradores de tipo cantilever. En este paquete solo se aprecia un afloramiento de rocas ígneas intrusivas de composición andesítica en contacto con calizas masivas a la altura de la terraza de estabilización en la sección media del corte entre el Mirador ubicado al extremo NE y el de la sección media del corte.

El Mirador Navojoa presenta daños estructurales mínimos, siendo evidenciados en los afloramientos de rocas calizas e ígneas. Las unidades de rocas calizas e ígneas, al menos en la parte expuesta, subyacen un paquete de Conglomerados Terciarios. El macizo rocoso se acuña en las estribaciones del corte, dejando expuestas solo litologías de tipo de Conglomerado Terciario y rellenos antropogénicos compuestos por los clastos generados durante las explosiones que abrieron el corte del camino real. El problema principal observado en esta mirador es el hecho de que la geofísica revela litologías posiblemente asociadas a lutitas cargando o soportando todo el edificio geológico, lo cual indica una debilidad geotécnica de riesgo.

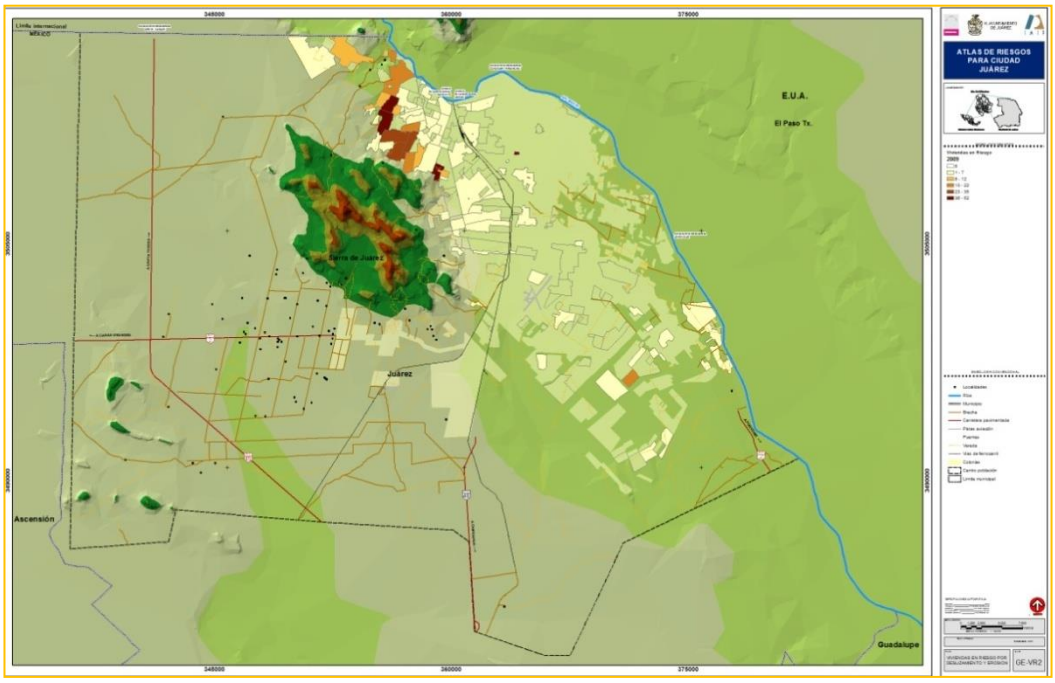
VI.7.2.4. Zonificación de viviendas en riesgo por deslizamiento o derrumbes

Para efecto de una mejor comprensión del problema de vivienda en peligro por estabilidad geológica, se procedió a la ubicación de estas por colonias, dado el número que representan (2,154 viviendas). Los mapas que aparecen en las Figura VI.7.2.4.(1 GE-UVR1 al 4), que indican el rango de viviendas en peligro por colonia, los expedientes de cada una de las viviendas con los detalles de la condición que guardan, se encuentran en poder de la Dirección de Protección Civil Municipal. A continuación se presentan los mapas con las colonias y viviendas en peligro por estabilidad geológica:

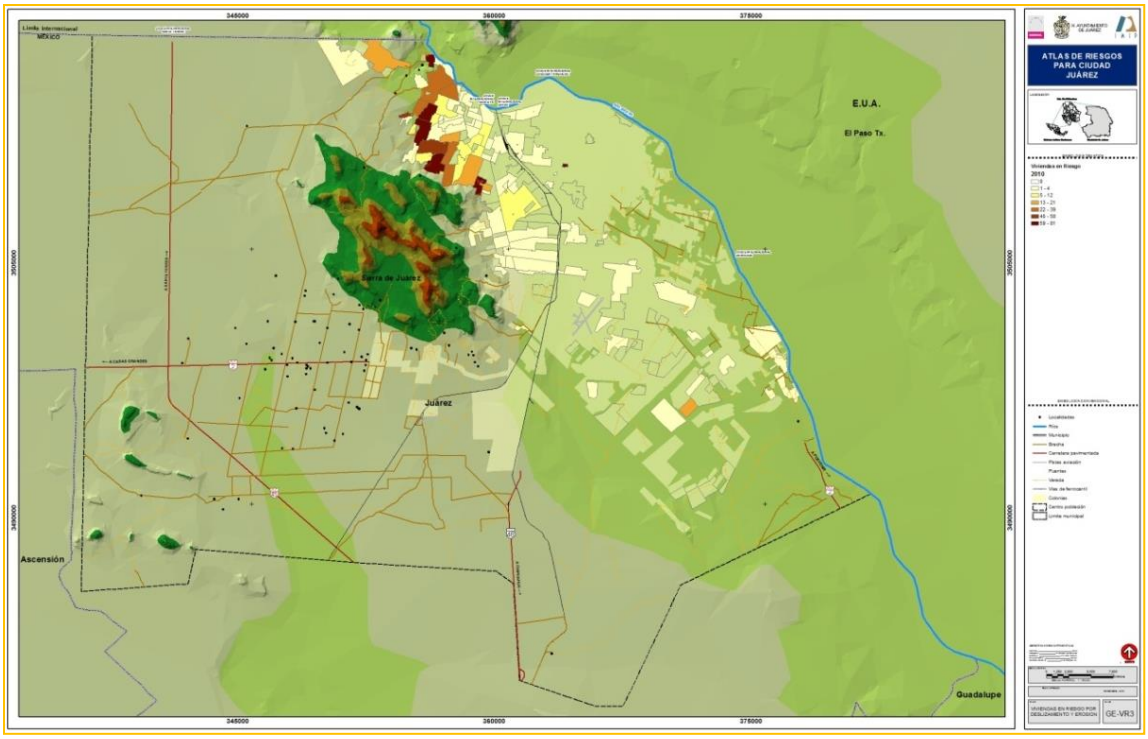
VI.7.2.4.(1). Registro de Vivienda en peligro por estabilidad geológica 2008



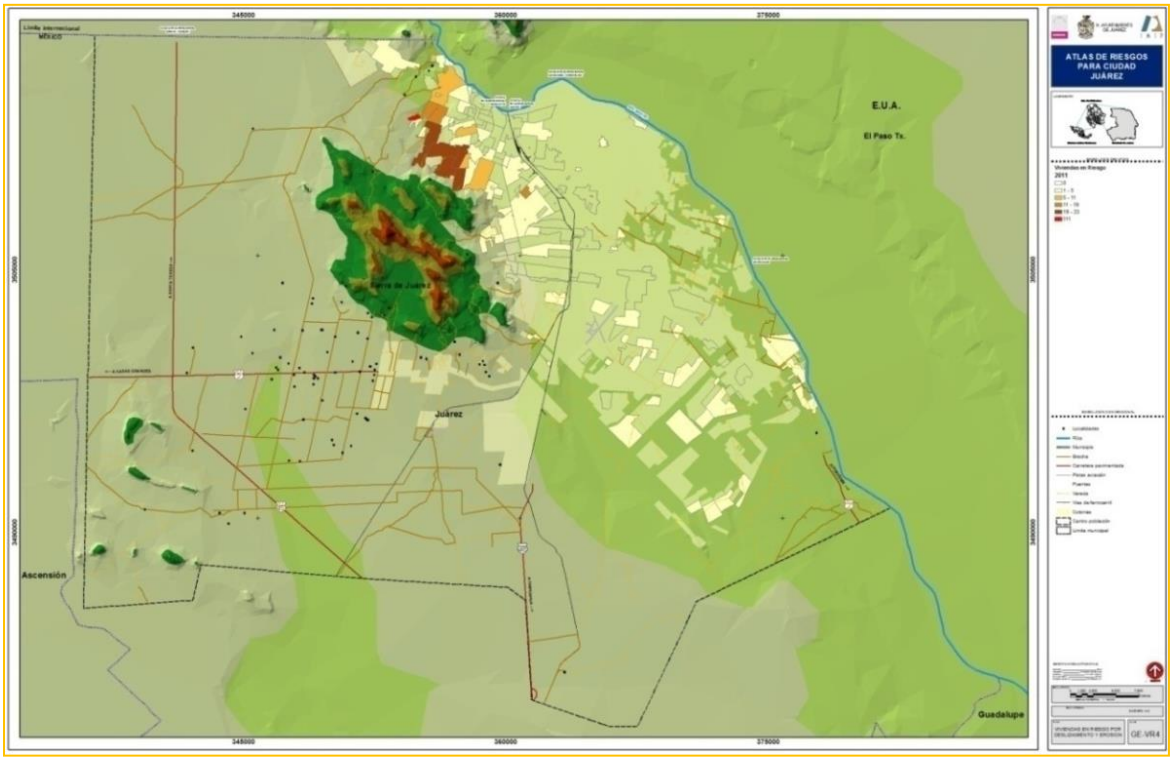
VI.7.2.4.(2). Registro de Vivienda en peligro por estabilidad geológica 2009



VI.7.2.4.(3) Registro de Vivienda en peligro por estabilidad geológica 2010



VI.7.2.4.(4). Registro de Vivienda en peligro por estabilidad geológica 2011



VI.7.2.5. Flujos

Los procesos de remoción de masas definidos desde un punto de vista geomorfológico, son fenómenos que involucran el material formador de laderas por influencia de la gravedad. La presencia cada vez mayor de los asentamientos humanos en laderas inestables, ha intensificado el riesgo para las familias asentadas en estos sitios. Cuando se combinan los procesos de un fluido de transporte y erosión en las laderas, el proceso se hace más crítico y la probabilidad de que se produzcan incidentes se incrementa, de tal manera que los procesos de remoción en masa constituyen una amenaza importante ya que la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas, determinan el riesgo presente.

La identificación de la densidad de escurrimientos permite dar continuidad al análisis a detalle de la susceptibilidad de flujos, y definir así las zonas en que los factores de tipo condicionante pueden ser más severos.

Análisis - Nivel 3

Elaboración del mapa de susceptibilidad de flujos

El mapa de susceptibilidad a procesos de remoción de masa es un instrumento que permite identificar las zonas en la que se presentan factores de tipo condicionante para ocasionar, en el momento en el que se presente un factor desencadenante, deslizamientos y/o derrumbes. Para ello se consideraron como factores condicionantes las litologías de tipo granular, las laderas con pendientes mayores a 20 grados y los escurrimientos tanto de arroyos principales como tributarios.

Metodología

Para la generación del Mapa de Susceptibilidad Geológico-Hidrológico o de susceptibilidad a procesos de remoción de masa causados por lluvias, se emplearon las capas temáticas de geología, mapa de pendientes y el “grid” de escurrimientos. El proceso consistió en filtrar el mapa de pendientes generando un nuevo archivo vectorial conteniendo solo las pendientes mayores a 20 grados. Una vez generado esta capa temática se realizó una intersección entre las unidades geológicas con litologías asociadas con materiales granulares: Conglomerado Terciario (Tcg) y rellenos Aluviales Cuaternarios (Al), con los polígonos con pendiente mayor de 20 grados y los polígonos del “grid” de escurrimientos.

Resultados

A partir del proceso anterior se generó una capa temática conteniendo polígonos que representan exclusivamente zonas en las que convergieron unidades litológicas conformadas por litologías débiles (granulares) localizados en zonas con pendientes consideradas como geométricamente inestables y polígonos con mayor densidad de escurrimientos. Los polígonos en color amarillo corresponden a zonas donde yacen suelos de tipo aluvial mientras que en color rojo son suelos de tipo conglomerado, El Mapa de Susceptibilidad de Flujos Clave SG-SGH, contiene los resultados obtenidos mismos que se pueden observar en la Figura VI.7.2.5.(1):

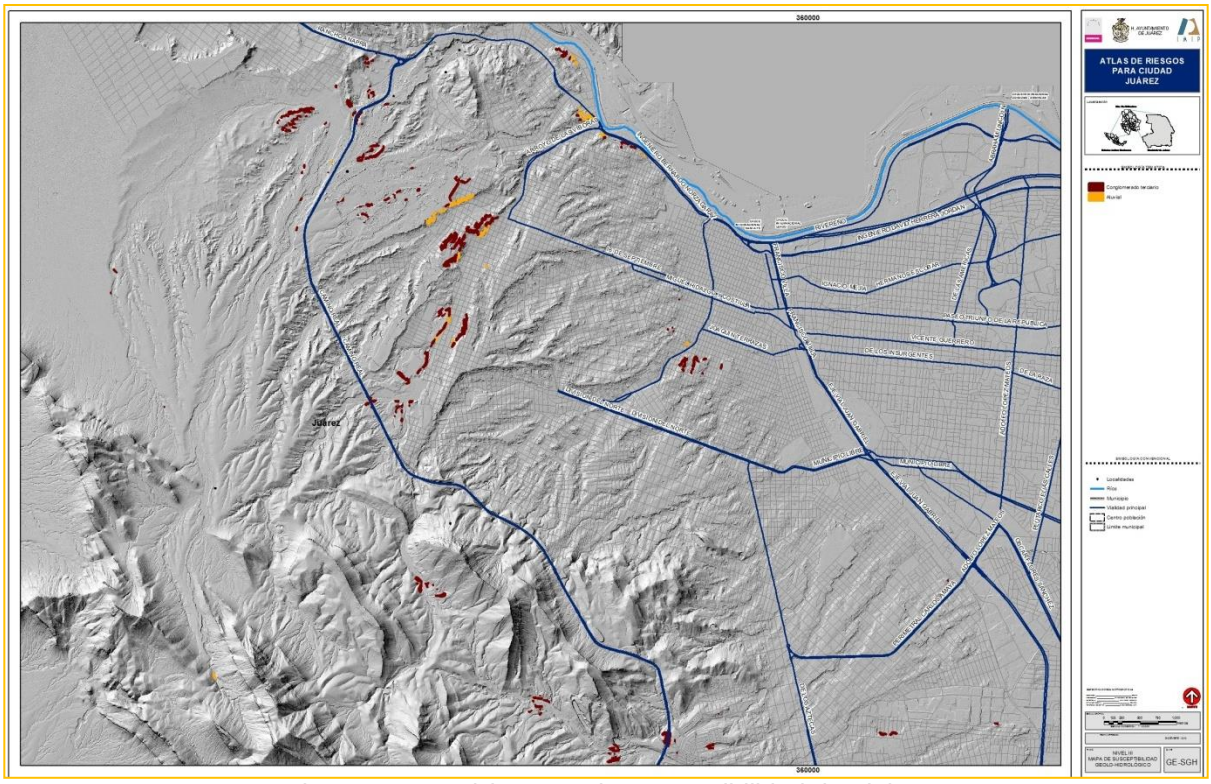


Figura VI.7.2.5.(1). Mapa de Susceptibilidad de Flujos

Interpretación

El mapa generado representa las zonas de Ciudad Juárez en las cuales los materiales con litologías débiles se encuentran localizados en laderas con pendientes mayores a 20 grados de inclinación y en las cuales converge un número considerado de escurrimientos de arroyos principales y tributarios. La presencia combinada de estos factores es, en consecuencia, las áreas de mayor atención ya que se reúnen factores condicionantes y desencadenantes decisivos para que se lleven a cabo procesos de remoción de masa.

Análisis - Nivel 4

Cálculo de factor de seguridad (fs)

Para determinar el Factor de Seguridad del talud del arroyo las Víboras en condiciones húmedas, dado que en esta subcuenca convergen factores que pueden causar desastres naturales para la población ahí asentada, tales como inundaciones en las cercanías al cauce del arroyo Las Víboras, derrumbes y deslaves de los taludes que conforman abundantemente la geomorfología de la zona, desbordamiento de diques y bordos, etc.

Área de estudio

El talud estudiado se encuentra en la colonia Fronteriza Alta, corre paralelo a las calles Sinaloa y Navojoa (entre las cuales se encuentra), teniendo en su borde la calle Cananea por algunos tramos; generalmente mantiene un rumbo de N 21°22’ 40” E, está conformado por

conglomerados terciarios y forma parte de la subcuenca Arroyo Las Víboras en Ciudad Juárez, Chihuahua (Figura VI.7.2.5.(2)).

Metodología

El análisis de estabilidad del talud consistió en los siguientes pasos:

- Ubicación de la zona de riesgo.- Dentro de la subcuenca Arroyo Las Víboras se buscó el área donde coexistieran asentamientos humanos e infraestructura importante con taludes escarpados conformados por materiales geológicamente débiles o inestables (arenas, limos, suelos poco cohesivos, suelos arcillosos, conglomerados poco cementados, etc.).

- Definición de la geometría del talud.- Mediante el uso de topografía *LIDAR*© se estableció la sección transversal del talud la cual fue sometida a su análisis con software especializado.

- Análisis de estabilidad.- Una vez establecida la geometría de la sección transversal del talud, se le conformaron en software sus características geotécnicas y factores externos tales como presencia de humedad y cargas sobre el mismo para modelar diversos escenarios de falla del talud y determinar el Factor de Seguridad Crítico que podría presentarse durante un evento hidrometeorológico importante.

Se determinó la ubicación del análisis de estabilidad del talud a partir de un corte transversal a este, localizándolo paralelamente a la calle Doctor Manuel Ruíz y marcado en sus extremos por las calles Nogales y Chiapas (Figura VI.7.2.5.(2)).

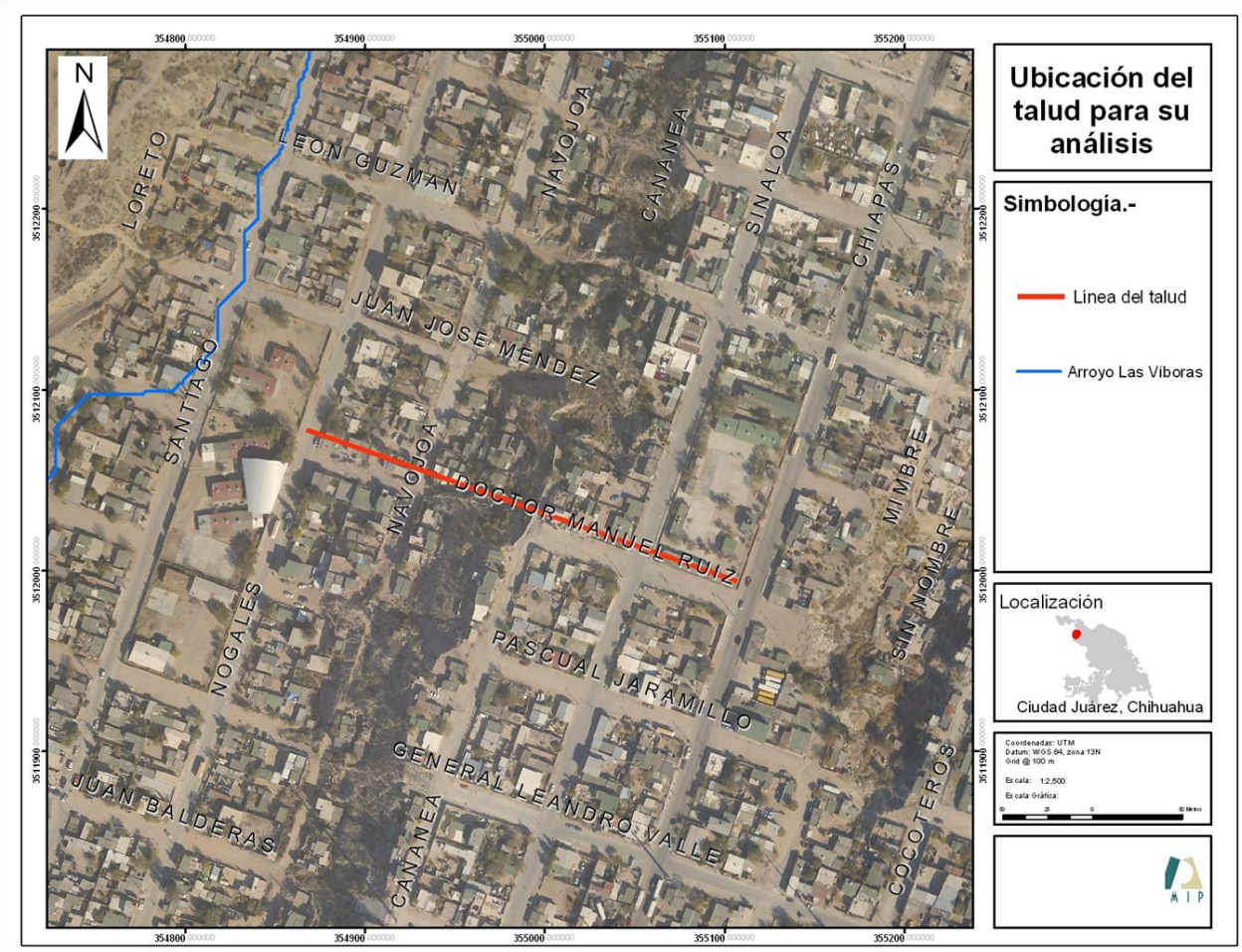


Figura VI.7.2.5.(2). Ubicación del análisis de estabilidad del talud.

La conveniencia de realizar el análisis en dicha zona se centró en que está altamente poblada, con vialidades a su alrededor y sobre todo a la existencia de tres planteles educativos en sus extremos, la escuela Primaria Centauro del Norte en el extremo izquierdo y el conjunto formado por la Primaria Sor Juana Inés de la Cruz y el Jardín de niños Francisco González Bocanegra en el extremo derecho; lo cual, puede resultar peligroso para las personas en caso de un posible derrumbe, deslizamiento o alud de material de las laderas durante una contingencia hidrometeorológica; además de que se cuenta con un estudio de mecánica de suelos mandado a realizar por el IMIP en dicha zona.

Una vez localizado el perfil de estudio, se procedió a determinar su forma geométrica de acuerdo a la topografía de la zona; se utilizaron las herramientas del software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*© para obtener primero las curvas de nivel del terreno y mediante un eje que inicia en las coordenadas (354,867.502; 3’512,077.910) y termina en (355,107.038; 3’511,994.165), obtener el perfil del talud e idealizarlo -eliminando brincos consecutivos en la topografía- para el análisis de su estabilidad (Figura VI.7.5.2.(3)).

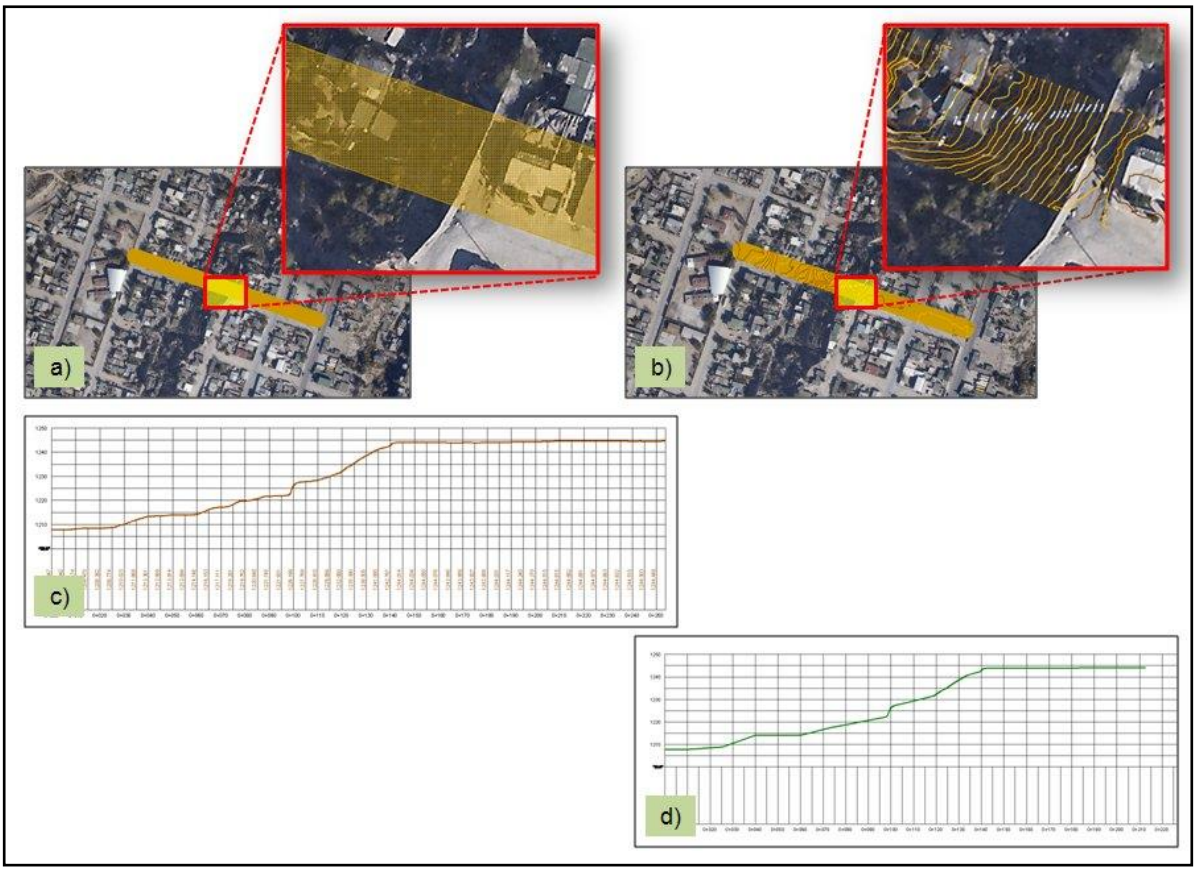


Figura VI.7.5.2.(3). Obtención de la geometría del perfil de talud para su análisis de estabilidad; a) malla tridimensional formada por puntos de topografía, b) curvas de nivel del terreno obtenidas con la malla tridimensional, c) perfil del terreno natural y d) perfil idealizado del terreno natural.

Con la geometría establecida para el talud, el siguiente paso consistió en realizar su análisis de estabilidad con diversas herramientas del software *GeoStudio 2007*®. Un solo análisis con cada una de las herramientas de *GeoStudio 2007*® comprende básicamente cuatro etapas:

1.- La primera consiste en definir la geometría y los estratos que componen la porción de suelo estudiada.

2.- La segunda etapa es la asignación de las características de cada estrato de suelo, obtenidas en ensayes de campo o laboratorio (peso volumétrico, clasificación SUCS, Límites de Atterberg, cohesión intermolecular, ángulo de fricción interna, resistencia al esfuerzo cortante, etc.).

3.- La tercera etapa consiste en asignar sobre la superficie del suelo los factores externos que pueden afectar su comportamiento mecánico; humedad, cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo, etc.

4.-Por último, el cálculo de los resultados del análisis, el cual, depende de la naturaleza del problema y se puede conjugar con los resultados de otros análisis.

Para representar el escenario más adverso de falla en el talud (suelo húmedo con cargas), se realizó el análisis con tres herramientas de *GeoStudio 2007*®.

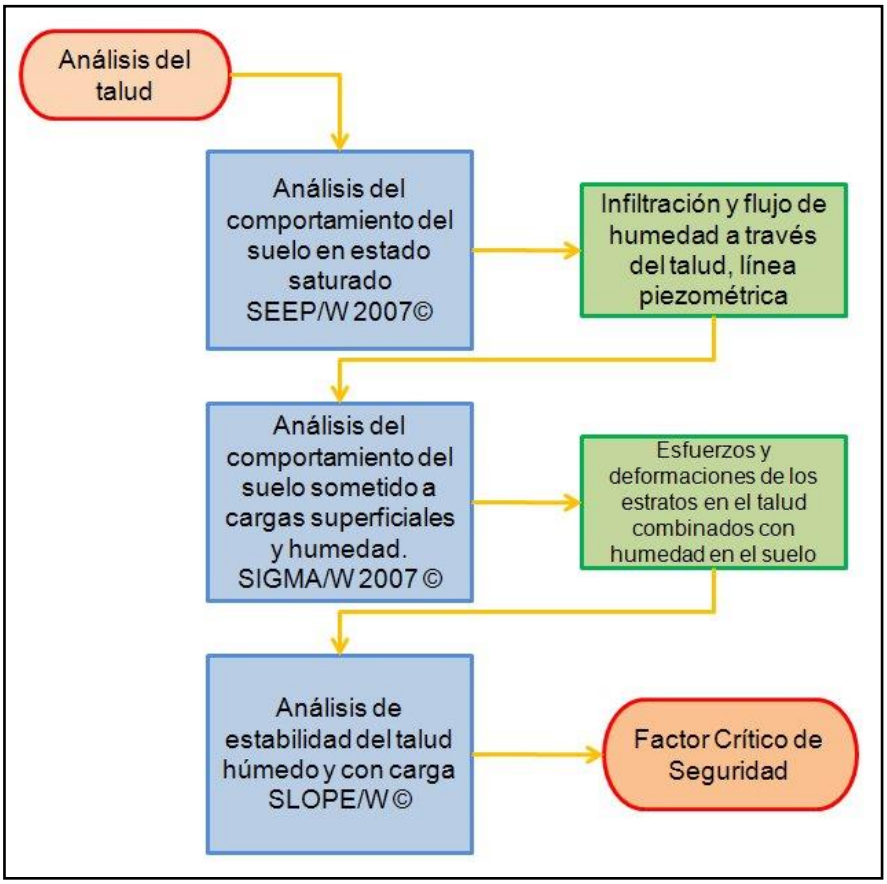


Figura VI.7.5.2.(4). Diagrama de flujo para el análisis de estabilidad del talud en estudio.

Análisis del comportamiento del suelo en estado saturado

Se realizó este análisis con el objetivo de determinar el flujo del agua a través del suelo que compone el talud y la línea piezométrica, resultados que sirvieron para alimentar los dos análisis siguientes de SIGMA/W 2007© y SLOPE/W 2007©.

1.- La geometría de la sección transversal del talud quedó definida por los puntos de la Tabla III. los cuales, a su vez definen los estratos encontrados en el estudio de mecánica de suelos; dichos puntos se muestran en coordenadas locales dentro del modelo de SEEP/W 2007© (Tabla VI.7.2.5.(1))

Tabla VI.7.2.5.(1).- Localización de los puntos que componen la geometría del talud en los modelos de *GeoStudio.*

Tabla VI.7.2.5..(1) Geometría del talud					
	X (m)	Y (m)		X (m)	Y (m)
Punto 1	212.5	65.5	Punto 20	111.2	55
Punto 2	212.5	69.6	Punto 21	106.5	53.9
Punto 3	190	69.6	Punto 22	101.4	52.7
Punto 4	176.2	69.3	Punto 23	99.8	51.5
Punto 5	142.7	69.4	Punto 24	98.3	47.7
Punto 6	140.6	69	Punto 25	97.2	47.5
Punto 7	140.2	68.4	Punto 26	88.4	45.8
Punto 8	139.6	67.8	Punto 27	81.8	44.5
Punto 9	138.5	67.4	Punto 28	72.8	42.8
Punto 10	138	67.3	Punto 29	67.5	41.4
Punto 11	137.4	67.3	Punto 30	60.1	39.5
Punto 12	133.7	66	Punto 31	49	39.5
Punto 13	132.8	65.5	Punto 32	40	39.5
Punto 14	130.5	64.2	Punto 33	25.7	34.2
Punto 15	212.5	64.2	Punto 34	10	33.2
Punto 16	128.4	63	Punto 35	0	33.2
Punto 17	124.2	60.1	Punto 36	0	0
Punto 18	122.1	59.1	Punto 37	212.5	0
Punto 19	118.9	56.8	Punto 38	11.5	33.3

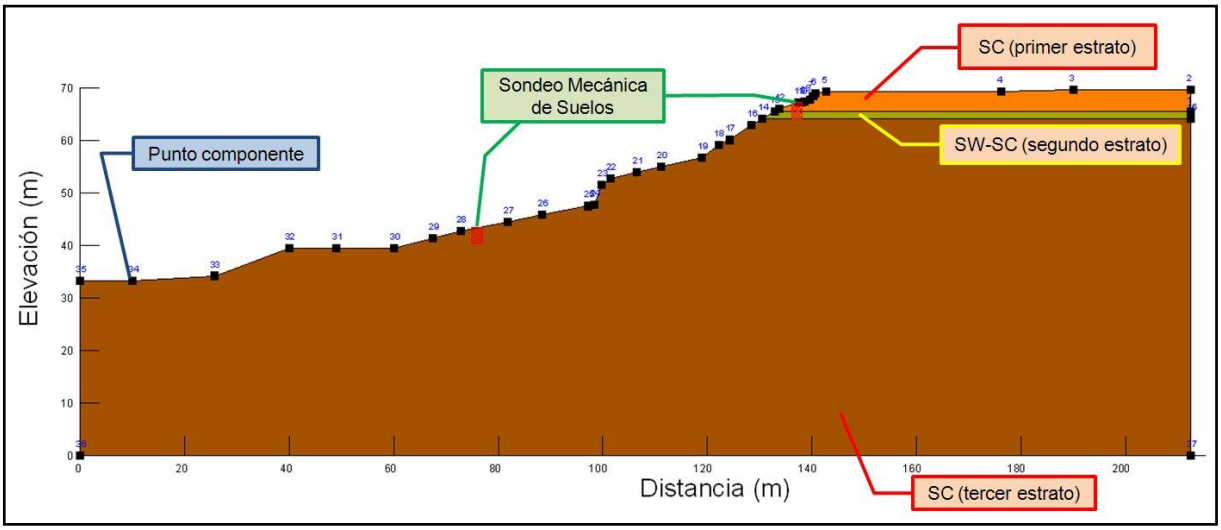


Figura VI.7.2.5.(5). Geometría del talud en los modelos de GeoStudio 2007®.

2.- Se especificó en el modelo que el talud está conformado por tres estratos de arenas arcillosas cuyas características han sido determinadas en el estudio de mecánica de suelos complementándose con resultados de otros estudios realizados por la UACJ para materiales cercanos a la zona de estudio*.

Las características del material con las que se alimentó el modelo de SEEP/W 2007© se especifican en la Tabla VI.7.2.5.(2).

Tabla VI.7.2.5.(2). Características de los estratos modelados dentro de *SEEP 2007*©.

Estrato:	**Primero**	**Segundo**	**Tercero**
Clasificación SUCS:	Arena arcillosa	Arena bien graduada con presencia de finos plásticos	Arena arcillosa
***Permeabilidad, k, (m/s)**	1.536×10^{-6}	5.36×10^{-5}	1.536×10^{-6}
Contenido de humedad (%)	7.95	4.8	3.1
Limite Líquido (%)	20.5	19	21

3.- Como el objetivo del análisis en SEEP/W© fue determinar el flujo del agua a través del cuerpo del talud, se simuló que la corona y la base de este se encuentre sometido a humedad permanente para crear el escenario más crítico; el valor de la lámina de agua que mantiene inundada las partes antes mencionadas del talud fue calculado a partir del total de precipitación esperada para la zona en un periodo de retorno de 100 años (UACJ-IMIP,2008) como se explica a continuación:

- Microcuenca clave: **Z1.5.3**
- Área de la microcuenca: **2.785 km²**.
- Total de precipitación TR_{100}: **240,760 m³**.

Cálculo de la altura de la lámina de agua:

$$h_{H20} = \frac{V\left(m^3\right)}{A\left(m^2\right)} = \frac{240{,}760m^3}{2'785{,}000m^2} = 0.086445m \Rightarrow \underline{\underline{10cm}}$$

Como en el modelo la altura de la corona se encuentra en promedio de los 69.6 m, el efecto de la presión hidrostática sobre el talud es de 69.7 m; mientras que en su base el nivel de pavimento se encuentra en 33.2 m, por lo tanto, la carga de la columna de agua en esa zona es de 33.3 m.

Se especificó además para el modelo, que la cara inclinada del talud sea la que está sometida al drenaje del terreno natural (por donde salgan las infiltraciones) (Figura VI.7.2.5.(6)).

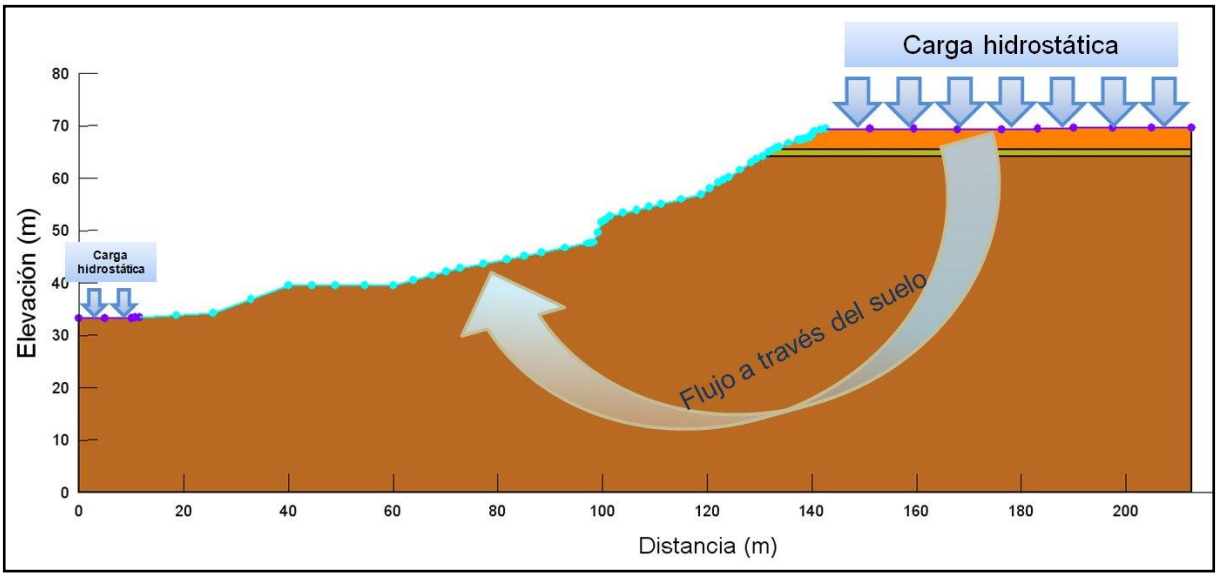


Figura VI.7.2.5.(6). Zonas de inundación y de flujo para el modelo en SEEP/W 2007©.

4.- El primer resultado del análisis muestra las líneas equipotenciales de la presión hidrostática, en cada una de ellas se aprecia la presión de los metros de columna de agua y la forma que toman al infiltrarse en el suelo (Figura VI.7.2.5.(7).).

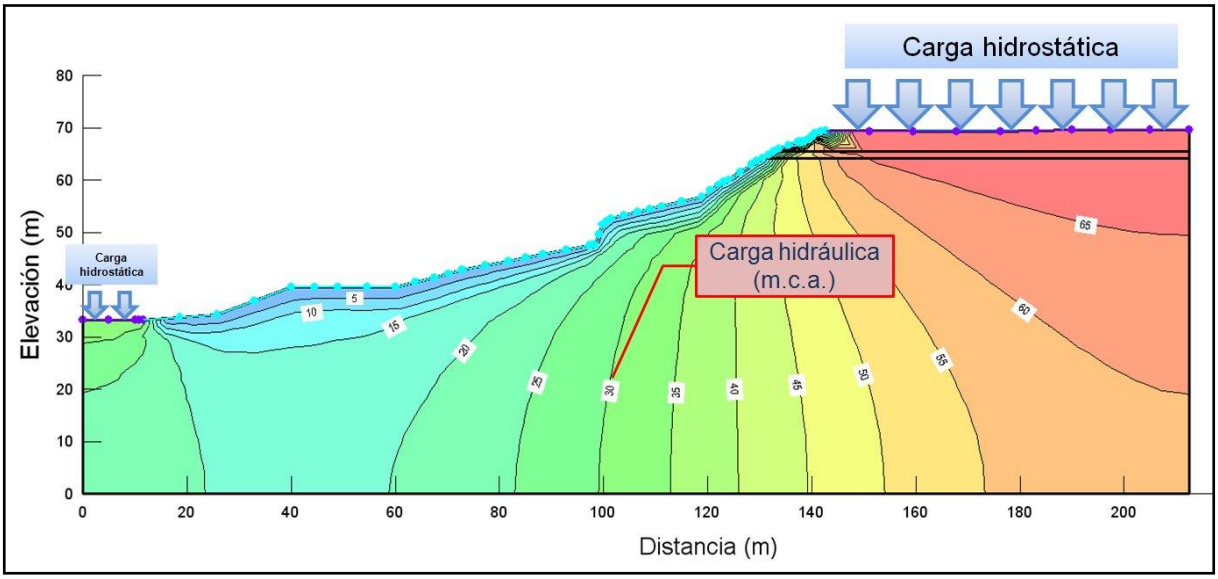


Figura VI.7.2.5..(7). Líneas equipotenciales de la presión hidrostática en el suelo que conforma el talud.

Se determinaron también las líneas de flujo de agua a través del suelo, observándose que para la línea de flujo que llega aproximadamente a medio talud (Figura VI.7.2.5.(8)), el camino del agua a través del suelo tiene las siguientes características:

- Longitud de la línea de flujo: **91.298 m.**
- Tiempo de trasiego del agua a través del suelo (desde la corona hasta la cara inclinada del talud): **34,701.414 hrs**, **~ 3.959 años.**
- Velocidad promedio del flujo: **7.308×10^{-7} m/s.**

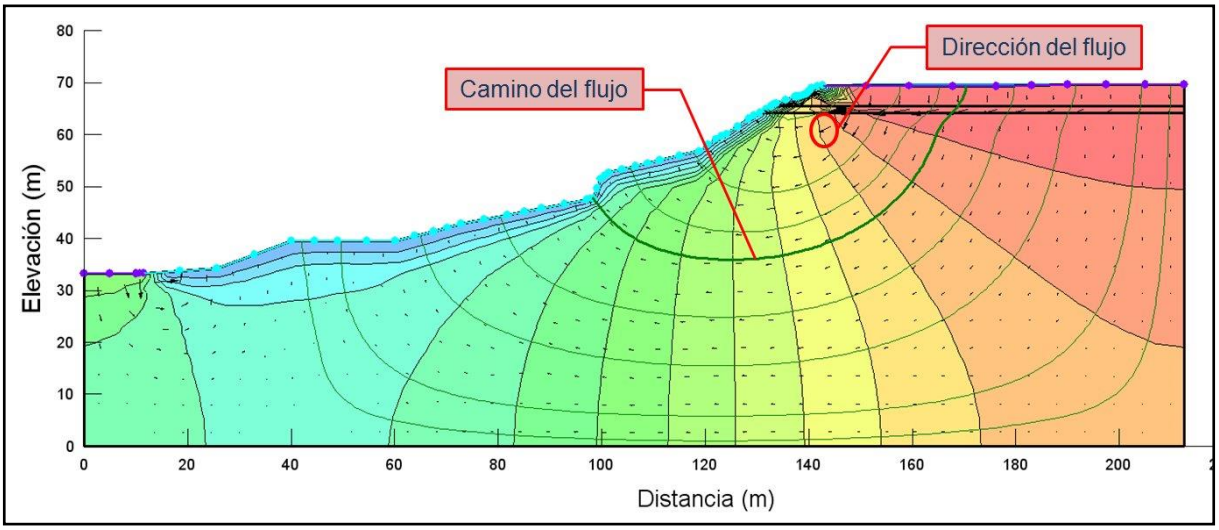


Figura VI.7.2.5.(8). Trayectoria del flujo del agua a través del cuerpo del talud.

Otro resultado importante que se obtuvo con este análisis fue la línea piezométrica, la cual, al igual que los anteriores es requerida para el análisis final de estabilidad del talud; se puede apreciar que dicha línea siguió un sentido paralelo de forma cuneiforme respecto a la cara inclinada del talud, lo cual se puede interpretar en primera instancia como una posible zona de falla (Figura VI.7.2.5.(9).).

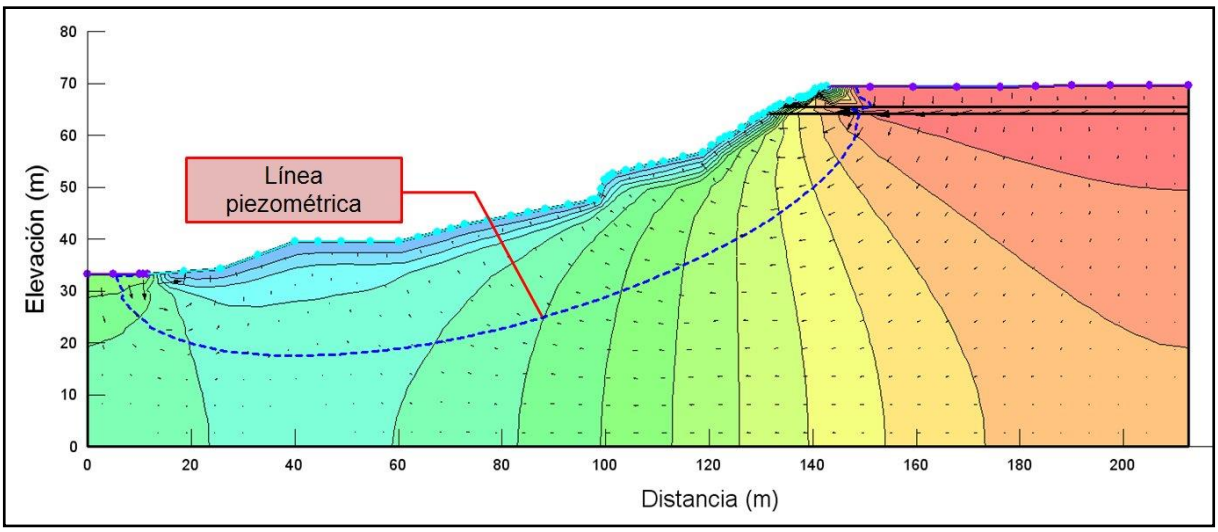


Figura VI.7.2.5.(9). Línea piezométrica formada por la filtración del agua en el cuerpo del talud.

Análisis del comportamiento del suelo en estado saturado y con cargas

Como se dijo anteriormente, se pueden conjugar diversos resultados dentro de los análisis de *GeoStudio 2007*®; con las características del flujo a través del talud ya calculadas, se procedió al análisis del comportamiento mecánico (esfuerzo-deformación) de este cuando sobre su superficie se ejercen cargas.

1.- Se copió la geometría establecida en el análisis en SEEP/W 2007©, además, se estableció que zonas están bajo el efecto de ciertas cargas y se correlacionó su ubicación en planta para con el perfil del talud (Figura VI.7.2.5.(10).).

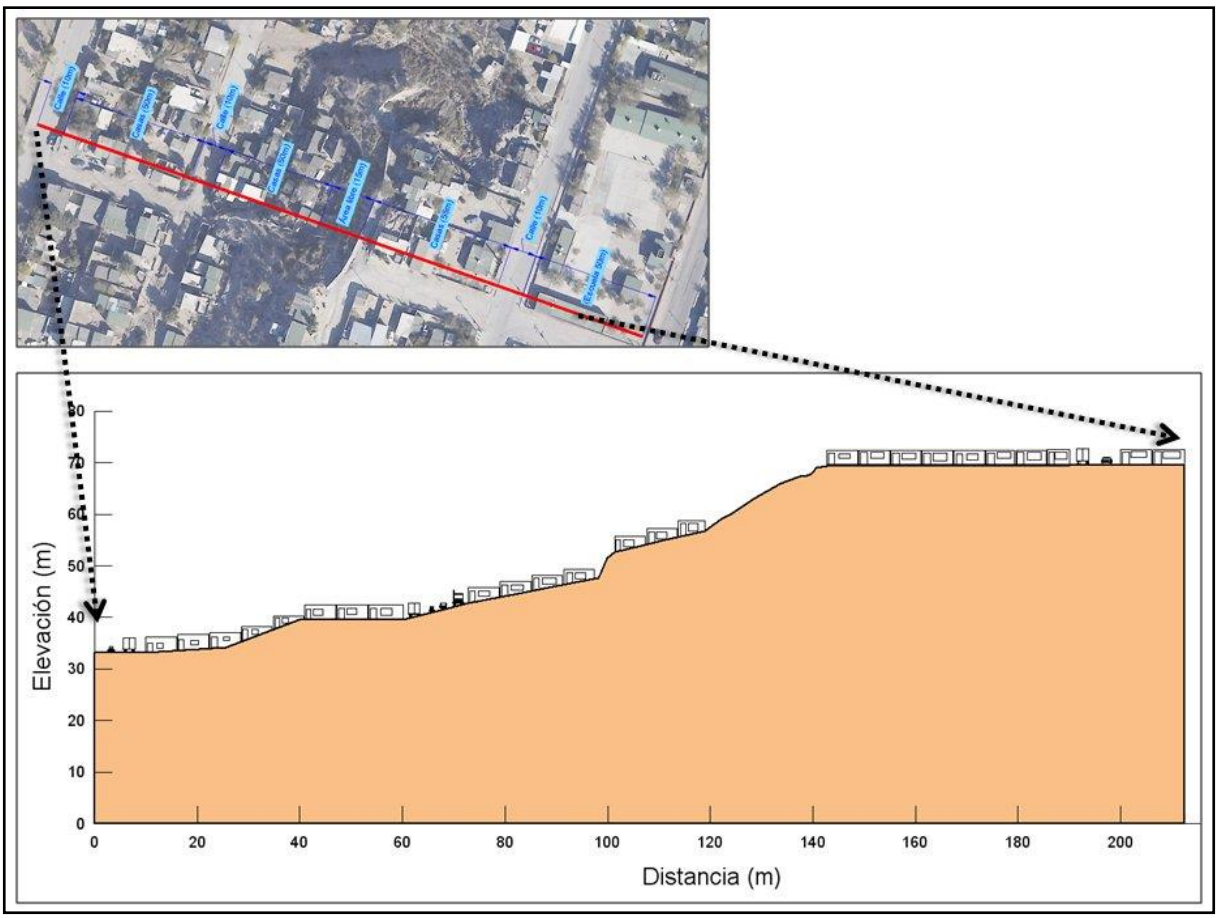


Figura VI.7.2.5.(10). Geometría del talud y correlación de zonas.

2.- Algunas de las características del material que se cargaron para el análisis en SIGMA/W 2007© fueron tomadas de los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos en la zona de estudio, los cuales constan de:

- Módulo de elasticidad: modelado con funciones calculadas dentro del mismo software para cada uno de los tres estratos.
- Peso volumétrico:
  - Primer estrato (arenas arcillosas): 12.905 kN/m³
  - Segundo estrato (arena bien graduada con finos plásticos): 14.950 kN/m³
  - Tercer estrato (arenas arcillosas): 13.518 kN/m³

3.- Para los factores externos sobre el talud, se tomaron en cuenta las zonas de carga (Figura VI.7.2.5.(11) y se especificó la presión vertical de la siguiente manera (el signo obedece al sentido en el modelo):

- Presión de viviendas: -10 kPa.
- Presión de vehículos (tomada como carga muerta): -9.89 kPa.

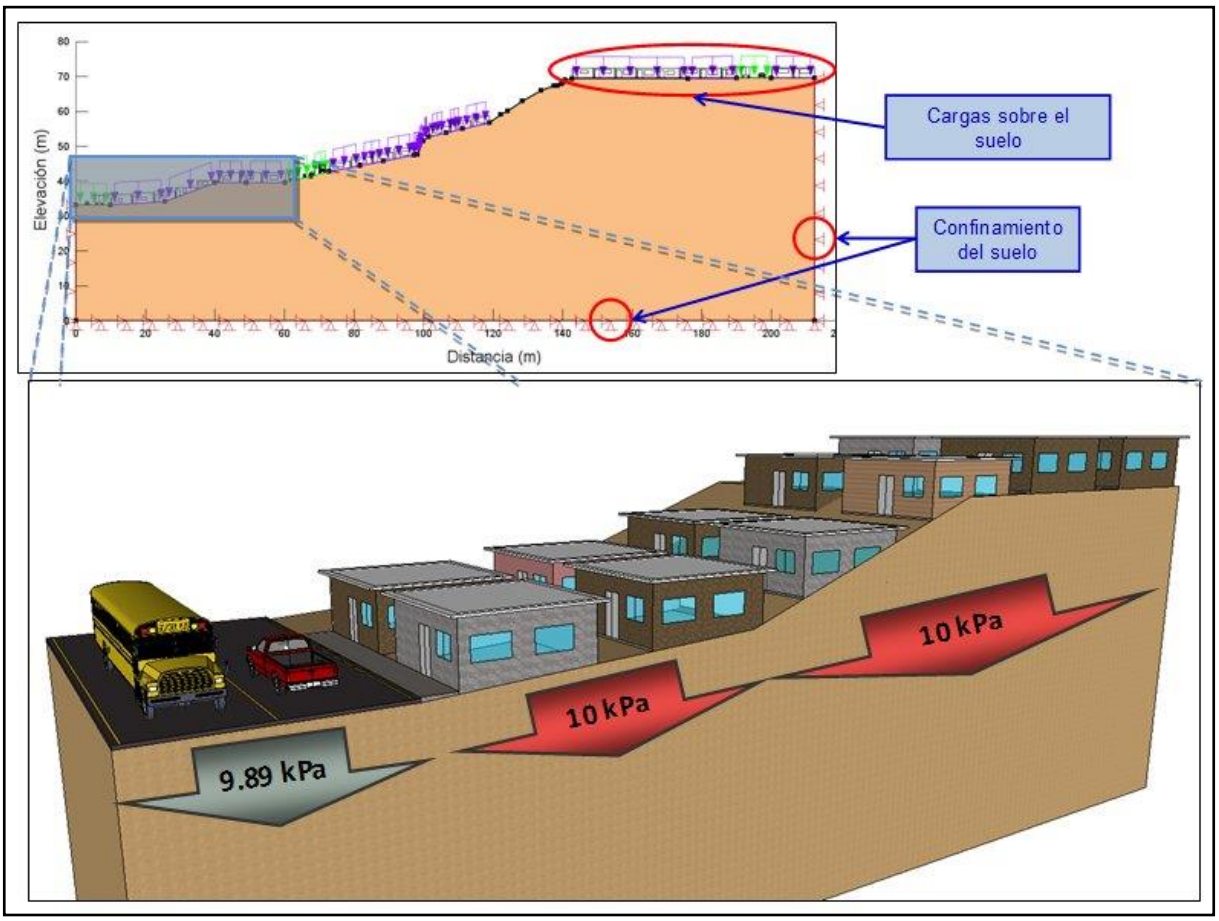


Figura VI.7.2.5.(11). Zonificación de cargas en la zona de talud.

4.- El primer resultado que arroja el análisis en SIGMA/W© es una serie de isolíneas que muestran los valores de presión vertical (en kPa) y la forma que esta adquiere al interactuar con las características confortantes del suelo; así también, la geometría que adquiere la línea piezométrica al existir cargas sobre la masa del talud (Figura VI.7.2.5.(12)).

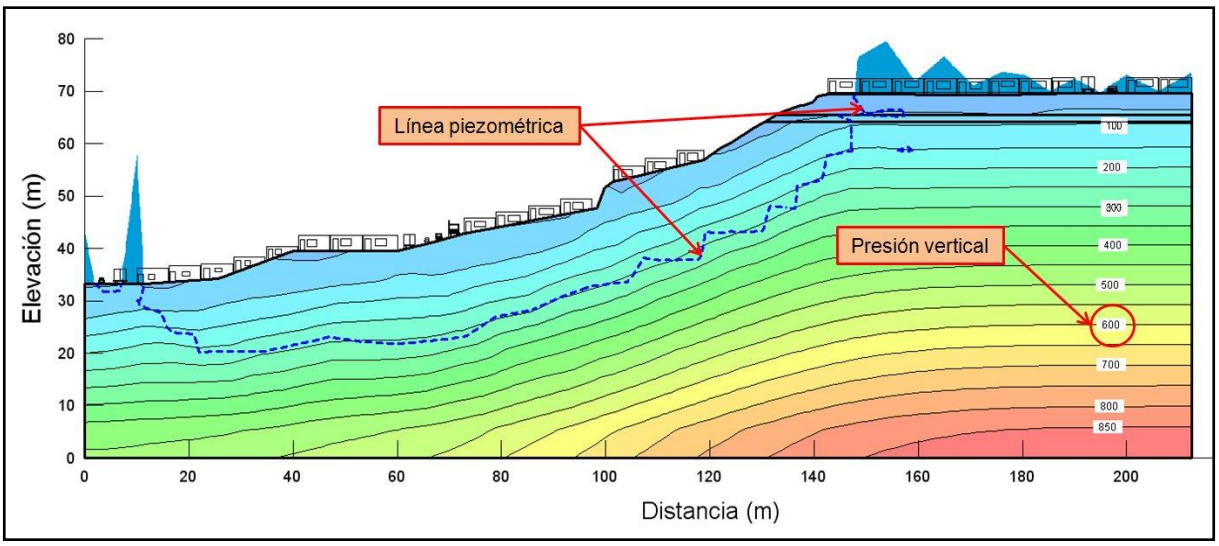


Figura VI.7.2.5.(12). Valores de presión vertical y geometría de la línea piezométrica para la masa del talud.

Otro resultado interesante que arroja el análisis es el cambio de volumen de la masa del talud, se muestra un desplazamiento del suelo (cambio teórico en la forma geométrica) de acuerdo a sus características conformantes, generado por las cargas y el flujo de agua a través del talud (Figura VI.7.2.5.(13)).

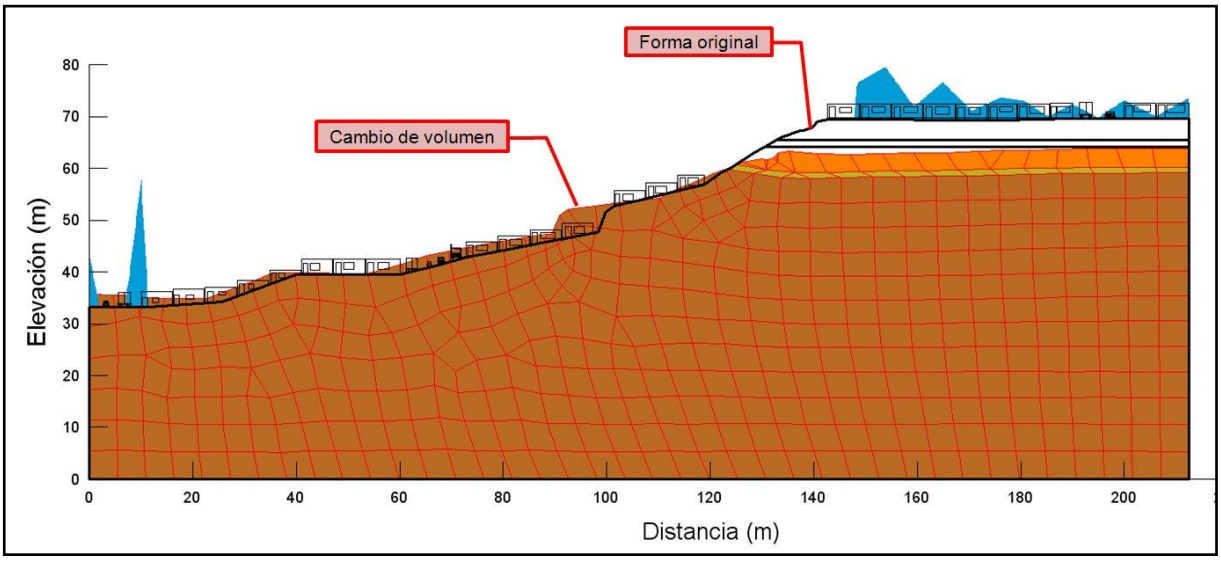


Figura VI.7.2.5.(13). Cambio teórico de la geometría del talud debido a las cargas e infiltraciones.

Análisis de estabilidad del talud (SLOPE/W 2007 ©).

Con los resultados obtenidos en los análisis anteriores (flujo de agua a través del suelo y su comportamiento con cargas), se realizó un último análisis para obtener el Factor Crítico de Seguridad para el talud en estudio.

1.- Se copió la geometría utilizada en los dos análisis anteriores.

2.- Las características del material que integran al talud fueron conformadas con los resultados del estudio de mecánica de suelos realizados en la zona de estudios.

Los materiales que conforman el modelo, conforme a los resultados de los estudios de mecánica de suelos (Apendice B.II), se caracterizan por:

Primer estrato (arenas arcillosas).-

- Peso volumétrico.- **12.905 kN/m³**.
- Cohesión: **6.86 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **29.0°**.

Segundo estrato (arenas bien graduadas con finos plásticos).-

- Peso volumétrico.- **14.950 kN/m³**.
- Cohesión: **1.96 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **30.0°**.

Tercer estrato (arenas arcillosas).-

- Peso volumétrico.- **13.518 kN/m³**.
- Cohesión: **4.9 kPa**.
- Ángulo de fricción interna.- **28.0°**.

3.- Como factores externos, se especificó a la zona de la corona como la de la posible entrada de fallas, mientras que se eligieron 4 zonas de posible salida de las mismas (Figura VI.7.2.5.(14) entre las cuales se compararon los Factores Críticos de Seguridad eligiendo al menor como el más severo.

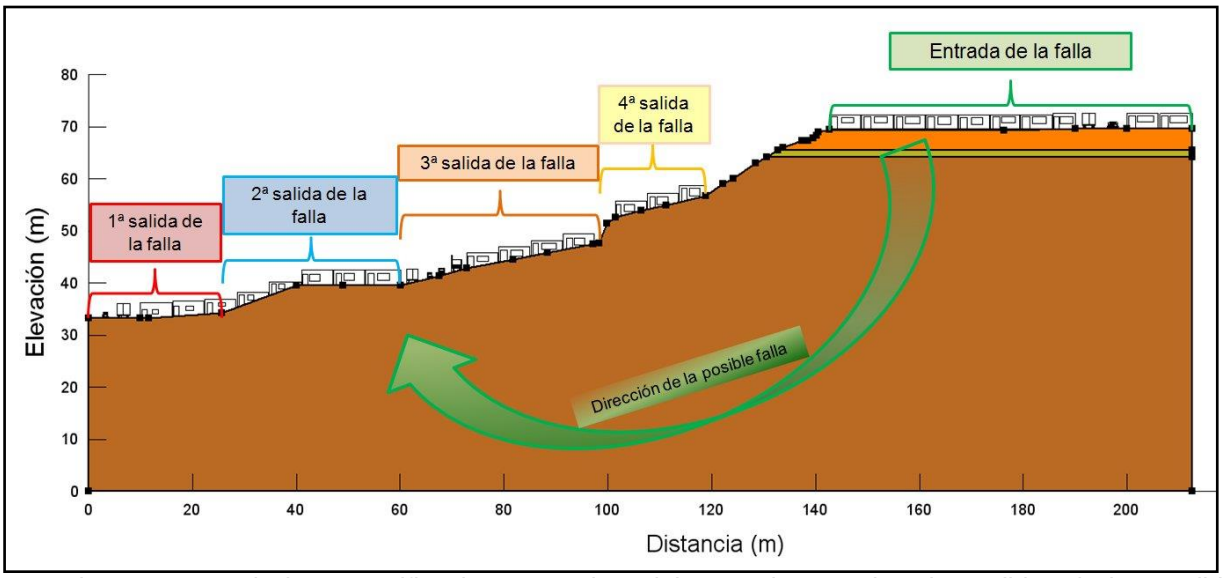


Figura VI.7.2.5.(14). Especificaciones en el modelo para la entrada y las salidas de las posibles fallas en el talud.

4.- Los resultados de los Factores Críticos de Seguridad obtenidos en los cuatro modelos de posibles escenarios de falla se mencionan a continuación.

Primer escenario de falla (Figura VI.7.2.5.(15).).-

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(0, 33.2) a (25.7, 34.2)**.
- Factor Crítico de Seguridad: **0.586**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(65.888, 243.001)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **216.218**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(195.049, 69.6)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(12.8599, 33.3862)**.
- Total de dovelas calculadas: **42**.

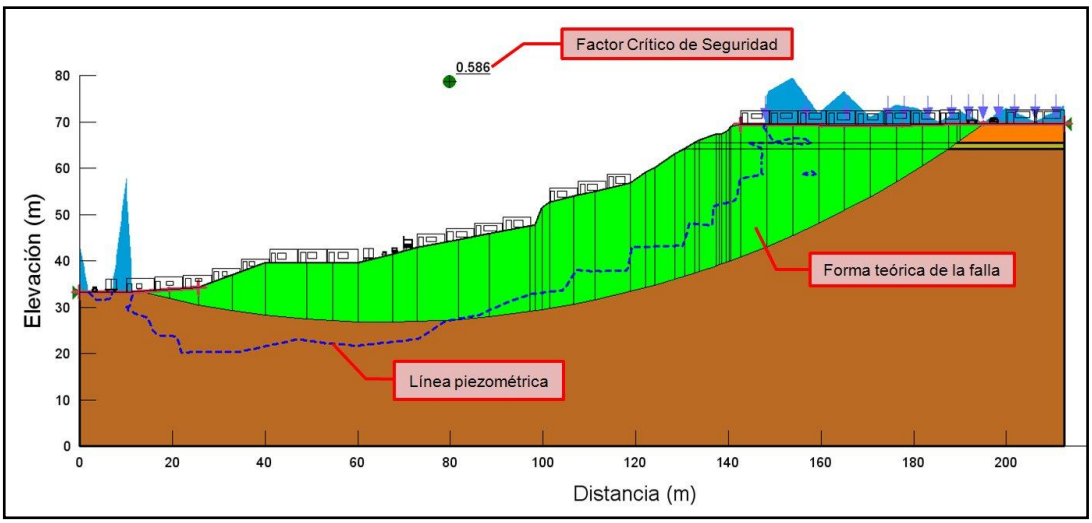


Figura VI.7.2.5.(15). Primer escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad.

Segundo escenario de falla (Figura VI.7.2.5.(16).

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(25.7, 34.2) a (60.1, 39.5)**.
- Factor Critico de Seguridad: **0.410**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(100.655, 221.818)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **188.891**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(212.5, 69.6)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(51.2624, 39.5)**.
- Total de dovelas calculadas: **42**.

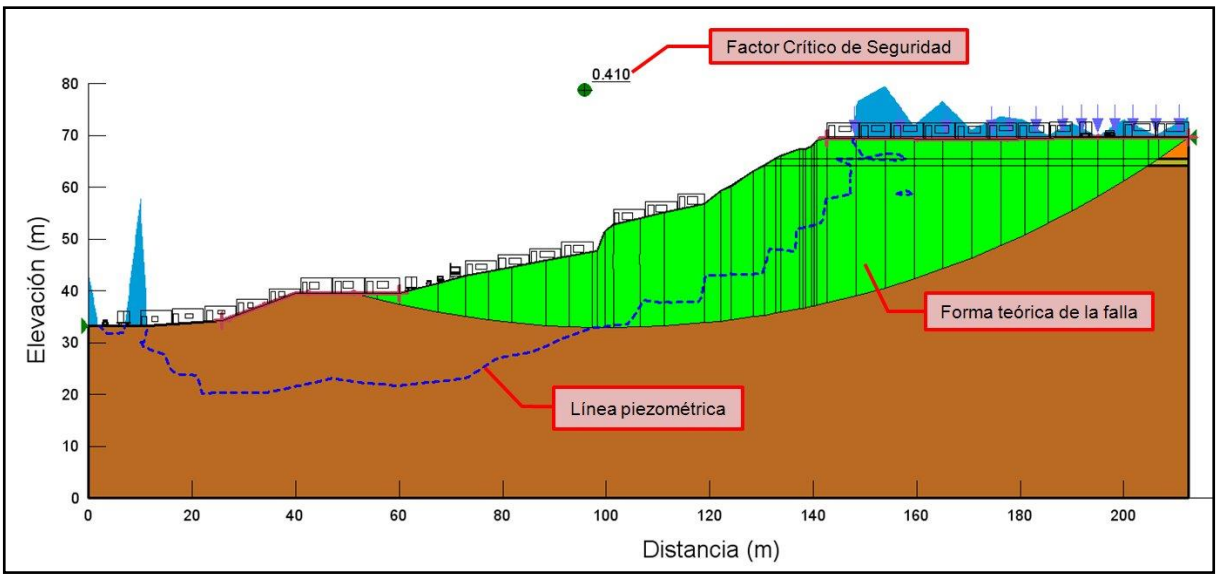


Figura VI.7.2.5.(16). Segundo escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad.

Tercer escenario de falla (Figura VI.7.2.5.(17)).-

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(60.1, 39.5) a (98.3, 47.7)**.
- Factor Critico de Seguridad: **0.411**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(104.704, 214.525)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **180.619**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(212.5, 69.6)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(60.1, 39.5)**.
- Total de dovelas calculadas: **42**.

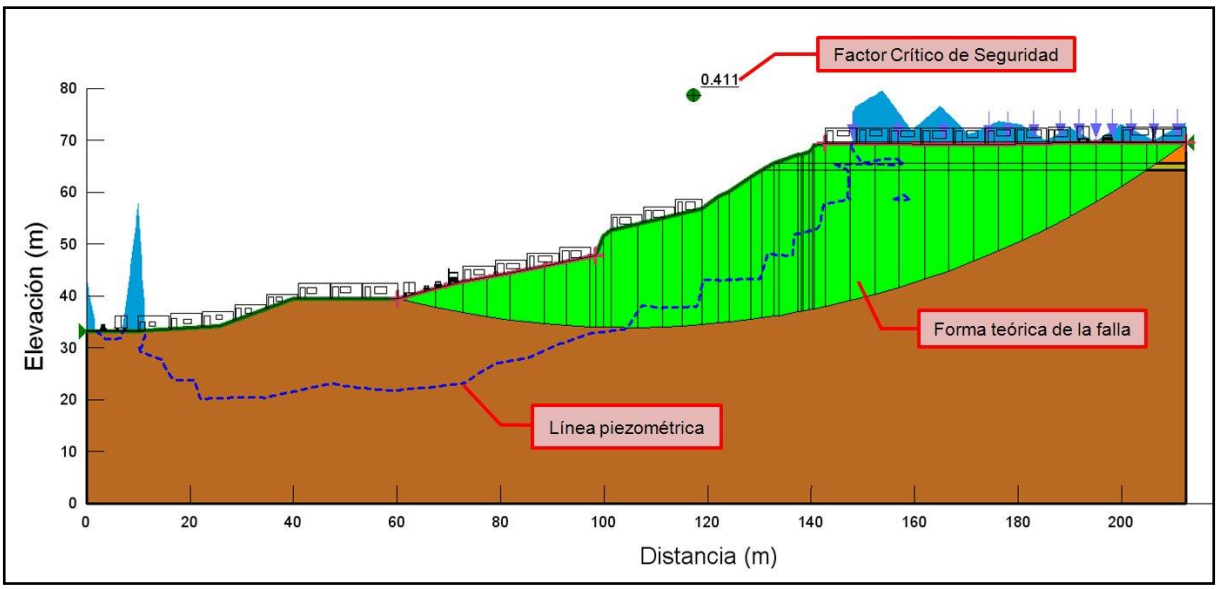


Figura VI.7.2.5.(17). Tercer escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad.

Cuarto escenario de falla (Figura VI.7.2.5.(18)).-

- Rango de entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(142.7, 69.4) a (212.5, 69.6)**.
- Rango de salida de la falla (coordenadas locales, m): **(98.3, 47.7) a (118.9, 56.8)**.
- Factor Critico de Seguridad: **0.790**
- Centro del círculo que forma la falla (coordenadas locales, m): **(125.855, 102.859)**.
- Radio del círculo que forma la falla (m): **61.659**
- Entrada de la falla (coordenadas locales, m): **(177.601, 69.3305)**.
- Salida de la falla (coordenadas locales, m): **(98.3, 47.7)**.
- Total de dovelas calculadas: **38**.

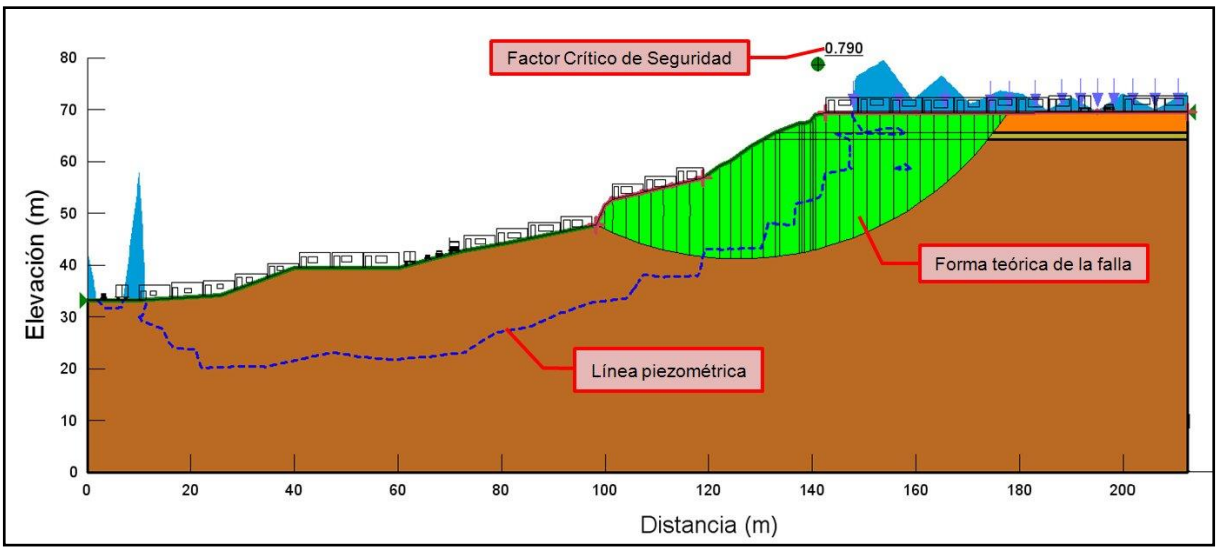


Figura VI.7.2.5.(18). Cuarto escenario de falla del talud para su Factor Crítico de Seguridad.

Resultados y conclusiones

La síntesis de resultados de los análisis de estabilidad de talud para húmedas con cargas externas se muestra en la Tabla VI.6.3.3.(3).

Tabla VI.7.2.5.(3). Resultados del cálculo del FS en condiciones húmedas.

Análisis de falla \ Condición	Proceso de Remoción de Masa	Talud con humedad (FCS)
1	Deslizamiento	**0.586**
2	Deslizamiento	**0.410**
3	Derrumbe	**0.411**
4	Derrumbe	**0.790**

En base a los resultados obtenidos mediante la simulación (Tabla V) se concluye que el talud tipo analizado esta en una condición de peligrosidad alta de presentar remociones de masa si se presentan eventos hidrometereológicos extremos. Esta situación, aunada con la vulnerabilidad asociada con la considerable presencia de asentamientos urbanos tanto en la parte en los hombros, taludes y lecho del arroyo de Las Víboras genera una condición alta de riesgo geológico.

VI.7.2.6. Evaluación del Riesgo por deslizamiento en zonas urbanas

Para la determinación del riesgo por deslizamiento en Ciudad Juárez, se localizaron las zonas en donde las viviendas se ubican en peligro potencial, de acuerdo con los recorridos de campo. Asimismo, de acuerdo a los análisis efectuados de estabilidad de taludes en viviendas asentadas en lomeríos donde se determino inestabilidad por la presencia de factores hidrometereoógicos con el consecuente reblandecimiento del suelo, se zonificaron las viviendas que presentan inestabilidad en el Arroyo de El Indio y en el Arroyo de las Víboras,

exclusivamente dado que no se cuenta con estudios de Mecánica de Suelos de otras zonas que permitan hacer una valoración similar. En general los sitios corresponden principalmente a la zona poniente de la ciudad, colindante con la Sierra de Juárez, en donde la topografía de la ciudad se caracteriza por ser muy accidentada. Las colonias identificadas bajo este concepto son 33, donde se estiman alrededor de 1599 viviendas las cuales una vez ponderadas presentan riesgo clasificado de alto a bajo, mismas que se describen en la Tabla VI.7.2.6.(1) a continuación

Tabla VI. 7.2.6.(1) Colonias en riesgo por deslizamiento		
Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo alto
Ampliación Plutarco E. Calles	Anáhuac	Puerto La Paz
Emiliano Zapata	Corregidora	Felipe angeles
Francisco Sarabia	Felipe Angeles	
Ignacio Allende	Chihuahua	
Josefa Ortiz de Dominguez	San Felipe el Real	
La Mesita	Luis Echeverría	
Lázaro Cardenas	Francisco I. Madero	
Luis Olague	Guadalajara	
Mariano Escobedo	Plutarco Elías Calles	
Nuevo México	16 de Septiembre	
Parque Industrial Fernandez	Ampliación Fronteriza	
Socosema	Francisco Villa	
Luis Olague	Fronteriza	
Azteca	Insurgentes	
Morelos	Puerto La Paz	
Libertad	Siglo XXI	
	Renovación 92	
Fuente: IMIP 2011		

Una vez identificadas todas las zonas con peligro potencial por deslizamiento, se procedió a calcular el valor de los bienes afectados en vivienda por este fenómeno, los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla VI.7.2.6.(1).

Tabla VI.7.2.6.(1) Riesgo en viviendas ubicadas en zonas susceptibles a derrumbes

Zona	Ageb	Tipo de edificación	Costo por m2 de construcción	Menaje ($/vivienda)	Número de viviendas	Superficie construida m2	Valor de los bienes expuestos "C"
1	401-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	15	1467.00	$ 3,100,500.75
2	474-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	7	276.00	$ 792,221.00
3	489-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	249.00	$ 598,960.25
4	475-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	146.00	$ 333,928.50
5	417-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	18	873.00	$ 2,298,764.25
6	409-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	145	14577.00	$ 30,605,998.25
7	491-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	255.00	$ 608,573.75
8	138-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	164.00	$ 312,769.00
9	370-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	219.00	$ 500,892.75
10	418-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	184.00	$ 494,814.00
11	410-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	40	3928.00	$ 8,293,638.00
12	374-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	186.00	$ 398,018.50
13	146-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	81.00	$ 229,782.25
14	407-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	232.00	$ 471,722.00
15	090-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8	792.00	$ 1,668,982.00
16	414-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	47	4608.00	$ 9,733,168.00
17	091-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	82.00	$ 181,384.50
18	371-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	373.00	$ 747,639.25
19	608-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	131.00	$ 309,894.75
20	115-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	109.00	$ 224,645.25
21	119-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	63.00	$ 150,941.75
22	132-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	72.00	$ 165,362.00
23	142-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	57.00	$ 141,328.25
24	272-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	161.00	$ 357,962.25
25	433-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	9	413.00	$ 1,111,729.25
26	400-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	31	2936.00	$ 6,254,206.00
27	506-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	46.00	3,512.37	$ 7,927,694.83
28	507-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8.00	490.56	$ 1,185,999.76
29	601-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17.00	1,052.87	$ 2,536,960.96
30	602-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	32.00	2,181.38	$ 5,095,116.11
31	741-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14.00	772.31	$ 1,937,433.70
32	101-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	55.00	5,500.00	$ 11,562,375.00
33	270-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	82.00	8,200.00	$ 17,238,450.00
34	364-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	120.00	12,000.00	$ 25,227,000.00
35	402-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	176.00	17,600.00	$ 36,999,600.00
36	403-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	76.00	7,600.00	$ 15,977,100.00
37	404-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	93.00	9,300.00	$ 19,550,925.00
38	490-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	45.00	4,500.00	$ 9,460,125.00
39	168-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17.00	1,700.00	$ 3,573,825.00
40	187-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	185.00	18,500.00	$ 38,891,625.00
41	188-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	47.00	4,700.00	$ 9,880,575.00
42	432-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	26.00	2,600.00	$ 5,465,850.00
43	489-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	204.00	20,400.00	$ 42,885,900.00
Fuente: Elaboración propia IMIP (2011)							

Para el peligro, se adoptó un valor de 1.0 para deslizamientos, ya que las viviendas identificadas se encuentran en peligro potencial de colapsar, considerando para ello la probabilidad más alta. Asimismo, se asigno el valor de vulnerabilidad a los AGEBS con

probabilidad de afectación, para lo cual se utilizó la Tabla VI.5.1.(4), que presenta los grados de vulnerabilidad por ageb para Ciudad Juárez, Chih.

Por último, se realizó el cálculo del riesgo por deslizamiento por ageb, cuyos resultados se muestran en la Tabla VI.7.2.6.(2).

Asimismo, se obtuvieron los índices de riesgo en cada uno de los agebs analizados para este fenómeno, los cuales fueron necesarios para la elaboración de mapas de riesgo, y proporcionan una mejor idea de las zonas con mayor riesgo por deslizamiento, ya que muestran los diferentes niveles de riesgo en las zonas identificadas.

Tabla VI.7.2.6.(2) Riesgo en viviendas ubicadas en zonas susceptibles a derrumbes

Zona	Ageb	Valor de los bienes expuestos "C"	Peligro "P"	Vulnerabilidad "V"	Riesgo "R"	IR (costo unitario)	IR (vivienda)
1	401-4	$ 3,100,500.75	1	0.47	$ 1,457,235.35	0.35	0.46
2	474-3	$ 792,221.00	1	1.00	$ 792,221.00	1.00	0.54
3	489-A	$ 598,960.25	1	0.53	$ 317,448.93	0.44	0.38
4	475-8	$ 333,928.50	1	0.50	$ 166,964.25	0.40	0.40
5	417-5	$ 2,298,764.25	1	0.53	$ 1,218,345.05	0.49	0.32
6	409-0	$ 30,605,998.25	1	0.53	$ 16,221,179.07	0.39	0.53
7	491-7	$ 608,573.75	1	0.50	$ 304,286.88	0.42	0.36
8	138-2	$ 312,769.00	1	0.47	$ 147,001.43	0.31	0.70
9	370-7	$ 500,892.75	1	0.27	$ 135,241.04	0.22	0.21
10	418-A	$ 494,814.00	1	0.57	$ 282,043.98	0.53	0.34
11	410-3	$ 8,293,638.00	1	0.53	$ 4,395,628.14	0.39	0.52
12	374-5	$ 398,018.50	1	0.43	$ 171,147.96	0.32	0.41
13	146-7	$ 229,782.25	1	0.50	$ 114,891.13	0.49	0.27
14	407-1	$ 471,722.00	1	0.53	$ 250,012.66	0.38	0.59
15	090-A	$ 1,668,982.00	1	0.50	$ 834,491.00	0.37	0.50
16	414-1	$ 9,733,168.00	1	0.50	$ 4,866,584.00	0.37	0.49
17	091-4	$ 181,384.50	1	0.53	$ 96,133.79	0.41	0.46
18	371-1	$ 747,639.25	1	0.50	$ 373,819.63	0.35	0.59
19	608-2	$ 309,894.75	1	0.13	$ 40,286.32	0.11	0.10
20	115-1	$ 224,645.25	1	0.53	$ 119,061.98	0.38	0.57
21	119-A	$ 150,941.75	1	0.57	$ 86,036.80	0.48	0.41
22	132-5	$ 165,362.00	1	0.57	$ 94,256.34	0.46	0.45
23	142-9	$ 141,328.25	1	0.47	$ 66,424.28	0.41	0.32
24	272-8	$ 357,962.25	1	0.50	$ 178,981.13	0.39	0.43
25	433-4	$ 1,111,729.25	1	0.43	$ 478,043.58	0.40	0.25
26	400-A	$ 6,254,206.00	1	0.13	$ 813,046.78	0.10	0.12
27	506-5	$ 7,927,694.83	1	0.43	$ 3,408,908.78	0.34	0.35
28	507-A	$ 1,185,999.76	1	0.40	$ 474,399.90	0.34	0.28
29	601-0	$ 2,536,960.96	1	0.53	$ 1,344,589.31	0.44	0.38
30	602-5	$ 5,095,116.11	1	0.40	$ 2,038,046.44	0.33	0.30
31	741-3	$ 1,937,433.70	1	0.23	$ 445,609.75	0.20	0.15
32	101-A	$ 11,562,375.00	1	0.33	$ 3,815,583.75	0.24	0.33
33	270-9	$ 17,238,450.00	1	0.07	$ 1,206,691.50	0.05	0.07
34	364-1	$ 25,227,000.00	1	0.50	$ 12,613,500.00	0.37	0.50

35	402-9	$ 36,999,600.00	1	0.50	$ 18,499,800.00	0.37	0.50
36	403-3	$ 15,977,100.00	1	0.57	$ 9,106,947.00	0.42	0.57
37	404-8	$ 19,550,925.00	1	0.50	$ 9,775,462.50	0.37	0.50
38	490-2	$ 9,460,125.00	1	0.57	$ 5,392,271.25	0.42	0.57
39	168-3	$ 3,573,825.00	1	0.40	$ 1,429,530.00	0.29	0.40
40	187-6	$ 38,891,625.00	1	0.27	$ 10,500,738.75	0.20	0.27
41	188-0	$ 9,880,575.00	1	0.57	$ 5,631,927.75	0.42	0.57
42	432-A	$ 5,465,850.00	1	0.17	$ 929,194.50	0.12	0.17
43	489-9	$ 42,885,900.00	1	0.40	$ 17,154,360.00	0.29	0.40
Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).							

Una vez obtenidos los índices de riesgo por ageb, estos se utilizaron para la elaboración del mapa de riesgo, identificándose 2 índices de riesgo, uno a nivel vivienda y a otro a nivel de superficie unitaria por deslizamientos. A nivel vivienda las colonias que presenta riesgo alto es Corregidora y Anahuac, mientras que a nivel ageb se destaca la colonia Puerto La Paz y Felipe Angeles con potencial alto tal como se presenta en los mapas Figuras VI.7.2.6.(1) y (2):

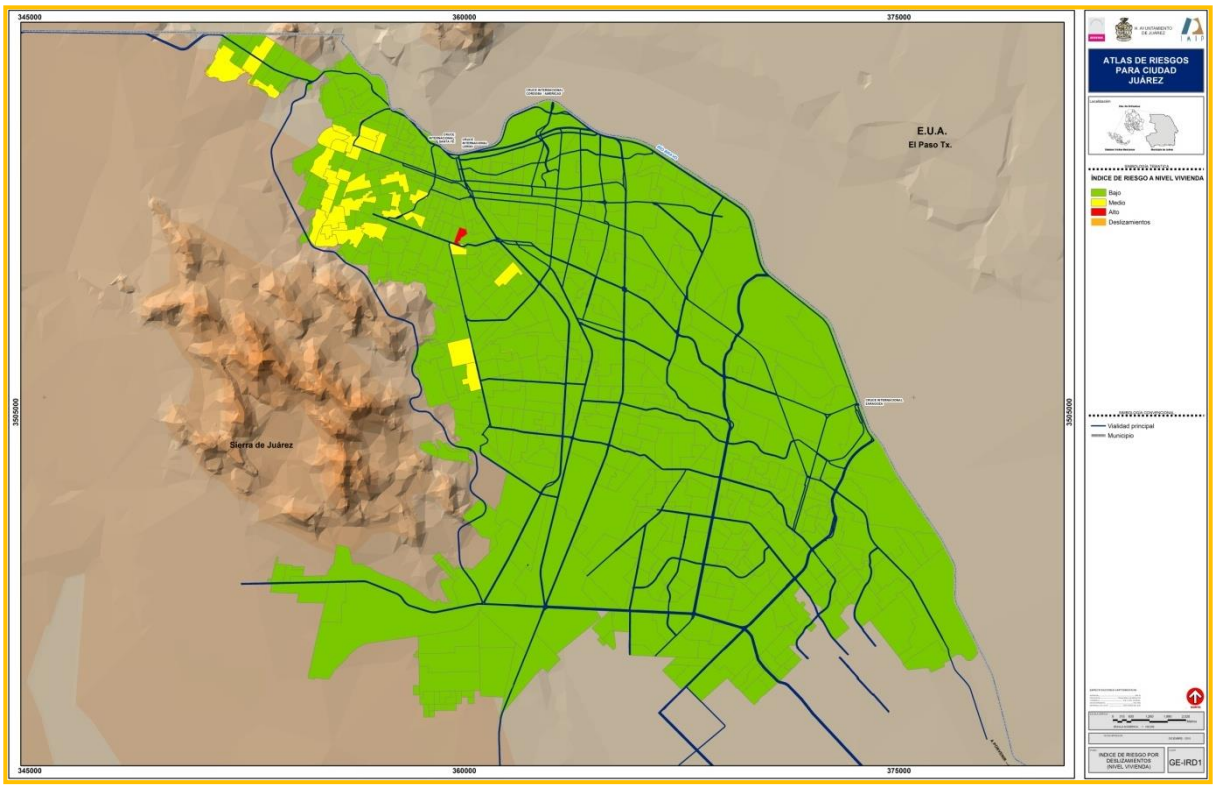


Figura VI.7.2.6.(1) Índice de Riesgo por deslizamiento a nivel vivienda por Ageb

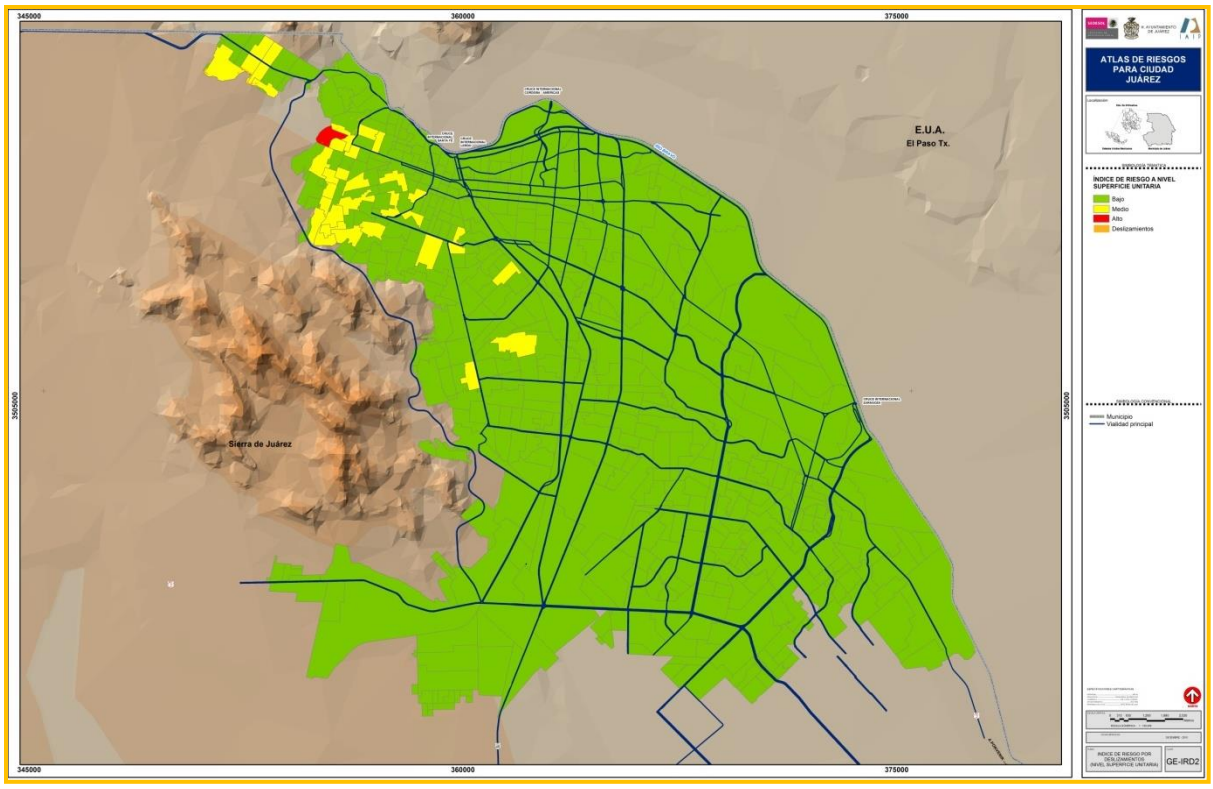


Figura VI.7.2.6.(1) Índice de Riesgo por deslizamiento por superficie unitaria por Ageb

VI.7.3. Zonificación por Riesgos Hidrometeorológicos

Ciudad Juárez se encuentra localizada dentro de la franja que ocupa el Desierto Chihuahuense, de tal manera que sus características climáticas regionales, establecen una fuerte influencia en el comportamiento hidrometeorológico presente en esta zona, siendo las lluvias focalizadas y de gran intensidad. Los principales riesgos detectados para este agente de perturbación en Ciudad Juárez, corresponden a corrientes intermitentes que se originan en la Sierra de Juárez y que descargan sus aguas en las partes bajas de la mancha urbana, las invasiones de los cauces de arroyos y partes bajas de la ciudad, donde los escurrimientos se generan en las zonas urbanizadas muy planas de carácter endorreico, carentes de infraestructura pluvial, creando áreas de fuertes anegamientos. Por otra parte se encuentran las edificaciones de vivienda que se localizan en las estribaciones de la sierra, construidas sobre lomeríos en escarpes del terreno o bien donde la topografía y el ángulo de inclinación del terreno o el suelo en que fueron construidas, se potencialmente propenso a generar derrumbes por efecto de erosión hídrica.

Dentro de la identificación del nivel de riesgo y zonificación de estos fenómenos, es necesario indicar que se concentro la mayor atención en los que mayor impacto generan cada vez que se presentan en la localidad, como son el riesgo por corrientes perenes y por inundación en zonas urbanas. Asimismo aun cuando se identificaron riesgos como tormentas eléctricas, sequias y temperaturas máximas extremas, no fue posible realizar la zonificación precisa del riesgo, esto debido a que solamente se conto con una fuente que registra este tipo de datos con información suficiente para realizar el análisis estadístico.

VI.7.3.1. Zonificación de riesgos por corrientes perenes

La única corriente perene en la zona corresponde al Río Bravo, ubicándose al norte de la mancha urbana con la cual colinda en un tramo de 39.8 km aproximadamente, es asimismo límite internacional con los Estados Unidos de América. El río Bravo nace en las montañas San Juan, en el estado de Colorado, EE.UU., fluye a través del valle de San Luis hacia el sur pasando por el Estado de Nuevo México a través de las ciudades de Albuquerque y Las Cruces Nuevo México, para llegar a las ciudades de El Paso, Texas y Ciudad Juárez, Chihuahua México.

El Río Bravo es una corriente que a pesar de contar con estructuras de regulación aguas arriba (Presa del Elefante y Presa del Caballo), se ha identificado como riesgo potencial indirecto por las afectaciones a las zonas colindantes al Río Bravo en la margen de la mancha urbana de Ciudad Juárez, puesto que se dan como consecuencia de la falta de estructuras hidráulicas adecuadas en la descarga de los arroyos El Tapo, Coyotla y el Arroyo el Mimbre, al no contar con una incorporación correcta, para prevenir que cuando el gasto en tránsito del río es muy elevado, obstaculiza la descarga, tal como se hace la observación en el apartado VI.4.1. Asimismo confluye el Arroyo Colorado, el cual al igual que el A. de las Víboras descargan importantes volúmenes al río, que se suman a los arroyos que bajan de la Sierra de Juárez y de la vertiente del lado Norteamericano.

Lo anterior quedo de manifiesto el 1º. de Agosto del 2006, cuando el taponamiento de los arroyos, provocó anegamientos en varias colonias a la altura de las colonias de Sara Lugo, Ampliación Ladrillera Juárez, Paso del Norte, Felipe Ángeles, Francisco Villa, Popular, Cazadores Juarenses, registrándose daños en las instalaciones del parque e infraestructura de pavimento y alcantarillado alojado en la vialidad Bernardo Norzagaray, misma que corre paralela a la margen del río; en tanto que las instalaciones del Tribunal de Menores y la Escuela Preparatoria Altavista sufrieron averías debido a que se encuentran invadiendo la berma del río.

Esta inundación se atribuyen a una crecida del rio, el cual registró un gasto en tránsito de 282 m³/s (Fuente: CILA) en el punto donde se encuentra el Limnígrafo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas México-Estados Unidos. Viéndose afectado el sitio donde convergen las colonias Francisco Villa y Felipe Ángeles con el cauce del río, lugar donde descarga el Arroyo de las Víboras, justo donde se ubica la Presa Internacional.

A continuación se presentan algunas fotos de los niveles alcanzados por el Río Bravo a la Altura de una de las colonias colindantes (Foto 1), Parque de las Tortugas (Foto 2) y Puente Negro, que permite la comunicación ferroviaria con los Estados Unidos (Foto 3), del registro fotográfico VI.7.3.1.(1), (2) y (3)).

Fotos VI.7.3.1.(1), (2) y (3) Zonas afectadas por desbordamiento del Río Bravo (Agosto 2006)



El cauce del río Bravo tiene una capacidad hidráulica para el tránsito de 311m³/s, sin embargo debido a la altura de la corona del bordo mexicano (Cota 1,125.30), a la altura de la Av. De las Industrias, el tirante rebasó el nivel de la corona del bordo en Agosto del 2006 (Foto VI.7.3.1. (4), esta situación se atribuyó por el Distrito de Riego 09 Valle de Juárez, a una imperfección en el talud.

Debido a que no se cuenta con toda la información necesaria para elaborar el modelo de simulación hidráulica para eventos extraordinarios, no se incluye una zonificación.



Foto VI.7.3.1.(4). Desbordamiento del Río Bravo

VI.7.3.2. Zonificación de riesgos de inundación por corrientes intermitentes

Para la determinación del riesgo por corrientes intermitentes en Ciudad Juárez, se localizaron las zonas en donde las viviendas se ubican en peligro potencial, se utilizo para esto, imagen por satélite, donde se localizaron las viviendas que se encuentran dentro de las planicies de inundación, las cuales se obtuvieron con el programa de cómputo Arc-view 3.2, y cargando la extensión Hec-GeoRAS 3.1.1, desarrollada esta ultima conjuntamente por el

Hydrologic Engineering Center (HEC) del *United States Army Corps of Engineers* y el *Enviromental System Research Institute* (ESRI).

Hec-GeoRAS crea un archivo para importar a HEC-RAS datos de geometría del terreno incluyendo cauces de arroyos y ríos, secciones transversales, etc. Posteriormente los resultados obtenidos de calados y velocidades se exportan desde HEC-RAS a Arc-View y una vez procesados, son obtenidos mapas de inundación y riesgo.

Los sitios que se identificaron con peligro potencial, corresponden a la zona poniente de la ciudad, en donde la topografía se presta para la formación de corrientes.

Con la obtención de las zonas con peligro potencial, se calculó el valor de los bienes afectados en vivienda por este fenómeno, la Tabla VI.7.3.2.(1), muestra los resultados obtenidos.

Tabla VI.7.3.2.(1). Valor de los bienes expuestos en zonas susceptibles a desbordamiento de arroyos

Zona	Ageb	Tipo de edificación	Costo por m² de construcción	Menaje ($/vivienda)	Número de viviendas	Superficie construida m²	Valor de los bienes expuestos "C"
Colorado - Tiradores	131-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	10	1162.17	$ 2,362,086.88
Colorado - Tiradores	144-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	36	3969.63	$ 8,160,339.67
Colorado	371-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	27	2308.69	$ 5,049,098.55
Colorado	409-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	39	2201.09	$ 5,476,696.45
Colorado	410-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8	517.40	$ 1,229,004.15
Colorado	411-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8	665.97	$ 1,467,050.43
Colorado	413-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	63	4904.84	$ 11,008,779.89
Colorado	414-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	11	686.53	$ 1,649,992.69
Colorado	415-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	282.23	$ 652,203.02
Colorado	416-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	29	1909.16	$ 4,508,951.61
Colorado	417-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17	2158.31	$ 4,308,152.20
Colorado	418-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	23	1790.53	$ 4,018,876.69
Colorado	419-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	5	190.70	$ 555,549.08
Colorado - Tiradores	422-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	9	840.55	$ 1,796,771.24
Colorado	491-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	6	435.01	$ 996,994.77
Colorado	603-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	286.73	$ 559,413.14
Colorado	604-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	6	285.79	$ 757,907.03
Mimbre	295-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	16	1721.00	$ 3,557,472.25
Mimbre - Víboras	296-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	35	2799.44	$ 6,235,402.74
Mimbre - Víboras	400-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	61	6041.88	$ 12,730,602.23
Mimbre	499-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	272.04	$ 585,876.09
Mimbre	518-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	451.57	$ 923,528.03
Órnelas	143-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	208.33	$ 383,796.74
Órnelas - S. Antonio	162-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	39	4172.07	$ 8,634,699.16
Órnelas	168-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	27	2651.29	$ 5,598,029.40
Órnelas	335-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	228.66	$ 416,370.49
Órnelas - S. Antonio	367-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	391.44	$ 727,184.74
Órnelas	380-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	54	5795.12	$ 11,985,231.02
Órnelas - S. Antonio	388-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	46	4850.94	$ 10,072,418.62

Panteón	139-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	21	1523.23	$ 3,490,595.27
Panteón - Escobedo	146-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	34	2606.73	$ 5,876,633.14
Panteón	147-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	48	4463.66	$ 9,551,899.24
Panteón	150-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	29	2592.67	$ 5,604,105.51
Panteón - Tiradores	159-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	15	1196.06	$ 2,666,387.14
Panteón	374-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	51	4324.41	$ 9,478,785.92
Panteón	375-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	27	1957.63	$ 4,486,612.67
Panteón	376-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	58	5449.57	$ 11,631,573.53
Panteón	377-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	27	2616.58	$ 5,542,415.31
Panteón	386-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	10	915.89	$ 1,967,484.75
Panteón	424-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	19	1597.98	$ 3,510,363.46
Panteón	425-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	27	2423.15	$ 5,232,492.09
Tiradores	108-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	441.51	$ 807,409.40
Tiradores	118-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14	3917.64	$ 6,977,038.69
Tiradores	121-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	24	8525.53	$ 14,860,030.44
Tiradores	128-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14	2373.07	$ 4,502,251.41
Tiradores	132-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	37	5640.13	$ 10,886,898.29
Tiradores	145-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	15	1311.03	$ 2,850,597.82
Tiradores	157-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17	2488.27	$ 4,836,830.61
Tiradores	158-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	18	1887.38	$ 3,924,054.61
Tiradores	423-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	7	388.38	$ 972,281.86
Víboras	074-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	11	1139.38	$ 2,375,571.61
Víboras	090-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	7	852.45	$ 1,715,838.01
Víboras	364-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	28	2468.78	$ 5,355,602.76
Víboras	401-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	21	2516.24	$ 5,081,645.54
Víboras	402-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	24	3364.34	$ 6,590,513.77
Víboras	403-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	53	5430.15	$ 11,350,457.84
Víboras	404-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	42	4321.45	$ 9,024,043.26
Víboras	405-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	70	7411.49	$ 15,375,059.85
Víboras	474-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	19	2029.89	$ 4,202,391.25
Víboras	475-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	38	2900.44	$ 6,547,229.99
Víboras	489-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	25	2352.62	$ 5,019,485.40
Víboras	490-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	256.59	$ 511,121.33
Víboras	498-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	47	3069.93	$ 7,268,795.34
Víboras	539-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	350.76	$ 712,005.21
Víboras	698-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	43.04	$ 168,960.84
S. Antonio	141-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	7	752.48	$ 1,555,661.08
S. Antonio	142-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	35	3920.95	$ 8,032,342.14
S. Antonio	151-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14	894.11	$ 2,132,587.75
S. Antonio	161-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	21	2326.54	$ 4,777,698.72
S. Antonio	379-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	87	9572.98	$ 19,688,307.21
S. Antonio	394-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	12	760.50	$ 1,818,511.13
S. Antonio	395-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	50	4387.99	$ 9,530,656.98
Aeropuerto	175-3	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	66	7596.58	$ 71,980,908.02
Aeropuerto - Tapioca	179-1	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	32	9005.33	$ 71,457,611.77
Aeropuerto	181-9	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	67	7379.52	$ 70,789,922.88
Aeropuerto	185-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	27	2052.44	$ 22,198,210.36
Aeropuerto	227-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	3	310.76	$ 3,034,610.44
Aeropuerto	396-1	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	92	8626.40	$ 86,854,741.60
Aeropuerto	437-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	8	437.34	$ 5,404,088.46
Aeropuerto	438-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	7	496.51	$ 5,510,527.19
Aeropuerto	463-5	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	33	1957.86	$ 23,348,540.34
Aeropuerto	526-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	35	2985.51	$ 31,007,468.19
Aeropuerto	527-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	4	238.62	$ 2,839,080.78
Aeropuerto	592-A	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	29	3633.10	$ 33,655,763.90

Aeropuerto	611-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	21	1709.78	$ 18,044,478.82
Escobedo	083-A	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	14	3,491.18	$ 20,666,112.88
Escobedo	084-4	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	22	3,933.65	$ 24,222,283.40
Escobedo	111-3	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	218	22,233.25	$ 151,000,957.00
Escobedo	123-6	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	30	2,512.97	$ 17,873,948.52
Escobedo	124-0	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	41	3,296.52	$ 23,694,800.32
Escobedo	129-3	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	52	4,192.95	$ 30,115,722.20
Escobedo	135-9	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	26	1,942.51	$ 14,239,383.16
Escobedo	368-A	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	29	3,246.44	$ 21,622,575.04
Escobedo	369-4	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	66	6,976.25	$ 47,018,745.00
Indio	382-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	61	4,967.19	$ 11,008,680.18
Indio	383-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	127	12,140.69	$ 25,802,420.55
Indio	390-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	28	2,269.05	$ 5,035,585.36
Indio	391-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	9	944.89	$ 1,963,950.00
Indio	434-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	21	1,540.11	$ 3,517,641.25
Jarudo	171-5	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	71	5975.32	$ 42,450,301.12
Jarudo	241-2	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	123	9204.46	$ 67,442,409.36
Jarudo	245-0	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	152	12198.50	$ 87,723,226.00
Jarudo	327-0	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	7	583.31	$ 4,154,375.96
Jarudo	392-3	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	3	98.52	$ 975,232.32
Jarudo - Revolución	435-3	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	34	3020.66	$ 21,174,828.56
Jarudo	512-0	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	118	7712.61	$ 58,759,234.76
Jarudo - Revolución	513-5	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	19	1036.12	$ 8,367,513.92
Jarudo	696-6	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	6	347.25	$ 2,748,981.00
Jarudo	709-5	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	6	438.2500	$ 3,232,737.00
Jarudo	710-8	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	6	405.2000	$ 3,057,043.20
Jarudo	711-2	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	2	128.8800	$ 986,126.08
Revolución	224-9	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	26	2130.42	$ 15,238,312.72
Revolución	226-8	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	16	2024.37	$ 13,169,550.92
Revolución	231-9	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	95	8557.07	$ 59,786,884.12
Revolución	236-1	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	23	2884.68	$ 18,796,458.88
Revolución	436-8	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	13	1480.78	$ 9,828,326.48
Revolución	457-A	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	35	2388.84	$ 17,966,573.44
Revolución	458-4	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	20	1864.27	$ 12,920,459.32
Revolución	511-6	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	2	132.77	$ 1,006,805.32
Tapioca	183-8	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	30	6485.81	$ 38,993,565.96
Tapioca	292-5	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	5	240.71	$ 2,032,114.36
Tapioca	331-7	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	15	11565.69	$ 63,740,708.04
Tapioca	336-A	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	12	3497.15	$ 20,396,849.40
Tapioca	444-2	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	97	7103.47	$ 52,360,546.52
Tapioca	451-2	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	85	17470.85	$ 105,667,538.60
Tapioca	452-7	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	7	472.11	$ 3,563,236.76
Tapioca	454-6	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	43	8253.37	$ 50,346,414.92
Tapioca	455-0	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	84	6300.16	$ 46,133,650.56
Tapioca	456-5	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	25	1330.94	$ 10,837,777.04
Tapioca	478-1	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	50	7968.59	$ 49,886,024.44
Tapioca	685-8	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	21	2735.08	$ 17,700,185.28
Zaragoza	262-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14	1435.98	$ 3,000,798.96
Zaragoza	264-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	202.28	$ 424,103.13
Zaragoza	265-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	23	2933.80	$ 5,850,681.05
Zaragoza	282-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	339.95	$ 744,684.89
Zaragoza	282-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	9	833.92	$ 1,786,148.32
Zaragoza	283-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	21	2127.09	$ 4,458,129.95
Zaragoza	284-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	14	1161.68	$ 2,561,301.78
Zaragoza	469-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	15	1144.09	$ 2,583,118.20
Zaragoza	495-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	141.69	$ 277,022.80

Zaragoza	497-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	12	960.37	$ 2,138,752.83
Zaragoza	503-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	312.26	$ 600,318.59
Zaragoza	583-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	5	453.41	$ 976,476.17

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Para establecer el valor de peligro, se consultó la tabla VI.6.1.(3) de la metodología para la determinación del riesgo, y se adopto un valor de 0.5 para los cálculos de riesgo. Asimismo, con la identificación de los agebs correspondientes a las zonas con peligro potencial por corrientes intermitentes, se realizó la asignación de el valor de vulnerabilidad para cada uno de los agebs, para este fin se utilizó la tabla VI.6.1.(4) que presenta los grados de vulnerabilidad por ageb para Ciudad Juárez, Chih.

Por último, se realizo el cálculo del valor de riesgo, y se obtuvieron los índices de riesgo para los agebs analizados en este estudio, la Tabla VI.7.3.2.(3), muestra los resultados de estos cálculos para zonas en peligro potencial por corrientes intermitentes.

Tabla VI.7.3.2.(3) Riesgo por desbordamiento de arroyos por ageb en Ciudad Juárez, Chih.

Ageb	Valor de los bienes expuestos "C"	Peligro "P"	Vulnerabilidad "V"	Riesgo "R"	IR (costo unitario)	IR (vivienda)
131-0	$ 2,362,086.88	0.5	0.53	$ 625,953.02	0.08	0.09
144-8	$ 8,160,339.67	0.5	0.33	$ 1,346,456.05	0.05	0.05
371-1	$ 5,049,098.55	0.5	0.50	$ 1,262,274.64	0.08	0.07
409-0	$ 5,476,696.45	0.5	0.53	$ 1,451,324.56	0.10	0.05
410-3	$ 1,229,004.15	0.5	0.53	$ 325,686.10	0.09	0.06
411-8	$ 1,467,050.43	0.5	0.57	$ 418,109.37	0.09	0.08
413-7	$ 11,008,779.89	0.5	0.60	$ 3,302,633.97	0.10	0.08
414-1	$ 1,649,992.69	0.5	0.50	$ 412,498.17	0.09	0.05
415-6	$ 652,203.02	0.5	0.53	$ 172,833.80	0.09	0.06
416-0	$ 4,508,951.61	0.5	0.67	$ 1,510,498.79	0.12	0.08
417-5	$ 4,308,152.20	0.5	0.53	$ 1,141,660.33	0.08	0.10
418-A	$ 4,018,876.69	0.5	0.57	$ 1,145,379.86	0.09	0.07
419-4	$ 555,549.08	0.5	0.50	$ 138,887.27	0.11	0.04
422-6	$ 1,796,771.24	0.5	0.10	$ 89,838.56	0.02	0.01
491-7	$ 996,994.77	0.5	0.50	$ 249,248.69	0.08	0.06
603-A	$ 559,413.14	0.5	0.47	$ 131,462.09	0.07	0.09
604-4	$ 757,907.03	0.5	0.50	$ 189,476.76	0.10	0.05
295-9	$ 3,557,472.25	0.5	0.40	$ 711,494.45	0.06	0.06
296-3	$ 6,235,402.74	0.5	0.47	$ 1,465,319.64	0.08	0.06
400-A	$ 12,730,602.23	0.5	0.13	$ 827,489.14	0.02	0.02
499-3	$ 585,876.09	0.5	0.80	$ 234,350.44	0.13	0.11
518-8	$ 923,528.03	0.5	0.23	$ 106,205.72	0.03	0.04
143-3	$ 383,796.74	0.5	0.43	$ 82,516.30	0.06	0.12
162-6	$ 8,634,699.16	0.5	0.40	$ 1,726,939.83	0.06	0.06
168-3	$ 5,598,029.40	0.5	0.40	$ 1,119,605.88	0.06	0.06

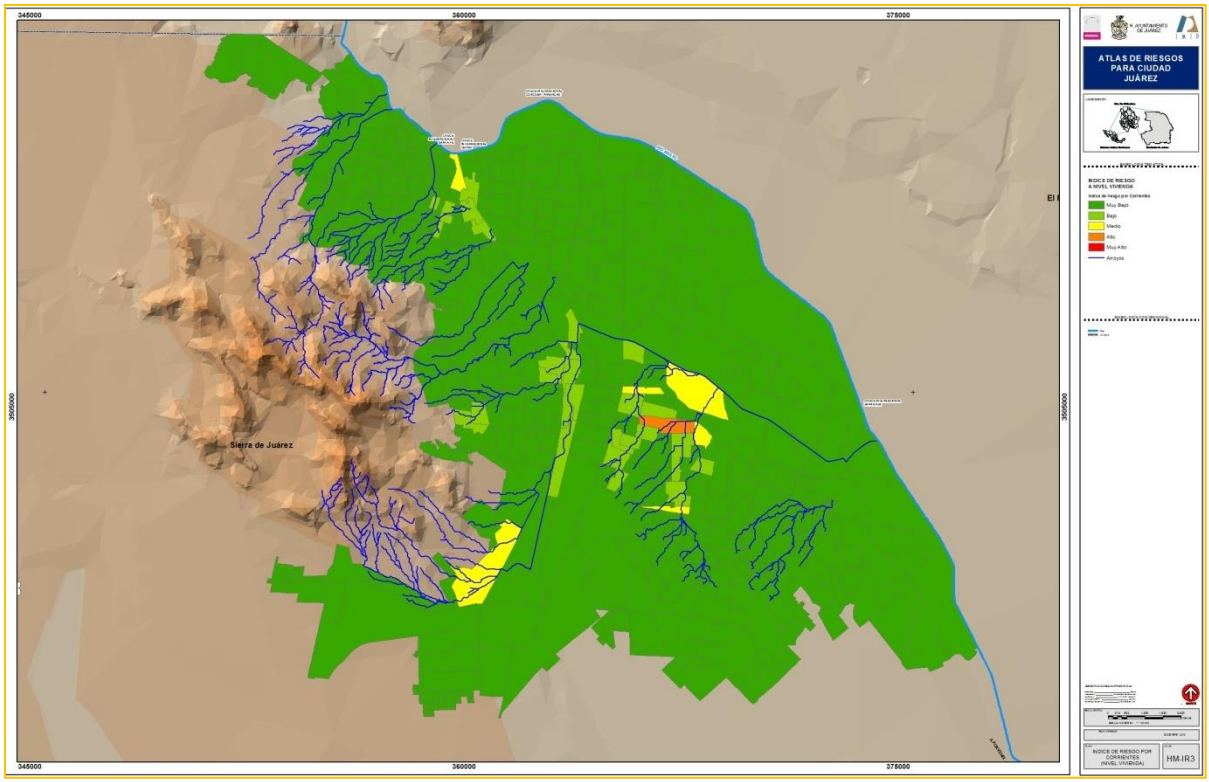
335-5	$ 416,370.49	0.5	0.10	$ 20,818.52	0.01	0.03
367-5	$ 727,184.74	0.5	0.20	$ 72,718.47	0.03	0.05
380-0	$ 11,985,231.02	0.5	0.47	$ 2,816,529.29	0.07	0.08
388-7	$ 10,072,418.62	0.5	0.43	$ 2,165,570.00	0.07	0.07
139-7	$ 3,490,595.27	0.5	0.50	$ 872,648.82	0.08	0.06
146-7	$ 5,876,633.14	0.5	0.50	$ 1,469,158.29	0.08	0.06
147-1	$ 9,551,899.24	0.5	0.43	$ 2,053,658.34	0.07	0.06
150-3	$ 5,604,105.51	0.5	0.50	$ 1,401,026.38	0.08	0.07
159-4	$ 2,666,387.14	0.5	0.43	$ 573,273.23	0.07	0.06
374-5	$ 9,478,785.92	0.5	0.43	$ 2,037,938.97	0.07	0.06
375-A	$ 4,486,612.67	0.5	0.47	$ 1,054,353.98	0.08	0.06
376-4	$ 11,631,573.53	0.5	0.40	$ 2,326,314.71	0.06	0.06
377-9	$ 5,542,415.31	0.5	0.47	$ 1,302,467.60	0.07	0.07
386-8	$ 1,967,484.75	0.5	0.23	$ 226,260.75	0.04	0.03
424-5	$ 3,510,363.46	0.5	0.47	$ 824,935.41	0.08	0.06
425-A	$ 5,232,492.09	0.5	0.43	$ 1,124,985.80	0.07	0.06
108-1	$ 807,409.40	0.5	0.53	$ 213,963.49	0.07	0.15
118-5	$ 6,977,038.69	0.5	0.50	$ 1,744,259.67	0.07	0.18
121-7	$ 14,860,030.44	0.5	0.53	$ 3,937,908.07	0.07	0.24
128-9	$ 4,502,251.41	0.5	0.60	$ 1,350,675.42	0.08	0.14
132-5	$ 10,886,898.29	0.5	0.57	$ 3,102,766.01	0.08	0.12
145-2	$ 2,850,597.82	0.5	0.50	$ 712,649.45	0.08	0.07
157-5	$ 4,836,830.61	0.5	0.47	$ 1,136,655.19	0.07	0.10
158-A	$ 3,924,054.61	0.5	0.53	$ 1,039,874.47	0.08	0.08
423-0	$ 972,281.86	0.5	0.53	$ 257,654.69	0.10	0.05
074-0	$ 2,375,571.61	0.5	0.20	$ 237,557.16	0.03	0.03
090-A	$ 1,715,838.01	0.5	0.50	$ 428,959.50	0.07	0.09
364-1	$ 5,355,602.76	0.5	0.50	$ 1,338,900.69	0.08	0.07
401-4	$ 5,081,645.54	0.5	0.47	$ 1,194,186.70	0.07	0.08
402-9	$ 6,590,513.77	0.5	0.50	$ 1,647,628.44	0.07	0.10
403-3	$ 11,350,457.84	0.5	0.57	$ 3,234,880.48	0.09	0.09
404-8	$ 9,024,043.26	0.5	0.50	$ 2,256,010.82	0.08	0.08
405-2	$ 15,375,059.85	0.5	0.57	$ 4,381,892.06	0.09	0.09
474-3	$ 4,202,391.25	0.5	1.00	$ 2,101,195.63	0.15	0.16
475-8	$ 6,547,229.99	0.5	0.50	$ 1,636,807.50	0.08	0.06
489-A	$ 5,019,485.40	0.5	0.53	$ 1,330,163.63	0.08	0.08
490-2	$ 511,121.33	0.5	0.57	$ 145,669.58	0.08	0.11
498-9	$ 7,268,795.34	0.5	0.47	$ 1,708,166.91	0.08	0.05
539-A	$ 712,005.21	0.5	0.77	$ 274,122.01	0.12	0.13
698-5	$ 168,960.84	0.5	0.80	$ 67,584.34	0.23	0.05
141-4	$ 1,555,661.08	0.5	0.37	$ 287,797.30	0.06	0.06
142-9	$ 8,032,342.14	0.5	0.47	$ 1,887,600.40	0.07	0.08
151-8	$ 2,132,587.75	0.5	0.50	$ 533,146.94	0.09	0.05

161-1	$ 4,777,698.72	0.5	0.57	$ 1,361,644.13	0.09	0.09
379-8	$ 19,688,307.21	0.5	0.37	$ 3,642,336.83	0.06	0.06
394-2	$ 1,818,511.13	0.5	0.27	$ 245,499.00	0.05	0.03
395-7	$ 9,530,656.98	0.5	0.50	$ 2,382,664.24	0.08	0.07
175-3	$ 71,980,908.02	0.5	0.33	$ 11,876,849.82	0.23	0.26
179-1	$ 71,457,611.77	0.5	0.37	$ 13,219,658.18	0.22	0.60
181-9	$ 70,789,922.88	0.5	0.37	$ 13,096,135.73	0.26	0.28
185-7	$ 22,198,210.36	0.5	0.37	$ 4,106,668.92	0.29	0.22
227-2	$ 3,034,610.44	0.5	0.50	$ 758,652.61	0.36	0.37
396-1	$ 86,854,741.60	0.5	0.43	$ 18,673,769.44	0.32	0.29
437-2	$ 5,404,088.46	0.5	0.53	$ 1,432,083.44	0.48	0.26
438-7	$ 5,510,527.19	0.5	0.20	$ 551,052.72	0.16	0.11
463-5	$ 23,348,540.34	0.5	0.50	$ 5,837,135.09	0.44	0.26
526-2	$ 31,007,468.19	0.5	0.10	$ 1,550,373.41	0.08	0.06
527-7	$ 2,839,080.78	0.5	0.27	$ 383,275.91	0.24	0.14
592-A	$ 33,655,763.90	0.5	0.57	$ 9,591,892.71	0.39	0.48
611-4	$ 18,044,478.82	0.5	0.50	$ 4,511,119.71	0.39	0.31
083-A	$ 20,666,112.88	0.5	0.50	$ 5,166,528.22	0.22	0.53
084-4	$ 24,222,283.40	0.5	0.40	$ 4,844,456.68	0.18	0.32
111-3	$ 151,000,957.00	0.5	0.50	$ 37,750,239.25	0.25	0.25
123-6	$ 17,873,948.52	0.5	0.47	$ 4,200,377.90	0.25	0.20
124-0	$ 23,694,800.32	0.5	0.43	$ 5,094,382.07	0.23	0.18
129-3	$ 30,115,722.20	0.5	0.53	$ 7,980,666.38	0.28	0.22
135-9	$ 14,239,383.16	0.5	0.57	$ 4,058,224.20	0.31	0.23
368-A	$ 21,622,575.04	0.5	0.27	$ 2,919,047.63	0.13	0.15
369-4	$ 47,018,745.00	0.5	0.50	$ 11,754,686.25	0.25	0.26
382-A	$ 11,008,680.18	0.5	0.37	$ 2,036,605.83	0.06	0.05
383-4	$ 25,802,420.55	0.5	0.40	$ 5,160,484.11	0.06	0.06
390-4	$ 5,035,585.36	0.5	0.43	$ 1,082,650.85	0.07	0.06
391-9	$ 1,963,950.00	0.5	0.53	$ 520,446.75	0.08	0.08
434-9	$ 3,517,641.25	0.5	0.40	$ 703,528.25	0.07	0.05
171-5	$ 42,450,301.12	0.5	0.50	$ 10,612,575.28	0.26	0.22
241-2	$ 67,442,409.36	0.5	0.50	$ 16,860,602.34	0.27	0.20
245-0	$ 87,723,226.00	0.5	0.43	$ 18,860,493.59	0.23	0.18
327-0	$ 4,154,375.96	0.5	0.67	$ 1,391,715.95	0.35	0.29
392-3	$ 975,232.32	0.5	0.47	$ 229,179.60	0.34	0.11
435-3	$ 21,174,828.56	0.5	0.43	$ 4,552,588.14	0.22	0.19
512-0	$ 58,759,234.76	0.5	0.43	$ 12,633,235.47	0.24	0.15
513-5	$ 8,367,513.92	0.5	0.27	$ 1,129,614.38	0.16	0.09
696-6	$ 2,748,981.00	0.5	0.33	$ 453,581.87	0.19	0.11
709-5	$ 3,232,737.00	0.5	0.27	$ 436,419.50	0.15	0.11
710-8	$ 3,057,043.20	0.5	0.30	$ 458,556.48	0.17	0.11
711-2	$ 986,126.08	0.5	0.33	$ 162,710.80	0.19	0.12

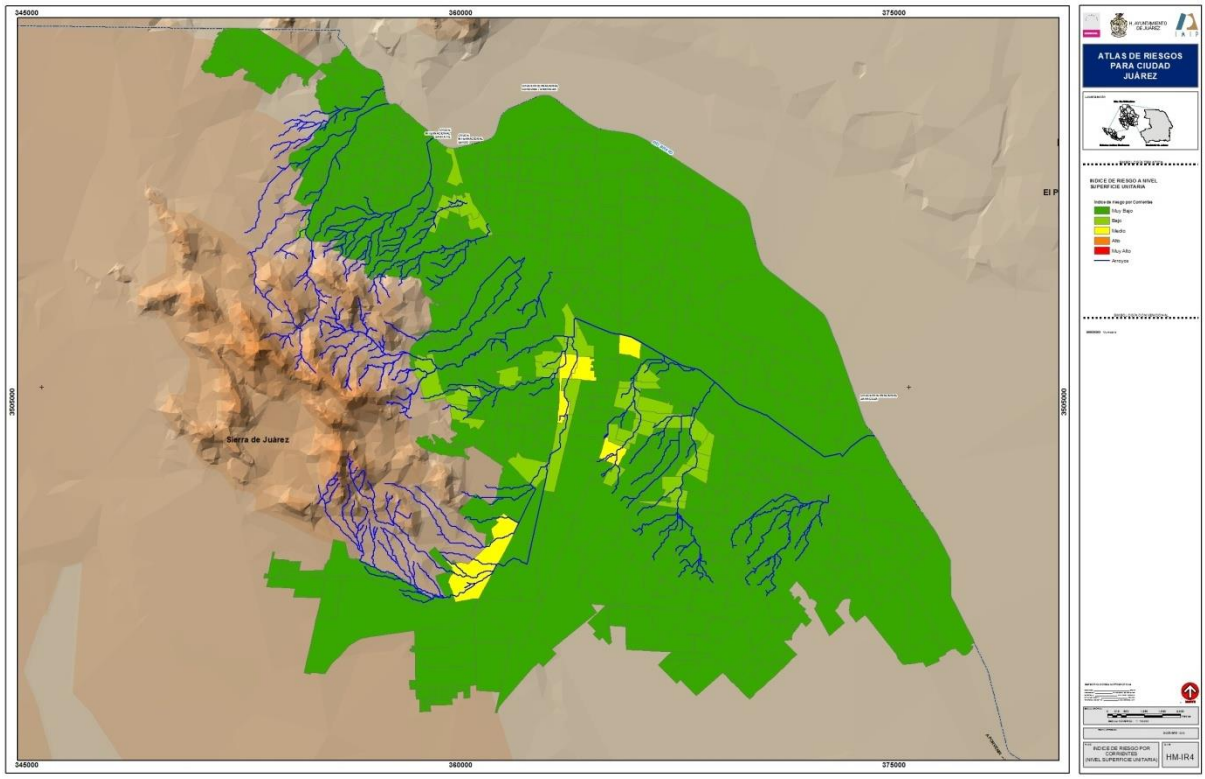
224-9	$ 15,238,312.72	0.5	0.43	$ 3,276,237.23	0.23	0.18
226-8	$ 13,169,550.92	0.5	0.50	$ 3,292,387.73	0.24	0.30
231-9	$ 59,786,884.12	0.5	0.20	$ 5,978,688.41	0.10	0.09
236-1	$ 18,796,458.88	0.5	0.37	$ 3,477,344.89	0.18	0.22
436-8	$ 9,828,326.48	0.5	0.43	$ 2,113,090.19	0.21	0.23
457-A	$ 17,966,573.44	0.5	0.50	$ 4,491,643.36	0.28	0.19
458-4	$ 12,920,459.32	0.5	0.50	$ 3,230,114.83	0.26	0.23
511-6	$ 1,006,805.32	0.5	0.43	$ 216,463.14	0.24	0.16
183-8	$ 38,993,565.96	0.5	0.40	$ 7,798,713.19	0.18	0.38
292-5	$ 2,032,114.36	0.5	0.27	$ 274,335.44	0.17	0.08
331-7	$ 63,740,708.04	0.5	0.17	$ 5,417,960.18	0.07	0.52
336-A	$ 20,396,849.40	0.5	0.47	$ 4,793,259.61	0.20	0.58
444-2	$ 52,360,546.52	0.5	0.27	$ 7,068,673.78	0.15	0.11
451-2	$ 105,667,538.60	0.5	0.50	$ 26,416,884.65	0.22	0.45
452-7	$ 3,563,236.76	0.5	0.37	$ 659,198.80	0.21	0.14
454-6	$ 50,346,414.92	0.5	0.20	$ 5,034,641.49	0.09	0.17
455-0	$ 46,133,650.56	0.5	0.50	$ 11,533,412.64	0.27	0.20
456-5	$ 10,837,777.04	0.5	0.43	$ 2,330,122.06	0.26	0.13
478-1	$ 49,886,024.44	0.5	0.50	$ 12,471,506.11	0.23	0.36
685-8	$ 17,700,185.28	0.5	0.10	$ 885,009.26	0.05	0.06
262-4	$ 3,000,798.96	0.5	0.43	$ 645,171.78	0.07	0.07
264-3	$ 424,103.13	0.5	0.43	$ 91,182.17	0.07	0.07
265-8	$ 5,850,681.05	0.5	0.43	$ 1,257,896.43	0.06	0.08
282-1	$ 744,684.89	0.5	0.40	$ 148,936.98	0.06	0.05
282-1	$ 1,786,148.32	0.5	0.40	$ 357,229.66	0.06	0.06
283-6	$ 4,458,129.95	0.5	0.53	$ 1,181,404.44	0.08	0.08
284-0	$ 2,561,301.78	0.5	0.47	$ 601,905.92	0.08	0.06
469-2	$ 2,583,118.20	0.5	0.30	$ 387,467.73	0.05	0.04
495-5	$ 277,022.80	0.5	0.30	$ 41,553.42	0.04	0.06
497-4	$ 2,138,752.83	0.5	0.43	$ 459,831.86	0.07	0.06
503-1	$ 600,318.59	0.5	0.40	$ 120,063.72	0.06	0.09
583-0	$ 976,476.17	0.5	0.30	$ 146,471.43	0.05	0.04

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Una vez obtenidos los índices de riesgo por ageb, estos se utilizaron para la elaboración del mapa de riesgo, identificándose 2 índices de riesgo, uno a nivel vivienda y a otro a nivel de superficie unitaria por corrientes intermitentes tal como se presenta en los mapas Figuras VI.7.3.2.(1) y (2):



VI.7.3.2.(1) Índice de riesgo por corrientes intermitentes a nivel vivienda por ageb
(Fuente IMIP-2010)



VI.7.3.2.(1) Índice de riesgo por corrientes intermitentes por superficie unitaria por ageb (Fuente IMIP-2010)

VI.7.3.3. Zonificación de riesgos por inundación en zonas urbanas

Para la determinación del riesgo por inundación en Ciudad Juárez, previamente se identificaron las zonas inundables en donde se encuentran viviendas afectadas por este fenómeno. Para la identificación se recurrió a la información previa de zonas inundables registradas por el IMIP, mismas que han sido estudiadas y elaborado los proyectos de mitigación. Por otra parte se empleó el registro de eventos por inundación existente en el Departamento de Bomberos y las zonas que potencialmente se encuentran en riesgo, de acuerdo el análisis elaborado por el IMIP, para las viviendas ubicadas en los arroyos, que presentan estructuras de regulación de avenidas.

Una vez identificadas todas las zonas inundables, se procedió a calcular el valor de los bienes afectados en vivienda, se generaron los polígonos de vivienda afectable, y se calculó la superficie construida afectada con la identificación del ageb correspondiente. Con estos datos, se calculó el costo de los bienes afectados utilizando los valores de la tabla VI.6.1.(1) (Costos por m² de construcción para vivienda), al cual se le sumó el valor del menaje correspondiente al tipo de vivienda según la tabla VI.6.1.(2) (Clasificación del tipo de Vivienda y Menaje CENAPRED- MODIFICADO), del capítulo de metodología para la determinación del riesgo. La tabla VI.7.3.3.(1) muestra los resultados obtenidos para el valor de los bienes expuestos, en zonas susceptibles a inundación.

Tabla VI.7.3.3.(1) Valor de los bienes expuestos en zonas susceptibles a inundación en zonas urbanas.							
Registrado por:	**Ageb**	**Tipo de edificación**	**Costo por m² de construcción**	**Menaje ($/vivienda)**	**Número de viviendas**	**Superficie construida m²**	**Valor de los bienes expuestos "C"**
B-IMIP	219-8	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	10	849.46	$ 8,834,940.74
D-IMIP	049-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	49	9,607.39	$ 80,693,161.91
H-IMIP	064-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	142	27,887.91	$ 234,162,053.79
H-IMIP	065-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	63	15,690.05	$ 28,289,382.61
H-IMIP	070-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	12	1,013.79	$ 10,563,723.51
J-IMIP	045-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	24	3,872.18	$ 33,798,004.42
J-IMIP	052-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	29	3,780.26	$ 34,666,605.94
L-IMIP	188-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	212.37	$ 440,269.83
L-IMIP	223-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	321.06	$ 714,418.39
A-IMIP	350-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17	3,802.00	$ 6,941,754.50
C-IMIP	366-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	13	2,317.00	$ 4,362,413.25
C-IMIP	071-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	227.00	$ 513,710.75
C-IMIP	367-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	55	9,994.00	$ 18,762,886.50
C-IMIP	087-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	143	30,104.00	$ 55,384,134.00
F-IMIP	277-0	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	195	26,243.00	$ 238,763,167.00
F-IMIP	465-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	13	1,895.00	$ 16,916,755.00
G-IMIP	437-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	243	26,875.00	$ 257,504,375.00
G-IMIP	438-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	18	2,129.00	$ 20,024,101.00
J-IMIP	066-6	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	6	842.00	$ 7,583,698.00
J-IMIP	086-3	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	107	21,259.00	$ 178,128,071.00
K-IMIP	516-9	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	20	2,338.00	$ 22,059,722.00
K-IMIP	517-3	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	31	5,140.00	$ 44,606,660.00
K-IMIP	595-3	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	157.00	$ 1,378,433.00
L-IMIP	050-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	24	5,291.00	$ 9,677,504.75
Bomberos	040-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	046-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	047-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	054-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	061-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	063-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	068-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	078-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	080-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	081-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	082-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	083-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	521.01	$ 984,788.27
Bomberos	084-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	090-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	092-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	101-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	110-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	115-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	116-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	5	868.35	$ 1,641,313.79
Bomberos	117-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	119-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	120-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	123-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76

Bomberos	127-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	128-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	129-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	131-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	137-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	139-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	141-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	145-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	146-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	11	899.67	$ 1,991,496.26
Bomberos	147-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	13	1,225.67	$ 2,613,829.76
Bomberos	150-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	158-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	9	871.67	$ 1,846,633.26
Bomberos	159-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	11	761.34	$ 1,769,857.02
Bomberos	161-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	181-9	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	183-8	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	212-6	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	224-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	29	4,180.67	$ 8,148,478.51
Bomberos	231-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	101	17,394.67	$ 32,920,610.01
Bomberos	249-9	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	262-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	269-6	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	272-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	273-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	292-5	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	295-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	298-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	521.01	$ 984,788.27
Bomberos	348-2	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	2	347.34	$ 2,985,878.46
Bomberos	358-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	360-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	521.01	$ 984,788.27
Bomberos	364-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	365-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	370-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	521.01	$ 984,788.27
Bomberos	371-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	374-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	376-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	378-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	386-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	278.67	$ 546,499.01
Bomberos	390-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	391-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	393-8	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	395-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	402-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	25	5,277.34	$ 9,705,618.02
Bomberos	406-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	408-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	16	1,275.67	$ 2,843,942.26
Bomberos	412-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	416-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	420-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	424-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	694.68	$ 1,313,051.03
Bomberos	428-3	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	432-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	17	1,633.68	$ 3,467,563.78
Bomberos	433-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76

Bomberos	435-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	11	715.67	$ 1,696,682.26
Bomberos	445-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	449-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	453-1	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	462-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	474-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	475-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	484-7	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	2	347.34	$ 2,985,878.46
Bomberos	490-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8	892.67	$ 1,830,280.51
Bomberos	499-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	507-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	513-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	16	1,158.34	$ 2,655,950.27
Bomberos	515-4	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	530-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	347.34	$ 656,525.52
Bomberos	550-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	551-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	569-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	173.67	$ 328,262.76
Bomberos	597-2	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	1	173.67	$ 1,073,729.72
Bomberos	650-4	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	1	173.67	$ 1,073,729.72
Bomberos	657-6	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	1	5,681.00	$ 1,126,115.67
Bomberos	691-3	Baja	$ 5,316.00	$ 150,500.00	1	3,614.00	$ 542,184.67
Bomberos	696-6	Media	$ 6,869.00	$ 300,000.00	1	173.67	$ 1,492,939.23
Bomberos	716-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	521.01	$ 984,788.27
Dique-IMIP	157-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	4	384.00	$ 815,264.00
Dique-IMIP	187-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	8	1203.00	$ 2,327,506.75
Dique-IMIP	241-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	173	14439.00	$ 31,784,887.75
Dique-IMIP	245-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	116	17282.00	$ 33,490,084.50
Dique-IMIP	335-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	135.00	$ 366,303.75
Dique-IMIP	384-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	985.00	$ 1,628,216.25
Dique-IMIP	388-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	33	4062.00	$ 8,158,339.50
Dique-IMIP	394-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	13	1971.00	$ 3,808,034.75
Dique-IMIP	403-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	20	5531.00	$ 9,862,044.75
Dique-IMIP	410-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	25	1366.00	$ 3,438,673.50
Dique-IMIP	414-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	18	1433.00	$ 3,196,024.25
Dique-IMIP	417-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	12	546.00	$ 1,474,828.50
Dique-IMIP	418-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	28	1975.00	$ 4,564,443.75
Dique-IMIP	419-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	61.00	$ 147,737.25
Dique-IMIP	423-0	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1	61.00	$ 147,737.25
Dique-IMIP	472-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	23	12547.00	$ 21,253,430.75
Dique-IMIP	488-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	139.00	$ 322,712.75
Dique-IMIP	509-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	616.00	$ 1,136,986.00
Dique-IMIP	522-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	132.00	$ 311,497.00
Dique-IMIP	532-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,070	348058.00	$ 611,175,930.50
Dique-IMIP	533-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,181	287497.00	$ 519,692,068.25
Dique-IMIP	539-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	3	364.00	$ 733,219.00
Dique-IMIP	602-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	61	9324.00	$ 17,989,379.00
Dique-IMIP	603-A	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	2	153.00	$ 345,144.25
Dique-IMIP	654-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,744	574359.00	$ 1,007,466,707.75
Dique-IMIP	656-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	777	172312.00	$ 314,936,902.00
Dique-IMIP	660-8,	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,993	741855.00	$ 1,288,287,173.75
Dique-IMIP	709-5	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	336	121570.00	$ 211,585,532.50
Dique-IMIP	710-8	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,754	399294.00	$ 727,468,811.50

Dique-IMIP	711-2	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	1,002	591765.00	$ 998,255,471.25
Dique-IMIP	712-7	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	100	4119.00	$ 11,599,667.75
Dique-IMIP	713-1	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	5	514.00	$ 1,073,556.50
Dique-IMIP	721-6	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	428	195519.00	$ 334,670,317.75
Dique-IMIP	725-4	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	700	228293.00	$ 400,782,459.25
Dique-IMIP	726-9	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	920	217072.00	$ 393,803,612.00
Dique-IMIP	727-3	Autoconstrucción	$ 1,602.25	$ 50,000.00	950	336183.00	$ 586,149,211.75

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011)

Los valores obtenidos de excedencia y peligro, se obtuvieron de la Tabla VI.6.1.(3) de la metodología para la determinación del riesgo, de estos valores, se adoptó el de 0.5, que corresponde a un periodo de retorno de 2 años para los cálculos de inundación. Una vez determinado el peligro, se asigno el valor de vulnerabilidad en cada uno de los agebs que presentaron probabilidad de afectación, para lo cual se utilizó la Tabla VI.6.1.4.(4), que presenta los grados de vulnerabilidad por ageb para Ciudad Juárez, Chih.

Finalmente, se realizo el cálculo del riesgo, y se obtuvieron los índices de riesgo de la manera que se describe en la metodología para los agebs analizados en este estudio, los resultados de estos cálculos para inundación se muestran a continuación en la tabla VI.7.3.3.(2). Riesgo por inundación por ageb en Ciudad Juárez, Chih.

Tabla VI.7.3.3. (2) Riesgo por inundación por ageb en Ciudad Juárez, Chih.

Ageb	Valor de los bienes expuestos "C"	Peligro "P"	Vulnerabilidad "V"	Riesgo "R"	IR (costo unitario)	IR (vivienda)
219-8	$ 8,834,940.74	0.5	0.17	$ 750,969.96	0.08	0.05
049-2	$ 80,693,161.91	0.5	0.17	$ 6,858,918.76	0.07	0.08
064-7	$ 234,162,053.79	0.5	0.30	$ 35,124,308.07	0.12	0.15
065-1	$ 28,289,382.61	0.5	0.30	$ 4,243,407.39	0.03	0.04
070-2	$ 10,563,723.51	0.5	0.27	$ 1,426,102.67	0.14	0.07
045-4	$ 33,798,004.42	0.5	0.13	$ 2,196,870.29	0.05	0.06
052-4	$ 34,666,605.94	0.5	0.17	$ 2,946,661.50	0.07	0.06
188-0	$ 440,269.83	0.5	0.57	$ 125,476.90	0.06	0.04
223-4	$ 714,418.39	0.5	0.43	$ 153,599.95	0.05	0.02
350-A	$ 6,941,754.50	0.5	0.23	$ 798,301.77	0.02	0.03
366-0	$ 4,362,413.25	0.5	0.53	$ 1,156,039.51	0.05	0.05
071-7	$ 513,710.75	0.5	0.33	$ 84,762.27	0.04	0.02
367-5	$ 18,762,886.50	0.5	0.20	$ 1,876,288.65	0.02	0.02
087-8	$ 55,384,134.00	0.5	0.33	$ 9,138,382.11	0.03	0.04
277-0	$ 238,763,167.00	0.5	0.27	$ 32,233,027.55	0.12	0.10
465-4	$ 16,916,755.00	0.5	0.47	$ 3,975,437.43	0.20	0.19
437-2	$ 257,504,375.00	0.5	0.53	$ 68,238,659.38	0.24	0.17
438-7	$ 20,024,101.00	0.5	0.20	$ 2,002,410.10	0.09	0.07
066-6	$ 7,583,698.00	0.5	0.23	$ 872,125.27	0.10	0.09
086-3	$ 178,128,071.00	0.5	0.30	$ 26,719,210.65	0.12	0.15
516-9	$ 22,059,722.00	0.5	0.30	$ 3,308,958.30	0.14	0.10
517-3	$ 44,606,660.00	0.5	0.13	$ 2,899,432.90	0.05	0.06
595-3	$ 1,378,433.00	0.5	0.13	$ 89,598.15	0.05	0.05

050-5	$ 9,677,504.75	0.5	0.13	$ 629,037.81	0.01	0.02
040-1	$ 328,262.76	0.5	0.33	$ 54,163.35	0.03	0.03
046-9	$ 328,262.76	0.5	0.27	$ 44,315.47	0.02	0.03
047-3	$ 328,262.76	0.5	0.13	$ 21,337.08	0.01	0.01
054-3	$ 328,262.76	0.5	0.27	$ 44,315.47	0.02	0.03
061-3	$ 328,262.76	0.5	0.17	$ 27,902.33	0.02	0.02
063-2	$ 656,525.52	0.5	0.30	$ 98,478.83	0.03	0.03
068-5	$ 656,525.52	0.5	0.23	$ 75,500.43	0.02	0.02
078-9	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
080-6	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
081-0	$ 656,525.52	0.5	0.53	$ 173,979.26	0.05	0.05
082-5	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
083-A	$ 984,788.27	0.5	0.50	$ 246,197.07	0.05	0.05
084-4	$ 328,262.76	0.5	0.40	$ 65,652.55	0.04	0.04
090-A	$ 656,525.52	0.5	0.50	$ 164,131.38	0.05	0.05
092-9	$ 656,525.52	0.5	0.47	$ 154,283.50	0.04	0.05
101-A	$ 328,262.76	0.5	0.33	$ 54,163.35	0.03	0.03
110-9	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
115-1	$ 328,262.76	0.5	0.53	$ 86,989.63	0.05	0.05
116-6	$ 1,641,313.79	0.5	0.50	$ 410,328.45	0.05	0.05
117-0	$ 328,262.76	0.5	0.53	$ 86,989.63	0.05	0.05
119-A	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
120-2	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
123-6	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
127-4	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
128-9	$ 656,525.52	0.5	0.60	$ 196,957.65	0.05	0.06
129-3	$ 328,262.76	0.5	0.53	$ 86,989.63	0.05	0.05
131-0	$ 328,262.76	0.5	0.53	$ 86,989.63	0.05	0.05
137-8	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
139-7	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
141-4	$ 328,262.76	0.5	0.37	$ 60,728.61	0.03	0.04
145-2	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
146-7	$ 1,991,496.26	0.5	0.50	$ 497,874.06	0.05	0.03
147-1	$ 2,613,829.76	0.5	0.43	$ 561,973.40	0.04	0.03
150-3	$ 656,525.52	0.5	0.50	$ 164,131.38	0.05	0.05
158-A	$ 1,846,633.26	0.5	0.53	$ 489,357.81	0.05	0.03
159-4	$ 1,769,857.02	0.5	0.43	$ 380,519.26	0.05	0.02
161-1	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
181-9	$ 1,492,939.23	0.5	0.37	$ 276,193.76	0.15	0.17
183-8	$ 1,492,939.23	0.5	0.40	$ 298,587.85	0.16	0.18
212-6	$ 1,492,939.23	0.5	0.03	$ 22,394.09	0.01	0.01
224-9	$ 8,148,478.51	0.5	0.43	$ 1,751,922.88	0.04	0.04
231-9	$ 32,920,610.01	0.5	0.20	$ 3,292,061.00	0.02	0.02
249-9	$ 1,492,939.23	0.5	0.27	$ 201,546.80	0.11	0.12
262-4	$ 1,492,939.23	0.5	0.43	$ 320,981.93	0.18	0.19
269-6	$ 1,492,939.23	0.5	0.13	$ 97,041.05	0.05	0.06
272-8	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
273-2	$ 328,262.76	0.5	0.57	$ 93,554.89	0.05	0.06
292-5	$ 1,492,939.23	0.5	0.27	$ 201,546.80	0.11	0.12
295-9	$ 328,262.76	0.5	0.40	$ 65,652.55	0.04	0.04
298-2	$ 984,788.27	0.5	0.53	$ 260,968.89	0.05	0.05
348-2	$ 2,985,878.46	0.5	0.13	$ 194,082.10	0.05	0.06

358-6	$ 656,525.52	0.5	0.53	$ 173,979.26	0.05	0.05
360-3	$ 984,788.27	0.5	0.63	$ 310,208.31	0.06	0.06
364-1	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
365-6	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
370-7	$ 984,788.27	0.5	0.27	$ 132,946.42	0.02	0.03
371-1	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
374-5	$ 656,525.52	0.5	0.43	$ 141,152.99	0.04	0.04
376-4	$ 328,262.76	0.5	0.40	$ 65,652.55	0.04	0.04
378-3	$ 328,262.76	0.5	0.47	$ 77,141.75	0.04	0.05
386-8	$ 546,499.01	0.5	0.23	$ 62,847.39	0.02	0.02
390-4	$ 328,262.76	0.5	0.43	$ 70,576.49	0.04	0.04
391-9	$ 656,525.52	0.5	0.53	$ 173,979.26	0.05	0.05
393-8	$ 1,492,939.23	0.5	0.33	$ 246,334.97	0.14	0.15
395-7	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
402-9	$ 9,705,618.02	0.5	0.50	$ 2,426,404.50	0.04	0.06
406-7	$ 656,525.52	0.5	0.57	$ 187,109.77	0.05	0.06
408-6	$ 2,843,942.26	0.5	0.53	$ 753,644.70	0.06	0.03
412-2	$ 328,262.76	0.5	0.53	$ 86,989.63	0.05	0.05
416-0	$ 328,262.76	0.5	0.67	$ 109,968.02	0.06	0.07
420-7	$ 1,492,939.23	0.5	0.50	$ 373,234.81	0.21	0.23
424-5	$ 1,313,051.03	0.5	0.47	$ 308,566.99	0.04	0.05
428-3	$ 1,492,939.23	0.5	0.07	$ 52,252.87	0.03	0.03
432-A	$ 3,467,563.78	0.5	0.17	$ 294,742.92	0.02	0.01
433-4	$ 328,262.76	0.5	0.43	$ 70,576.49	0.04	0.04
435-3	$ 1,696,682.26	0.5	0.43	$ 364,786.69	0.05	0.02
445-7	$ 328,262.76	0.5	0.37	$ 60,728.61	0.03	0.04
449-5	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
453-1	$ 1,492,939.23	0.5	0.37	$ 276,193.76	0.15	0.17
462-0	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
474-3	$ 328,262.76	0.5	1.00	$ 164,131.38	0.09	0.10
475-8	$ 328,262.76	0.5	0.50	$ 82,065.69	0.05	0.05
484-7	$ 2,985,878.46	0.5	0.47	$ 701,681.44	0.19	0.21
490-2	$ 1,830,280.51	0.5	0.57	$ 521,629.94	0.06	0.04
499-3	$ 656,525.52	0.5	0.80	$ 262,610.21	0.07	0.08
507-A	$ 328,262.76	0.5	0.40	$ 65,652.55	0.04	0.04
513-5	$ 2,655,950.27	0.5	0.27	$ 358,553.29	0.03	0.01
515-4	$ 1,492,939.23	0.5	0.10	$ 74,646.96	0.04	0.05
530-9	$ 656,525.52	0.5	0.23	$ 75,500.43	0.02	0.02
550-6	$ 328,262.76	0.5	0.73	$ 119,815.91	0.07	0.07
551-0	$ 328,262.76	0.5	0.67	$ 109,968.02	0.06	0.07
569-0	$ 328,262.76	0.5	0.80	$ 131,305.10	0.07	0.08
597-2	$ 1,073,729.72	0.5	0.60	$ 322,118.92	0.18	0.20
650-4	$ 1,073,729.72	0.5	0.43	$ 230,851.89	0.13	0.14
657-6	$ 1,126,115.67	0.5	0.20	$ 112,611.57	0.00	0.07
691-3	$ 542,184.67	0.5	0.27	$ 73,194.93	0.00	0.04
696-6	$ 1,492,939.23	0.5	0.33	$ 246,334.97	0.14	0.15
716-5	$ 984,788.27	0.5	0.23	$ 113,250.65	0.02	0.02
157-5	$ 815,264.00	0.5	0.47	$ 191,587.04	0.05	0.03
187-6	$ 2,327,506.75	0.5	0.27	$ 314,213.41	0.03	0.02
241-2	$ 31,784,887.75	0.5	0.50	$ 7,946,221.94	0.05	0.03
245-0	$ 33,490,084.50	0.5	0.43	$ 7,200,368.17	0.04	0.04
335-5	$ 366,303.75	0.5	0.10	$ 18,315.19	0.01	0.00

384-9	$ 1,628,216.25	0.5	0.53	$ 431,477.31	0.04	0.26
388-7	$ 8,158,339.50	0.5	0.43	$ 1,754,042.99	0.04	0.03
394-2	$ 3,808,034.75	0.5	0.27	$ 514,084.69	0.03	0.02
403-3	$ 9,862,044.75	0.5	0.57	$ 2,810,682.75	0.05	0.09
410-3	$ 3,438,673.50	0.5	0.53	$ 911,248.48	0.06	0.02
414-1	$ 3,196,024.25	0.5	0.50	$ 799,006.06	0.05	0.03
417-5	$ 1,474,828.50	0.5	0.53	$ 390,829.55	0.07	0.02
418-A	$ 4,564,443.75	0.5	0.57	$ 1,300,866.47	0.06	0.03
419-4	$ 147,737.25	0.5	0.50	$ 36,934.31	0.06	0.02
423-0	$ 147,737.25	0.5	0.53	$ 39,150.37	0.06	0.02
472-4	$ 21,253,430.75	0.5	0.83	$ 8,820,173.76	0.07	0.23
488-5	$ 322,712.75	0.5	0.40	$ 64,542.55	0.04	0.02
509-9	$ 1,136,986.00	0.5	0.40	$ 227,397.20	0.04	0.05
522-4	$ 311,497.00	0.5	0.40	$ 62,299.40	0.05	0.02
532-8	$ 611,175,930.50	0.5	0.40	$ 122,235,186.10	0.03	0.07
533-2	$ 519,692,068.25	0.5	0.07	$ 18,189,222.39	0.01	0.01
539-A	$ 733,219.00	0.5	0.77	$ 282,289.32	0.07	0.06
602-5	$ 17,989,379.00	0.5	0.40	$ 3,597,875.80	0.04	0.04
603-A	$ 345,144.25	0.5	0.47	$ 81,108.90	0.05	0.02
654-2	$ 1,007,466,707.75	0.5	0.53	$ 266,978,677.55	0.04	0.09
656-1	$ 314,936,902.00	0.5	0.27	$ 42,516,481.77	0.02	0.03
660-8,	$ 1,288,287,173.75	0.5	0.43	$ 276,981,742.36	0.04	0.08
709-5	$ 211,585,532.50	0.5	0.27	$ 28,564,046.89	0.02	0.05
710-8	$ 727,468,811.50	0.5	0.30	$ 109,120,321.73	0.03	0.04
711-2	$ 998,255,471.25	0.5	0.33	$ 164,712,152.76	0.03	0.10
712-7	$ 11,599,667.75	0.5	0.47	$ 2,725,921.92	0.06	0.02
713-1	$ 1,073,556.50	0.5	0.37	$ 198,607.95	0.04	0.02
721-6	$ 334,670,317.75	0.5	0.20	$ 33,467,031.78	0.02	0.05
725-4	$ 400,782,459.25	0.5	0.17	$ 34,066,509.04	0.01	0.03
726-9	$ 393,803,612.00	0.5	0.33	$ 64,977,595.98	0.03	0.04
727-3	$ 586,149,211.75	0.5	0.13	$ 38,099,698.76	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia IMIP (2011).

Una vez obtenidos los índices de riesgo por ageb, estos se utilizaron para la elaboración del mapa de riesgo, identificándose 2 índices de riesgo, uno a nivel vivienda y a otro a nivel de superficie unitaria para eventos de inundación tal como se presenta en los mapas Figuras .7.3.3.(1) y (2):

VI.7.3.4. Zonificación de riesgos por estructuras de regulación de avenidas

La infraestructura hidráulica de la ciudad para prevenir inundaciones y anegaciones se empezó a construir desde 1966, sin embargo su operación siempre ha representado una problemática a la institución gubernamental debido a que no es un renglón al que se le de la importancia que se requiere y tampoco tiene una continuidad en las acciones y programas para su operación y mantenimiento. Debido a esto, la gran mayoría de las obras hidraúlicas se

encuentran invadidas con asentamientos humanos, instalaciones sanitarias en su interior, tendidos de la infraestructura eléctrica y urbana como vialidades, mercados y áreas verdes. A la fecha, los volúmenes elevados que escurren hacia la mancha urbana superan las condiciones de operación por lo que varias de estas han fallado y provocado serios daños a la población además de afectar la infraestructura urbana.

En la figura VI.7.3.4. se puede observar la ubicación de las estructuras de regulación que operan actualmente:

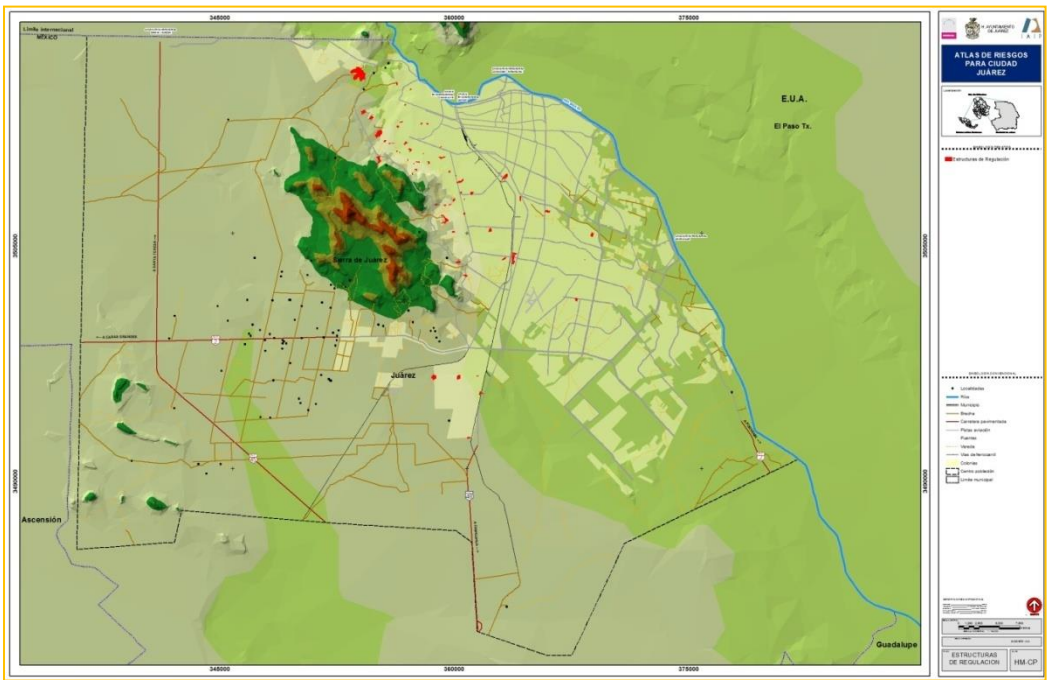


Figura VI.7.3.4.(1) Ubicación de las obras hidráulicas de regulación pluvial
(Fuente IMIP-2010)

A continuación se hace una breve descripción de las estructuras que guardan condiciones de riesgo:

Estructuras de Zona I Anapra

Presa Benito Juárez

Los escurrimientos de la parte alta del arroyo El Tapo son recibidos en La Presa Benito Juárez localizada en la colonia Lomas de Poleo-Anapra. Esta es una estructura con capacidad de almacenamiento suficiente para atender precipitaciones con período de retorno de hasta 500 años, ya que cuenta con una capacidad de 607, 930 m³ y el volumen máximo acumulado para el periodo de retorno mencionado es de 56,970 m³. Sin embargo presenta un grado avanzado de azolvamiento, deterioro en su cortina así como invasión de su embalse con asentamientos irregulares de la colonia La Conquista.

Del análisis de precipitación para una tormenta de 24 horas en diferentes períodos de retorno se estima que opera en buenas condiciones, pero en los últimos años se dieron asentamientos irregulares al interior de su área de embalse por lo que es necesario que estas personas sean reubicadas para garantizar el uso óptimo de la estructura.

En la figura VI.7.3.4.(2) pueden observarse las viviendas asentadas en su margen norponiente y que se encuentran en riesgo por inundación.

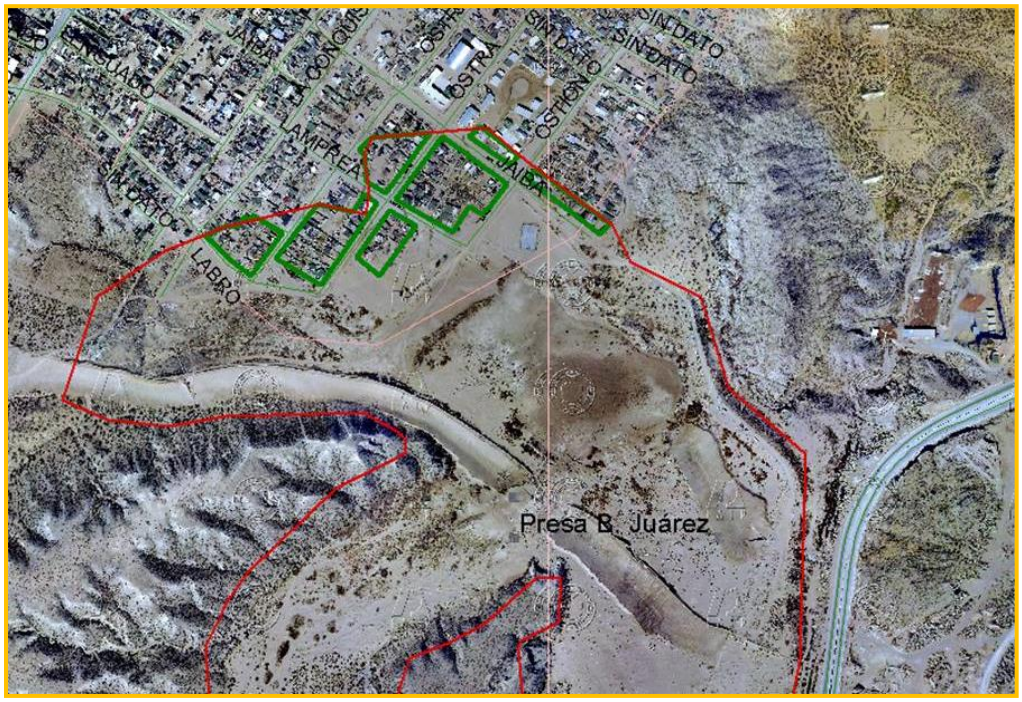


Figura VI.7.3.4.(2) Presa Benito Juárez muestra el área inundable del vaso y la invasión (Fuente IMIP-2010)

Bordo El Filtro

El Bordo El Filtro fue construido con material de corte durante la construcción del periférico Camino Real, el cual no fue clasificado ni compactado, además de adolecer de serias deficiencias técnicas debido a que no se realizo de acuerdo a los lineamientos técnicos normativos establecidos, por lo que la dependencia rectora (Comisión Nacional del Agua) dictaminó su eliminación para que los escurrimientos se den en forma libre ya que representa un alto riesgo tanto para la población localizada aguas abajo así como a la estructura vial Camino Real.

Esta estructura se localiza aledaña a la colonia Ampliación Fronteriza, sobre el lado sur-poniente del Periférico Camino Real a una distancia aproximada de 239 m (Figura VI.7.3.4.(3)), su capacidad de almacenamiento calculada es alrededor de 238, 210 m³ ocupando el segundo lugar en capacidad, de entre todas las obras hidráulicas existentes en la ciudad. No cuenta con estructuras complementarias para desfogue, ni tiene vertedor, en caso de derrame, se previó una alcantarilla de cruce para los escurrimientos sobre la vialidad Camino Real identificada con el número 20. Por sus características estructurales y el resultado obtenido en el análisis hidrológico y de funcionamiento Hidráulico, presenta condiciones de desbordamiento para precipitaciones con período de retorno de 100 años, previendo que en caso de colapso se tendrá un gasto máximo de 285,114 m³, se clasifica como una obra de alto riesgo para la población asentada en su cauce aguas abajo.

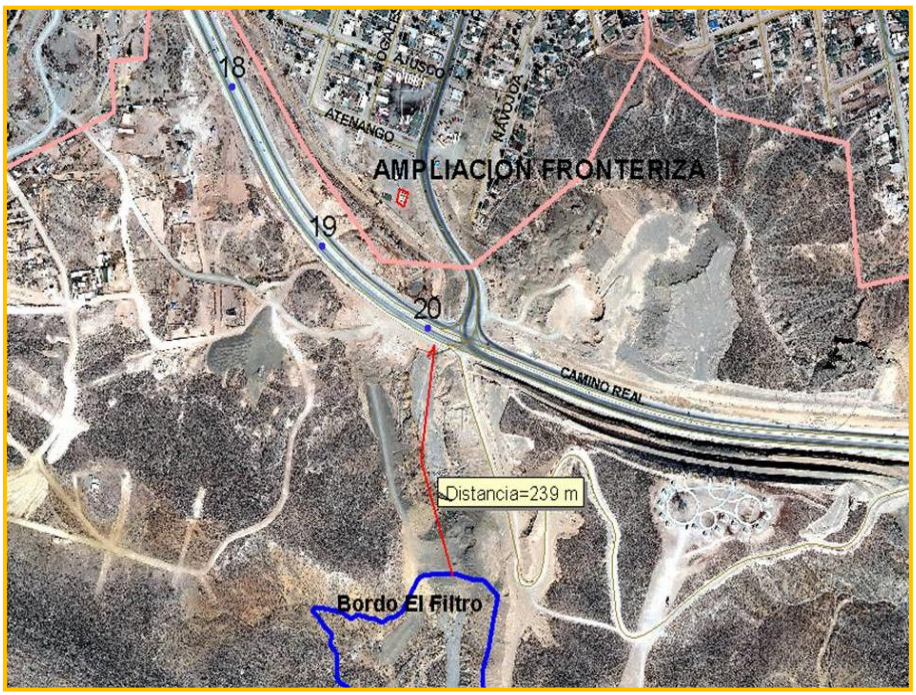


Figura VI.7.3.4.(3) Localización del bordo El Filtro. (Fuente IMIP-2010)

Dique la Subestación

El Dique La Subestación consiste en un bordo que se localiza entre las calles Isla Hong Kong y Emilio Campa que corresponden a la colonia Chihuahua (norponiente). Su superficie de vertiente registra poca capacidad de almacenamiento y tiene antecedentes de haberse llenado a su máxima capacidad en varias ocasiones. Presenta urbanización en su entorno por lo que su cauce se ha modificado.



Figura VI.7.3.4.(3) Ubicación del Dique La Subestación
(Fuente IMIP-2010)

Está clasificada como de riesgo medio, estimando que presenta problema de derrame por corona para períodos de retorno de 25 y 100 años, ya que cuenta con una capacidad de 851 m³, mientras que el volumen que recibe para un periodo de retorno de 25 años es de 1,630 m³, por lo que se estiman posibles afectaciones a viviendas en la salida de la descarga como lo muestra la figura VI.7.3.4.(3).

Dique Fronteriza

Este dique esta ubicado en la intersección de las calles Baja California e Isla Salomón, ante la falta de un vertedor de excedencias estuvo a punto de colapsarse debido a los volúmenes extraordinarios que recibió durante las lluvias presentadas en el 2006, lo cual origino que el agua desbordara por corona ocasionando daños a la población e infraestructura. Para minimizar los daños en su momento, la CNA ordeno realizar la excavación de escotaduras por la margen derecha con objeto de bajar los niveles del embalse hacia dos calles pavimentadas, previo desalojo de habitantes afectados para evitar accidentes.

Posterior a estas actividades que evitaron la rotura de la cortina que habría causado daños graves a los pobladores, se procedió a excavar una escotadura en la margen izquierda del vaso a desnivel en relación con la corona, para que en el caso de presentarse otra avenida extraordinaria, empezará a bajar los niveles del embalse y de esta manera evitar la rotura del bordo sin embargo, la descarga está conectada al mismo arroyo unas centenas de metro más abajo que la cortina de la presa

Lo anterior fue una solución para evitar la rotura de la cortina, lo cual hubiera sido de mayores consecuencias, sin embargo persiste el riesgo para los pobladores asentados aguas abajo de la descarga de la escotadura, ya que para un periodo de retorno de 100 años escurrirían 454,683 m³, con un gasto máximo de hasta 42.82 m³/s.

Fotos VI.7.3.4.(1) y (2) Cortina del dique Fronteriza y efectos de erosión en el cauce de aguas abajo invadido por casas habitación.(IMIP-Agosto 2006)





El vaso del dique actualmente se encuentra invadido con algunas edificaciones además de su cauce, por lo que estos asentamientos se encuentran en serio riesgo. La Figura VI.7.3.4.(4) muestra dichas viviendas marcadas en polígonos en color rojo:

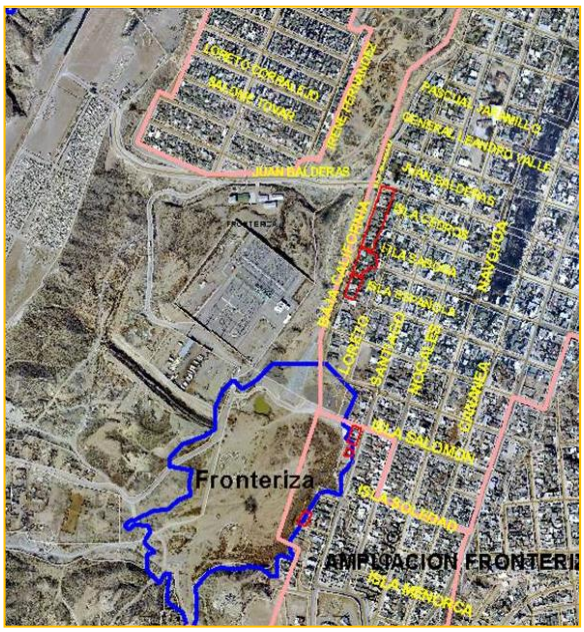


Figura VI.7.3.4.(4) Afectaciones por inundación en Dique Fronteriza
(Fuente IMIP-2010)

Dique Nueva Zelanda

El dique Nueva Zelanda está localizado en la Colonia Ampliación Plutarco Elías Calles. Debido a su insuficiente capacidad de almacenamiento (4,020 m³) y falta de vertedor, esta obra presenta un riesgo medio. En la Figura VI.3.3.3.(5), se puede observar que su cauce ha sido invadido por asentamientos irregulares. El análisis hidrológico efectuado para esta obra indica que su capacidad es inferior a las solicitaciones requeridas para una lluvia con periodo de retorno por arriba de 25 años, para la cual escurrirían 6,980 m³.



La figura antes mencionada identifica las viviendas que podrán ser afectadas en caso del desbordamiento del dique.

Figura VI.3.3.3.(5) Ubicación del Dique Nueva Zelanda
(Fuente IMIP-2010)

Alcantarillas Isla Madera e Isla Marquesa

La alcantarilla Isla Madera está ubicada en Calle Isla Madera e Isla Jamaica y la alcantarilla Isla Marquesa en el cruce de la Calle Islas Marquesa e Isla Jamaica. Estas alcantarillas atienden los escurrimientos que descarga el Dique Nueva Zelanda y se encuentran alineadas sobre la calle Isla Jamaica con orientación poniente- oriente. En los últimos años dichas alcantarillas han visto afectado su cauce a causa de la construcción de viviendas según se pudo constatar en recorrido de campo por lo que están en riesgo de desaparecer.

Estas estructuras tienen una baja capacidad de almacenamiento y su operación está calificada como de riesgo bajo para la Alcantarilla Madera y riesgo medio en la alcantarilla Marquesa, esto último debido a las condiciones topográficas que guarda con respecto al nivel de salida.

El volumen que retienen es de 82 m³ (Isla Madera) y 147 m³ (Isla Marquesa), esta condición se ve reflejada en los resultados de análisis de lluvia que indican desbordamiento para cualquier período de retorno. Se estima que la superficie inundable afecta principalmente a las viviendas aledañas y algunas localizadas aguas abajo, según se muestra en la figura VI.7.3.4.(6):



Figura VI.7.3.4.(6) Ubicación de Alcantarilla Isla Madera y viviendas en riesgo potencial
(Fuente IMIP-2010)

Dique Isla Hawai

El Dique Isla Hawai está localizado en las calles Isla Hawai e Isla Hong Kong en la colonia Tarahumara. Su cortina es de tierra sin protección contra erosión y en su margen izquierda tiene un vado utilizado como vertedor. La capacidad de almacenamiento hasta este punto se le estimó en 2,020 m³. Tiene antecedentes de haber alcanzado dicho nivel en el año 2000. De acuerdo al análisis de capacidad de almacenamiento, se clasifico en un nivel de riesgo bajo en función de su volumen. Los resultados obtenidos para atención de una tormenta de 24 horas, indican buen funcionamiento para períodos de retorno (TR) de 5 años, para TR=25 empieza a verter y en el caso de una lluvia con TR=100 años sus condiciones son de desborde, ya que alcanza un almacenamiento en tránsito de 2,613 m³, superiores a la capacidad en tránsito para la condición de vertedor en operación a su máxima capacidad (2,600 m³). Ante esta última condición se considera que presenta afectaciones de algunas viviendas que se asentaron sobre la superficie del cauce de arroyo, como puede observarse en la Figura VI.7.3.4.(7) a continuación:

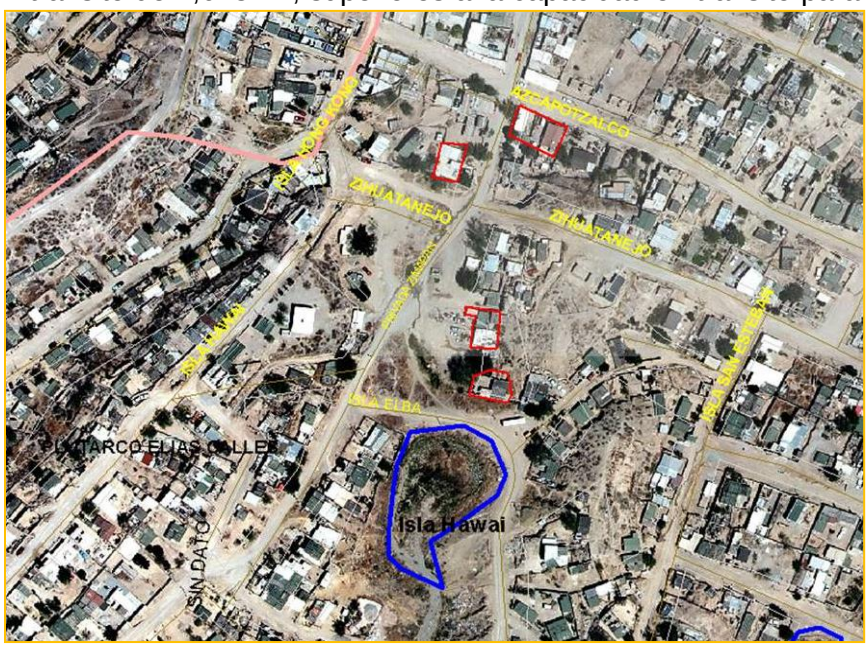


Figura VI.7.3.4.(7) Ubicación del Dique Isla Hawai.
(Fuente IMIP-2010)

Alcantarilla Covarrubias

Se ubica entre las calles Covarrubias y Mixcoac en la colonia Adolfo López Mateos y recibe los escurrimientos provenientes de la alcantarilla Tlalpan. En el área de su vaso se encuentran instalaciones de entretenimiento y su capacidad fue estimada en 3,290 m³. El flujo de salida se

da a un parque que se encuentra aguas abajo. Esta obra hidráulica está clasificada como de riesgo medio debido a que desfoga a una zona densamente urbanizada y en caso de desborde (para un periodo de retorno de 100 años alcanza un volumen de almacenamiento en tránsito de 3,420 m³ y un gasto máximo de 2.35 m³/s) se estima que pudiera afectar inicialmente algunas viviendas que se encuentran a un costado y aguas abajo, como puede verse en la Figura VI.7.3.4.(8) a continuación:

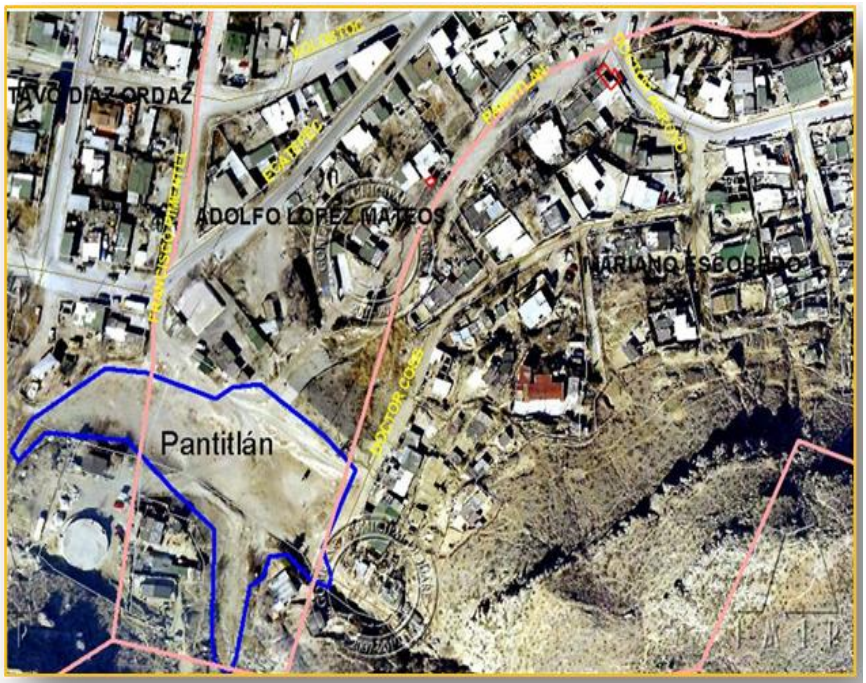


Figura VI.7.3.4.(8) Ubicación del Dique Covarrubias
(Fuente IMIP-2010)

Estructuras de Zona II Centro

Dique Pantitlán

Este dique se ubica en las calles Real del Monte y Ecatepec de la colonia Gustavo Díaz Ordaz, consiste de una cortina de tierra protegida con zampeado y su obra de descarga se encuentra dañada. Del análisis de



probabilidad de lluvias se determinó que la estructura presenta vertidos para tormentas de 24 horas con períodos de retorno de 25 y 100 años, ya que su capacidad está estimada en 5,790 m³, y el almacenamiento en tránsito máximo alcanzado para un periodo de retorno de 25 años es de 6,103 m³. El vertedor alcanza un gasto máximo para un TR=100 de 2.22 m³/s. Bajo este supuesto se estima que existe una población en riesgo aguas abajo donde se da el tránsito del flujo pluvial además de afectaciones en la cortina del dique.

Figura VI.7.3.4.(9). Ubicación del Dique Pantitlán
(Fuente IMIP-2010)

Dique Juan Mata Ortiz

El Dique Juan Mata Ortiz, se localiza en la colonia Mariano Escobedo en una zona ampliamente poblada, donde el relieve del terreno es muy irregular. Este bordo presenta forma de "V" con invasiones al interior de su vaso, ubicado entre las calles José Ma. Arteaga y Cerralvo; construido para la regulación de avenidas del arroyo El Panteón. Cuenta con un vertedor de mampostería de 10 m de plantilla y una torre de desfogue con un tubo de 50 cm de diámetro el cual se encuentra obstruido parcialmente con un tubo de drenaje de 20 cm de diámetro. La torre de desfogue tiene 4 orificios para regular la salida del gasto. A la fecha la operación de la estructura es adecuada para lluvias moderadas. Para lluvias de 25 años en adelante el vertedor comienza a funcionar, ya que el almacenamiento en tránsito máximo para este periodo de retorno es de 8,693 m³, superando la capacidad del dique, estimada en 8,310 m³ a nivel de la plantilla del vertedor. Es importante mejorar las condiciones de operación de esta estructura, ya que actualmente el desfogue se encuentra obstruido con un tubo de drenaje además de sucia y azolvada. En caso de desborde del flujo pluvial se consideran afectaciones de forma inmediata por inundación de algunas viviendas que se encuentran en su cauce de vertido.

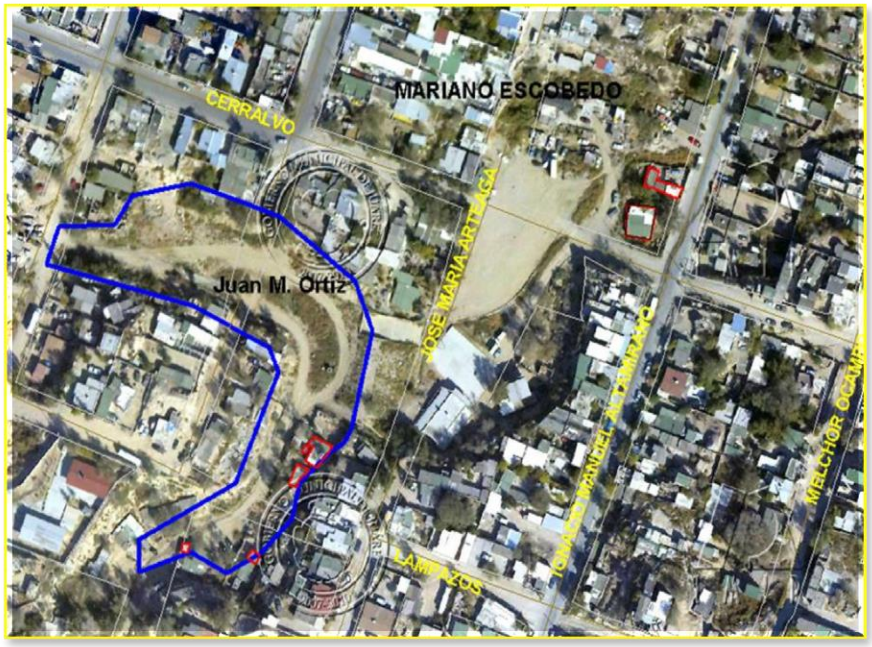


Figura VI.7.3.4.(10)
Ubicación del Dique Juan Mata Ortiz.
(Fuente IMIP-2010)

Alcantarilla Miguel Ahumada

Esta alcantarilla está ubicada en la intersección de las calles Miguel Ahumada y Petatlán en la colonia Hermenegildo Galeana. Tiene poca capacidad de almacenamiento (630 m³) y su cauce fue obstruido por lo que las viviendas asentadas aguas abajo se ven afectadas regularmente en período de lluvias. Asimismo su cuenca se ha visto afectada por asentamientos irregulares en su entorno. Esta estructura presenta riesgos para la población en adyacente, dado que del análisis de probabilidad de lluvias, se obtuvo que su volumen de embalse es insuficiente para atender una lluvia con periodo de retorno arriba de 5 años, para la cual se presenta un volumen de 85,699 m³, y al tener la estructura el desfogue completamente obstruido, opera como bordo, por lo que no existe un almacenamiento en tránsito, sólo el almacenamiento neto. Por su comportamiento hidráulico se clasificó como de riesgo alto. La Figura VI.7.3.4.(11) muestra las posibles afectaciones en un radio de influencia de 500 m:



Figura VI.7.3.4.(11) Ubicación de la Alcantarilla Miguel Ahumada.
(Fuente IMIP-2010)

Bordo Ampliación Palo Chino

A esta obra llegan parcialmente escurrimientos del arroyo San Antonio, Está ubicada cerca de la intersección de las calles



Vista de Palma Larga y Camino Real. Esta estructura consiste en un bordo que tiene una escotadura de 5.0 m de ancho en el lado sureste por donde descarga. Se considera que presenta un riesgo alto para la población que habita aguas abajo, presentando características de desbordamiento para lluvias con período de retorno arriba de 25 años, siendo el volumen escurrido para este periodo de retorno de 38,550 m³, contra una capacidad de almacenamiento de 10,990 m³. Siguiendo la trayectoria de su flujo en su punto más bajo, se estima que varias viviendas resultaran afectadas, según se muestra en la Figura VI.7.3.4.(12).

Figura VI.7.3.4.(12) Ubicación del Bordo Ampliación Palo Chino.
(Fuente IMIP-2010)

Bordo Palo de las Flores

Ubicado entre las calles Del Rayo y Palo Amarillo se encuentra el Bordo Palo de las Flores, mismo que recibe un afluente del arroyo San Antonio y no cuenta con infraestructura de desfogue. Aguas abajo su cauce se encuentra libre hasta poco antes de alcanzar la alcantarilla Arboledas 3, donde se han dado asentamientos que obstruyen la continuidad del cauce. También se observa el desarrollo de viviendas sobre su costado norte el cual está estrechando el cauce según puede verse en la Figura VI.7.3.4.(13).

La funcionalidad de esta estructura resulta satisfactoria para lluvias con período de retorno hasta de 25 años después de lo cual su capacidad de almacenamiento se ve rebasada, ya que el volumen escurrido hacia la estructura para un periodo de retorno de 100 años es de 13,456 m³, superiores a los 12,260 m³ de capacidad de almacenamiento con que cuenta la estructura. El gasto máximo de vertido para la condición de desborde se estima en 0.01 m³/s. Sin embargo, la peligrosidad de esta situación radica en que la estructura no cuenta con un vertedor, por lo que el derrame del volumen excedente se da por la cortina, lo que pudiera llevar a un proceso de remoción de masa que afecte severamente la cortina.



Figura VI.7.3.4.(13). Ubicación del Bordo Palo de las Flores.
(Fuente IMIP-2010)

Alcantarilla Tepanecas

Entre las calles Xochimilcas y Tepanecas se encuentra localizada la alcantarilla Tepanecas (Figura VI.7.3.4.(14)), la cual atraviesa la calle con este mismo nombre. Debido a que su cauce se ha ido estrechando con la construcción de viviendas a su alrededor, lo que ha provocado que se generen afectaciones a las edificaciones en temporada de lluvias, siendo necesario evitar la invasión del cauce, como la reubicación de las viviendas que provocan la obstrucción.

Los resultados de la modelación hidrológica y de funcionamiento hidráulico del vaso, indican que presenta desborde para cualquier período de retorno (TR=5, 25 y 100 años) por lo que se identifican las áreas afectadas enmarcadas en los polígonos de color rojo.



Figura VI.7.3.4.(14). Ubicación Alcantarilla Tepanecas (Fuente IMIP-2010)

Alcantarilla Asfalto

La alcantarilla Asfalto, contigua al Dique La Trituradora (ver Figura VI.7.3.4.(15)), recibe los escurrimientos del arroyo El Indio, el cual es uno de los arroyos más importantes de la cuenca Zona II-Centro. La estructura consiste en un bordo con tuberías inferiores que representan un gran obstáculo para los gastos máximos que se puedan presentar. Está localizada en la colonia Vista Hermosa sobre las calles Feldespato y Caliche. En el 2006 se presentaron lluvias extraordinarias que ocasionaron que ésta desbordara provocándola destrucción de la vialidad que limita el Dique la Trituradora. La alcantarilla cuenta con un estructuras de cruce consistente en tres tubos de 60 cm de diámetro, la cual en su momento no fue suficiente para captar y conducir el caudal aportado por el arroyo El Indio, por lo que el agua rebasó la alcantarilla por el nivel de la calle feldespato, habiendo arrastrado consigo varios vehículos, con personas a bordo, registrándose 2 fallecimientos y alojando los vehículos dentro del dique La Trituradora. El caudal aportado fue tal, que ocasionó que algunas casas que ocupaban el vaso contiguo a esta alcantarilla sufrieran graves daños. Por lo anterior se estima que el riesgo de esta estructura es alto y los resultados del análisis indican que en precipitaciones para periodos arriba de 25 años su capacidad se ve rebasada, ya que la máxima capacidad de conducción de las tuberías se estima en 5.9 m³/s, mientras que el gasto máximo para el periodo de retorno mencionado es de 14.33 m³/s.



Figura VI.7.3.4.(15). Ubicación de la Alcantarilla Asfalto.
(Fuente IMIP-2010)

Dique La Trituradora

El Dique La Trituradora (Figura VI.7.4.3.(16), se ubica en la colonia Vista Hermosa, al término de las calles Caliche, Asfalto y Calcita, colindando hacia el Sur con el cerro del Escalón. Durante el mes de Julio del 2006, se presentó una fuerte avenida, misma que rebasó la capacidad de diseño de esta estructura y dejó un alto volumen de azolve.

Actualmente continúa en riesgo de desbordamiento, debido a que no existe una estructura de regulación aguas arriba, con la capacidad necesaria para regular los flujos de la parte alta de la cuenca por lo que es necesario y urgente la construcción del Dique Parque Sierra de Juárez (DPSJ).

De llegarse a construir DPSJA, los cálculos para el análisis hidrológico y el modelo de funcionamiento hidráulico, nos indican que este dique presentaría condiciones aceptables de operación para períodos de retorno hasta de 100 años, para el cual sería capaz de almacenar hasta 88,647 m³, y entraría en operación el vertedor para desfogar sólo 0.96 m³/s adicionales a los 2.82 m³/s que es capaz de desalojar la obra de toma.

Este dique es de gran importancia para la regulación de los gastos provenientes del arroyo del indio, y la seguridad de las colonias Morelos, Libertad y Aztecas que se encuentran aguas abajo.



Figura VI.7.4.3.(16) Ubicación del Dique La Trituradora.
(Fuente IMIP-2010)

Bordo Parque Sierra de Juárez

El bordo denominado Parque Sierra de Juárez (PSJ), se ubica en la parte alta de la cuenca del arroyo del Indio, la que representa uno de los arroyos con una de las vertientes de escurrimiento más grandes. Su cauce se encuentra modificado por la extracción de materiales pétreos, siendo utilizado como banco de materiales por la empresa El Águila. Las modificaciones por la explotación han derivado en procesos de remoción de finos y otros materiales, los cuales son arrastrados aguas abajo, y son causa del azolvamiento de las estructuras de regulación existentes, lo cual origina la disminución paulatina de las capacidades de regulación.

Durante el mes de Julio del 2006, la avenida registrada provocó el colapso de este bordo, debido a la baja capacidad de almacenamiento y carencia de obras de desfogue y vertedor, originando uno de los desastres más graves habidos en Ciudad Juárez, destrozando 252 viviendas ubicadas en las colonias Morelos, Libertad, Aztecas, Luis Olague, e Independencia, habiéndose declarado zona de desastre por parte de las autoridades. Los daños fueron calculados en más de 422 millones de pesos, principalmente por pérdidas de bienes de la población y a la infraestructura de agua potable y drenaje. Actualmente opera como un bordo de tierra bandeada que no cumple las condiciones constructivas adecuadas de una estructura de contención y regulación de agua. El vertedor de la presa fue ampliado y acondicionado para permitir el paso de un mayor gasto y la cortina fue reparada en los sitios donde se provocaron daños por erosión. De acuerdo al análisis hidrológico esta estructura se clasifica con un nivel de riesgo alto, de acuerdo con el análisis hidrológico y de funcionamiento hidráulico, se prevén desbordamientos para lluvias con períodos de retorno por arriba de 5 años (59.28mm).

A la fecha se han realizado los estudios y el proyecto ejecutivo para la construcción de un nuevo vaso, el cual se le ha denominado como Dique Parque Sierra de Juárez, el cual es considerado como una obra prioritaria y de extrema urgencia, a fin de que puedan ser regulados los gastos generados por la vertiente de este arroyo. La capacidad actual se estima en 7,000 m^3, mientras que la capacidad de diseño para la nueva estructura, ha sido evaluada en 206,000 m^3.



Figura VI.7.3.4.(17) Ubicación del Bordo Parque Sierra de Juárez.
(Fuente IMIP-2010)

Estructuras de Zona III Jarudo

Dique Revolución

Se ubica en la calle Candelaria Cervantes entre calle Baudelio Uribe y calle Grulla de la Colonia Revolución. Este dique particularmente ha sufrido importantes modificaciones debido a que los asentamientos irregulares han invadido su vaso en más del 50 % de su superficie, algunos de los cuales están por abajo del nivel del vertedor de demasías, significando un grave riesgo para la población asentada en dicha zona. Las condiciones de operación actual de este dique, para atender tormentas con un periodo de retorno de 100 años, ha sido analizado, lo que permitió establecer que no tiene la capacidad para almacenar de manera temporal los volúmenes que le llegan con fuertes avenidas, dado que su capacidad de almacenamiento es de 70,000 m^3. La vertiente de este dique Revolución de acuerdo con el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, corresponde a 5.36 km^2, considerando un gasto de ingreso de 10.16 m^3/s, para un total de volumen escurrido de 60,190 m^3, para periodos de retorno de TR=5 años, presentando descarga del vertedor a partir de un TR=25 años con una Descarga pico de 0.09 m^3/s y volumen escurrido hasta este punto de 119,790 m^3 y para un TR=100 años de 1.96 m^3/s de vertimiento y un volumen escurrido total de 180,000 m^3. El peligro y riesgo detectado, corresponde a las viviendas que se ubican dentro de lo que se considera la planicie de inundación natural del vaso, lo cual la clasifica como una estructura de riesgo medio por la densidad de población en su cercanía. Las afectaciones identificadas de lo que es el área natural del vaso y que ha sido invadido se muestra en la Figura VI.7.3.4.(18) a continuación:



Figura VI.7.3.4.(18) Ubicación del Dique Revolución y vivienda afectables en polígonos color rojo (Fuente IMIP-2010)

Dique Soriana- La Presa

El Dique Soriana- La Presa, se localiza en la intersección de dos avenidas primarias como son Eje Juan Gabriel y Blvd. Zaragoza con una capacidad estimada en 150,000 m³ (PSMAP). Está compuesto por dos vasos de almacenamiento, por lo que cuenta con dos cortinas: una que opera como vialidad y que divide a los dos vasos y la otra, que responde a la estructura original, colindando con viviendas. El vertedor desapareció por asentamientos de invasión.

Cuenta actualmente con una estructura de desfogue en malas condiciones y el vertido de los volúmenes excedentes, se presenta con derrames de agua hacia las vialidades colindantes por el lado poniente, principalmente hacia el Eje Vial Juan Gabriel. El vaso Soriana fue formado al construir un terraplén dividiendo el vaso original, a fin de construir la vialidad Blvd. Zaragoza.

Este terraplén cuenta en su base con un par de tuberías de 76 cm (30”) de diámetro que trabajan como desfogue y conductos comunicantes entre los dos vasos. Durante las lluvias, este almacenamiento recibe las aportaciones del cauce principal del arroyo Jarudo y de un afluente importante llamado arroyo Ejercito Mexicano, cuya descarga ingresa directamente al vaso, el cual se llena totalmente, que al no tener vertedor, los flujos se derivan con gastos importantes por su costado nor-poniente que corresponde al punto más bajo de la cortina original de esta estructura de regulación, de tal manera que el flujo de salida escurre por el Eje Vial Juan Gabriel. Aguas abajo de este vaso regulador, en un tramo del orden de 1.0 km, el

cauce prácticamente ha desaparecido, circulando los flujos actualmente por calles y entre las viviendas, que durante las lluvias sufren graves afectaciones.

El análisis hidrológico de esta estructura reconoce una vertiente de 37.98 km², y el cálculo de operación de funcionalmiento hidráulico, señala que vierte para períodos de retorno de 25 y 100 años, ya que los volúmenes que llegan a esta estructura son de 651,940 m³ y 1'042,600 m³ para periodos de retorno de 25 y 100 años respectivamente.

Se requiere su rehabilitación inmediata. Las viviendas con potencial afectación se muestran en los polígonos de color rojo, en la Figura VI.7.3.4.(19) :



Figura VI.7.3.4.(19) polígonos de afectación por el Dique Soriana-La Presa. (Fuente IMIP-2010)

Dique Cementera

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Cementera, con origen en la Sierra de Juárez. Ubicado en la zona donde se encuentra la empresa Cementos de Chihuahua, aguas arriba de las colonias Toribio Ortega y Cementera. Consta de una cortina de sección homogénea, con protección en ambos taludes, un vertedor ubicado en su margen derecha, el cual requiere de un tanque amortiguador. En su interior se ha permitido la construcción de vivienda, consolidándose la colonia Granjas Unidas, por lo que su capacidad estimada de almacenamiento se ha restringido aproximadamente a 17,320 m³ que de acuerdo al análisis de probabilidad de lluvias para recibir tormentas con duración de 24 horas, es capaz de almacenar volúmenes para períodos de retorno de 5 años, sin embargo empieza a verter para lluvias con TR de 25 y 100 años. Se estima que para el periodo de retorno de 25 años, la estructura presenta un almacenamiento en tránsito de 29,333 m³, sobrepasando claramente la capacidad actual a nivel de plantilla de vertedor. Las construcciones más cercanas aguas abajo se localizan a 500 m de distancia. La Figura VI.7.3.4.(20) muestra su ubicación en planta.



Figura VI.7.3.4.(20) Ubicación del Dique Cementera.
(Fuente IMIP-2010)

Dique Central Camionera

Este dique se encuentra en la parte más baja de la cuenca del Arroyo Jarudo, sitio final a donde descargan los flujos de este arroyo al Dren 2-A. Durante la temporada de lluvias el agua que descarga el dique forma anegamientos severos en la intersección de las calles Blvd. Oscar Flores Sánchez y Minatitlán. Las condiciones de operación de acuerdo al análisis hidrológico resultan en desbordamiento para cualquier lluvia por arriba de 5 años, con afectaciones principalmente a las vialidades primarias, pues la estructura tiene una capacidad de 4,620 m³, y para un periodo de retorno de 5 años escurren hasta este punto 608,200 m³, con un gasto máximo de 20.73 m³/s. El principal riesgo lo representa el que quede atrapado algún vehículo durante su ingreso a la alcantarilla Oscar Flores. Una imagen de la ubicación de este dique y las áreas afectables se muestran en la Figura VI.7.3.4.(21):



Figura VI.7.3.4.(21) Ubicación del Dique Central Camionera.
(Fuente IMIP-2010)

Dique Campo Militar

Esta obra se localiza sobre la margen derecha de la vialidad Camino Real en la colonia Cereso y Cd. Militar. Es un dique alejado de la zona urbana con capacidad de almacenamiento de 20,930 m³ que recibe de un afluente del arroyo Ejercito Mexicano. De acuerdo al análisis de probabilidad de lluvias, se estima que su funcionamiento es adecuado para tormentas con período de retorno de 5 años y que para TR de 25 y 100 años su capacidad de almacenamiento es insuficiente llegando a desbordar, ya que se calcula un almacenamiento en tránsito de 23,486 m³ para 25 años. No se consideran afectaciones aguas abajo. (Ver Figura VI.7.3.4.(22)).



Figura VI.7.3.4.(22). Ubicación del Dique Campo Militar
(Fuente IMIP-2010)

Estructuras de Zona IV Aeropuerto

Alcantarilla Mirabel

Se localiza en la calle Mirabel de la colonia Lucio Blanco. Los escurrimientos pluviales forman parte del Arroyo Tapioca, que recibe escurrimientos provenientes del Vaso Roma y se conducen hasta la Alcantarilla Mirabel en tal volumen, que es causa de inundación en las viviendas colindantes, las cuales ya han hecho arreglos a sus edificaciones para evitar el ingreso del agua. Sin embargo los flujos que escurren hacia las colonias Granjero, Infonavit Ampliación Aeropuerto, y el Parque Industrial Las Lomas, generalmente son afectadas con inundaciones en sus calles y especialmente en la vialidad Toronja Roja y la vialidad primaria Paseo de la Victoria. Los propietarios de las viviendas ubicados en las calles Mamey, Plátano y Toronja Roja de la colonia granjero están expuestos a riesgos de inundación de sus viviendas dado que el análisis hidrológico e hidráulico, presenta condiciones de riesgo medio debido a desbordamientos estimados para lluvias con períodos de retorno de 25 años y superiores, pues para tales eventos, el almacenamiento en tránsito alcanzado es de 1,397 m³, con lo cual se supera su capacidad, estimada en 405 m³ (Ver figura VI.7.3.4.(23)).

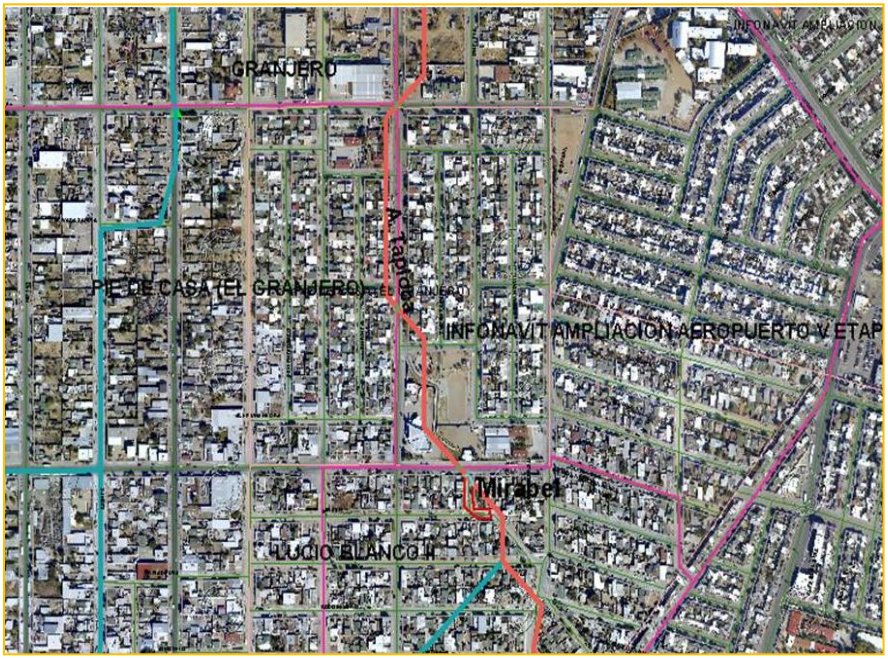


Figura VI.7.3.4.(23). Ubicación de la Alcantarilla Mirabel (Fuente IMIP-2010)

Vaso Roma

Esta estructura correspondiente al Arroyo Tapioca, se localiza aguas arriba de la alcantarilla Mirabel y recibe varios afluentes del lado sur, que rebasan su capacidad, haciendo que su funcionamiento sea deficiente en el control de los escurrimientos. Del análisis hidrológico se desprende que su operación presenta problemas para atender una tormenta con período de retorno de 5 años en adelante, ya que cuenta con una capacidad para almacenar 26,720 m³, y recibe 42,830 m³ para un periodo de retorno de 5 años. La Figura VI.7.3.4.(24) muestra su ubicación en planta:



Figura VI.7.3.4.(24).
Ubicación del Dique Roma.
(Fuente IMIP-2010)

Vaso de Almacenamiento Parque Central

Esta estructura se construyo en el 2008 y se encuentra en una zona de la mancha urbana limitada por una vialidad primaria de gran importancia como es lo es la Av. Tecnológico. Se ha clasificado como una alcantarilla, la cual opera como vaso de almacenamiento con profundidad de desplante de 8.5 m por debajo del nivel de la vialidad, con salida de los flujos por infiltración. Cabe mencionar que aún se encuentra pendiente la construcción del desfogue de demasías para permitir la descarga de los flujos al Dren Pluvial 2-A, mismo que se ubica al norte de esta estructura. A la fecha este vaso ha sufrido daños en la obra de toma para la captación de los flujos provenientes del las colonias Morelia y Luis Donaldo Colosio. Durante el 2010, la obra de toma se colapsó debido a que no cuenta con una obra revestida y adecuadamente diseñada, lo que derivó en derrumbes que afectaron el talud del vaso, hasta la fecha dichas obras no han sido reparadas.

De acuerdo al análisis de lluvias efectuado, se ha calculado su capacidad en 176,800 m³ la cual es adecuada para lluvias con periodo de retorno TR=5 correspondientes a precipitaciones de 59.28mm, pero resulta falto de capacidad para lluvias con período de retorno de 25 años que genera un volumen total escurrido de 228,000 m³, por lo que cualquier precipitación por arriba del periodo de retorno mencionado presentara desbordamiento, o bien vertido si se construye el desfogue de demasías. Las afectaciones por desbordamiento de esta estructura son principalmente a las vialidades que la rodean y a las viviendas del fraccionamiento Panamericano y Altamira, que están edificadas sobre su lado oriente, produciendo fuertes encharcamientos.

La Figura VI.7.3.4.(25) muestra su ubicación:

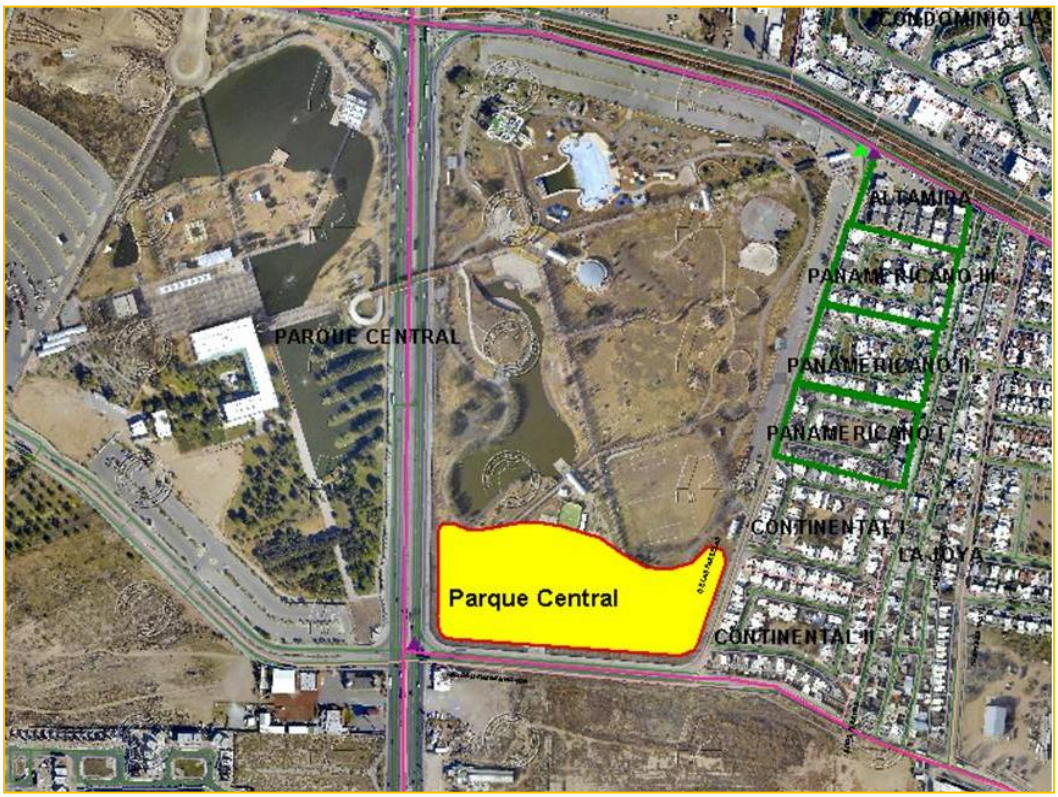


Figura VI.7.3.4.(25). Ubicación del Alcantarilla y Dique Parque Central
(Fuente IMIP-2010)

Vaso Gardenos

El vaso Gardenos se ubica en la zona residencial Misión de los Lagos, ubicado en la calle Vía Natura cercana a la intersección de la vialidad Ejercito Nacional y Av. Francisco Villarreal, recibe los escurrimientos captados por el arroyo Tapioca.

Este vaso tiene una profundidad de 8.25 m con respecto al nivel de plantilla con una capacidad de operación actual para almacenar hasta 134,050m³. Esta estructura incluye una canalización al Dren 2-A para prevenir posibles derrames.

De acuerdo al análisis de lluvia para los diferentes períodos de retorno (5, 25, y 100 años), la capacidad del vaso es insuficiente, presentando desbordamiento para todos los períodos de retorno mencionados, puesto que el volumen escurrido para 5 años es de 307,648 m³.

Esta situación pudiera presentar peligro a las viviendas sobre su lado oeste, clasificándose como de riesgo bajo debido a que es una zona con bajo desarrollo libre en su entorno inmediato, como se observa en la Figura VI.7.3.4.(26) a continuación:

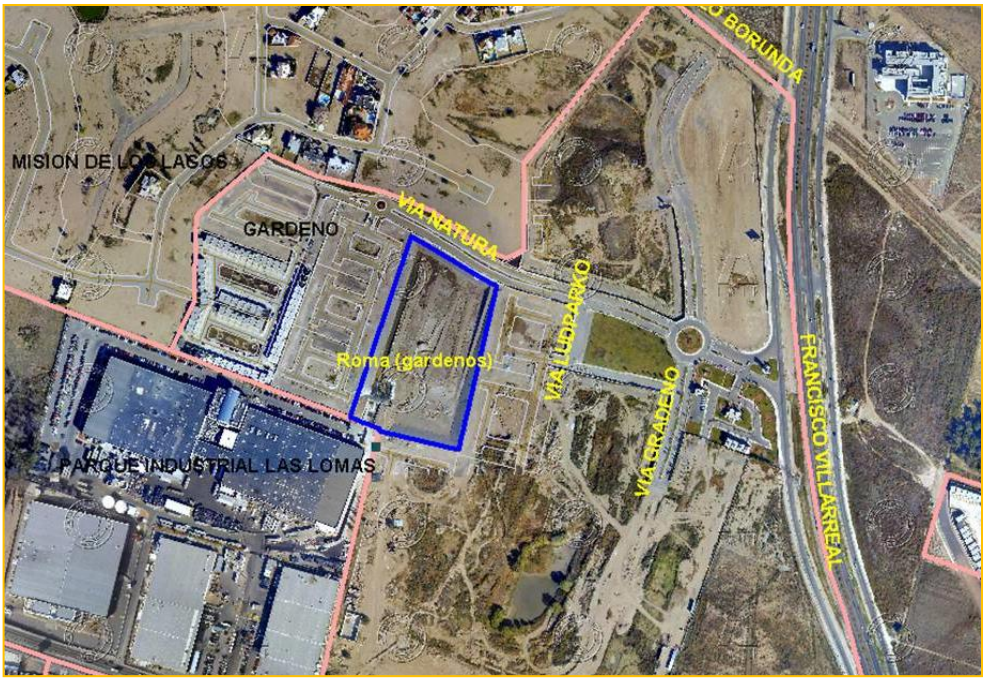


Figura VI.7.3.4.(26). Ubicación del Vaso de regulación Gardeno

Estructuras de Zona VIII – El Barreal

En esta zona se construyeron varios vasos de captación de agua pluvial, los cuales fueron denominados como Charly, Km 28, Fluorex, Santa Elena I y Santa Elena II. De acuerdo a la revisión del personal Técnico de la Comisión Nacional del Agua, estas estructuras pluviales tienen los siguientes problemas:

1. Se construyeron con bordos sin compactación y material inadecuado, motivo por el cual se registran problemas de erosión y deslizamiento de tierra.
2. Las obras de excedencias son de concreto simple o mampostería apoyada en material suelto, por lo que ya presentan movimientos o desplazamientos y por ende desprendimiento entre losas.
3. No existen obras de encauzamiento aguas abajo de los vasos
4. No cuentan con la capacidad suficiente, motivo por el cual se presentan desbordamientos aguas arriba de los mismos.
5. No se elaboró un estudio hidrológico para determinar los gastos a captar como tampoco cuenta con proyecto de ingeniería, para validar las memorias de cálculo estructural, su dimensionamiento, etc., por lo que se ha recomendado su eliminación y construcción de nuevo, tomando en cuenta los lineamientos técnicos y aprobación por la Comisión Nacional del Agua, tal como lo establece la normatividad del Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial para la ciudad.

Por lo anterior, la Comisión Nacional del Agua, concluye que estos vasos reguladores son de alto riesgo de falla y que no cumplen con los requisitos mínimo de ingeniería especializada que requiere cualquier obra hidráulica y por tal motivo se recomienda ponerlos fuera de servicio a fin de proteger a la población que se ubica aguas abajo de las mismas.

Aunado a esto, cabe señalar que el punto bajo de la cuenca ha sido urbanizado desde la primera mitad de la década de los 2000.

A continuación se hace una breve descripción de las estructuras actuales:

Dique Fluorex

Ubicado en la colonia Valle Dorado II, es un bordo construido con materiales térreos (limo-arcilloso). Las calles más cercanas al lugar se identifican con la cercanía a las calles Durazno, Acámbaro y Avenida Panamericana. Esta colonia es considerada por el Plan de Desarrollo Urbano como de baja densidad para uso industrial de alto riesgo (PDU 2010) por lo que su crecimiento es bajo, los terrenos aguas abajo del dique ese encuentran prácticamente libres. Mediante fotografía aérea (ver Figura VI.7.3.4.(26) se puede visualizar que los escurrimientos tienen una dirección hacia el Nor-oriente. Debido a lo plano del sitio y la constitución del suelo, da lugar a una zona de inundación sobre el lado poniente de la carretera Panamericana, sitio donde se ubica la empresa Fluorex, de la cual toma su nombre.



Figura VI.7.3.4.(26). Ubicación del Dique Fluorex en el Fraccionamiento Sta. Elena y Valle Dorado II. (Fuente IMIP-2010)

Los flujos que llegan hasta esta estructura provienen de la parte alta de la cuenca del Barreal conocida como Sta. Elena, con dos diques localizados sobre el flujo principal, mismos que se encuentran completamente faltos de capacidad de almacenamiento para regular los gastos que deben llegar hasta este vaso Fluorex, tal como ha sido demostrado mediante el análisis hidrológico e hidráulico realizado. Los resultados demuestran que su capacidad está muy por abajo de los requerimientos para recibir una lluvia con período de retorno de 5 años, lo que en condiciones actuales equivale a un volumen de 50,340 m³, cantidad muy superior a los

7,471 m³ que es capaz de almacenar, lo que clasifica esta estructura, como de alto riesgo, dado que presenta características de desbordamiento para cualquier período de precipitación.

Los volúmenes descargados o vertidos por este vaso Fluorex, finalmente llegan hasta la zona baja urbanizada, la cual cuenta con un importante número de fraccionamientos. En las fotos VI.7.3.4.(3) y (4) se muestran imágenes del colapso que sufrió la estructura en julio del 2008.



Fotos VI.7.3.4.(3) y (4) Condiciones del Dique Fluorex en Julio 2008
(Fuente IMIP-2010)

Dique Santa Elena 1

Este dique forma parte de las estructuras de control pluvial construidas para regular los gastos de la parte alta de la cuenca del Barreal. Consiste en un bordo el cual consta de un vertedor con salida a la calle Naranjos, se encuentra ubicado entre las calles Almendra y Naranjos ocupando una superficie de 44,872 m² lo que le permite alojar un volumen de 104,340 m³.

Este bordo tiene antecedentes de severos daños en su cortina durante las lluvias que se presentaron en 2005 y 2006, y 2008, según se puede observar en las fotografías (Fotos VI.7.3.4.(5) y (6)), que muestran las condiciones reportadas en el evento de lluvias del mes de Julio del 2008:



Fotos VI.7.3.4.(5) y (6) Condiciones del Dique Santa Elena en Julio del 2008

Se estima que su funcionamiento conlleva un riesgo alto ya que para eventos de precipitación con períodos de retorno de 5 años, se presenta derrame del flujo pluvial por vertedor, afectando la calle de terracería a donde sale y, en el caso de lluvias superiores a TR=25 años (186,556 m³) se presume de desbordamientos por corona que podrían afectar las viviendas que se encuentran en su cercanía, y provocar el colapsamiento del dique Fluorex. En la Figura VI.7.3.4.(27), se puede ver la ubicación de las viviendas asentadas en el área contigua al embalse, que están en riesgo potencial, independientemente del alto riesgo que representa para el Dique Fluorex, como ya se ha mencionado, además del alto nivel de riesgo para la población asentada en la parte baja de la cuenca, la cual ya ha sufrido graves inundaciones debido a las condiciones que presenta esta estructura.

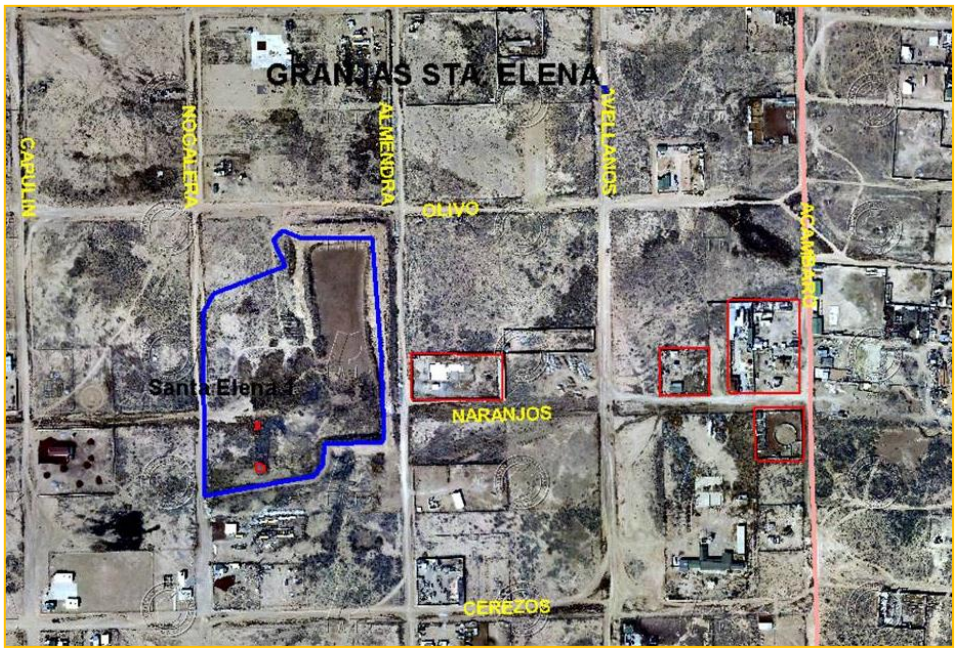


Figura VI.7.3.4.(27). Ubicación del Dique Santa Elena I

Dique Santa Elena II

Los escurrimientos provenientes del arroyo El Barreal desembocan en el dique Santa Elena II, cuya obra consiste en un borde de tierra con estructura de vertedor en su lado sureste que sale a la calle Naranjos.





Fotos VI.7.3.4.(7) y (8) Condiciones del Dique Santa Elena en Julio de 2008
(Fuente IMIP-2010)

En esta calle se han ido consolidando varios asentamientos en ambos lados. Sin embargo la calle está estructurada como una calle canal que hace llegar el flujo pluvial que derrama del este vaso al Dique Santa Elena I. En el curso del trayecto coincide con la bajada de otros afluentes que se suman al cauce o colector principal, y que finalmente se unen en la intersección de las calles Nogalera y Naranjos.

Durante el año 2009, se llevaron a cabo trabajos de excavación con objeto de ampliar su capacidad y reducir el riesgo por desbordamiento en la corona, se estima que tiene una capacidad actual para almacenar hasta 37,273 m³, sin embargo para periodos de retorno de TR=5 años, el almacenamiento máximo en tránsito se considera de 38,579 m³, lo que estará generando un vertido al rebasar la capacidad a nivel de plantilla del vertedor.

Para periodos de retorno mayores a 25 años se espera un probable colapso de la cortina. Por lo anterior se concluye la afectación de predios en la colonia Granjas Santa Elena en el tramo comprendido entre ambos diques y el colapso de los vasos Santa Elena I y Fluorex, como efecto dominó al rebasarse en mucho la capacidad de estas otras estructuras de regulación.

En la Figura VI.7.3.4.(28), se aprecia su ubicación en la parte más alta de la cuenca, lo plano de la zona, lo cual genera una gran cantidad de escurrimientos laminares que finalmente se unen a los afluentes que concurren al cauce principal del arroyo, así como el sitio donde se localiza aguas abajo, el dique Santa Elena I.

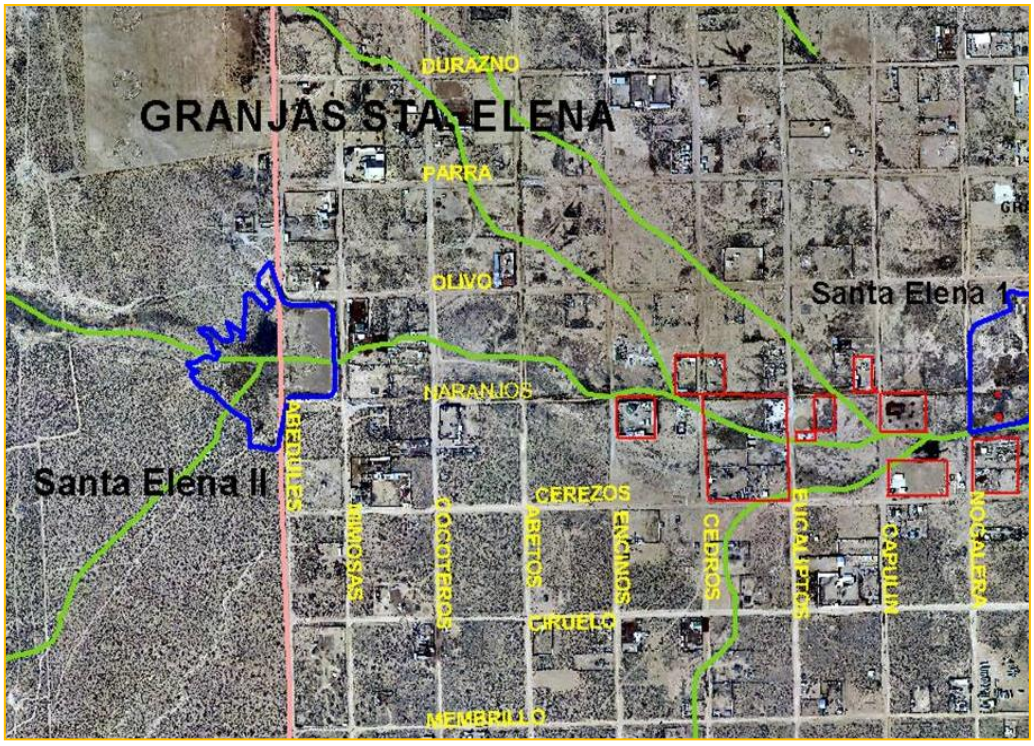


Figura VI.7.3.4.(28). Ubicación del Dique Santa Elena II

Diques Charly I y Charly II

Los diques El Charly I y Charly II, son dos vasos contiguos que fueron construidos para controlar los flujos de la cuenca media de El Barreal, ambas estructuras se ubican en la colonia Valle Dorado II, pertenecen a la Microcuenca ZVIII.1.4., contiguas y separadas por las vías del ferrocarril, en el lado poniente de la carretera Panamericana (México 45). Reciben escurrimientos de 2 arroyos principales que captan los escurrimientos de una vertiente estimada en 7.55 km^2 (Ver Figura VI.7.3.4.(29)), provenientes de una zona prácticamente sin asentamientos, los escurrimientos descargan su caudal al Dique Charly I. Cuando supera el nivel de vertedor, el agua derrama y cruza un puente alcantarilla construido para permitir el paso del ferrocarril, mismo que comunica al dique Charly II.

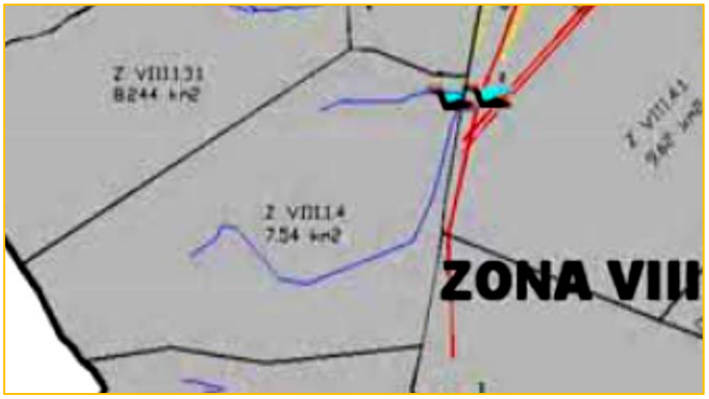


Figura VI.7.3.4.(29) Microcuenca ZVIII.1.4 Vasos Charly I y II, (Fuente PSMAP, IMIP – 2004)

Dichas estructuras sin embargo, debido a su falta de capacidad, las lluvias continuas que se presentaron en el mes de Julio del 2008, ocasionó la destrucción del vertedor del Charly I, daños en la losa de piso de la alcantarilla de cruce que comunica al Charly II y otra obra

secundaria paralela a la vía del ferrocarril que conducía el flujo pluvial desbordando al no alcanzar a llegar al dique, tal como se puede ver en las Fotos VI.7.3.4.(9) y (10).

Esta falta de capacidad de retención y regulación, provocó inundaciones severas en la parte baja de la cuenca, al unirse con los flujos aportados por los vasos Santa Elena I, Santa Elena II, Fluorex y Km 28, afectando los fraccionamientos, Palmas del Sol, Victoria, Las Almeras, Valle del Marques, Terranova y Villas del Sur.



Fotos VI.7.3.4.(9) y (10) Condiciones del Dique Charly en Julio de 2008

Los resultados obtenidos en el análisis de lluvias para cada una de las obras hidráulicas mencionadas indican que su operación es de alto riesgo ya que no tienen la capacidad de almacenamiento suficiente para atender lluvias ni siquiera para períodos de retorno mayores a 5 años, ya que entre las dos estructuras suman una capacidad de almacenamiento de 9,260 m³, contra un volumen escurrido de 58,440 m³ (TR=5 años).

En la figura VI.7.3.4.(30) se puede observar la dirección del flujo en color rojo y el área de influencia al llegar a la zona urbanizada:



Figura VI.7.3.4.(30) Ubicación del Dique Charly I y II, y dirección de los flujos (Fuente IMIP-2010)

Dique Km 28

La vertiente de este dique, ocupa una superficie de 5.85 Km^2, dentro de la cual se incluye el relleno sanitario de la ciudad (Ver Figura VI.7.3.4.(31)). Se estima que en la actualidad los escurrimientos aportan un gasto pico ó máximo de 4.8m3/s, con un escurrimiento total de 64,090m^3 para un periodo de retorno de 5 años, solo una parte se descarga en el Dique del Km 28. La zona actualmente, continúa ocupándose con industria de riesgo, por lo cual se espera contar con modificaciones en su topografía y mayores volúmenes a futuro, de ahí que los cálculos realizados para contener los flujos generados por esta vertiente, de acuerdo a las estimaciones del Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial, se requiere una capacidad de almacenamiento a futuro de 236,610m3, con lo que se evitará que estos volúmenes lleguen hasta la parte baja ya urbanizada.



Figura VI.7.3.4.(31). Localización del Dique Km 28 y Microcuenca Z.VIII.1.5. (Fuente IMIP-PSMAP-2005)

Durante el año 2008, este dique también falló, ocasionando que los volúmenes de escurrimiento de esta microcuenca, llegaran hasta la parte baja, sumándose a los flujos provenientes del resto de la cuenca. Su impacto fue notorio en los fraccionamientos Praderas del Sol y El Mezquital.



Fotos VI.7.3.4.(11) y (12) Condiciones del Dique Km 28 en Julio 2008

De acuerdo a resultados del análisis de lluvias, se tiene que esta estructura tiene una capacidad de 13,600 m³, lo que resulta inferior a la necesidad que se tiene para atender precipitaciones mínimas con periodo de retorno de 5 años (22,750 m³).

La Figura VI.7.3.4.(32) muestra la ubicación de las potenciales zonas de afectación inmediata en caso de no construirse este vaso con la capacidad requerida:



Figura VI.7.3.4.(33). Ubicación de colonias afectadas por escurrimientos del Dique Km 28. (Fuente IMIP-2010)

Cabe señalar que las zonas de afectación para esta estructura están ubicadas en la parte baja de la cuenca, por lo que estos desarrollos habitacionales son también afectados en última instancia por los escurrimientos desfogados por el resto de las estructuras localizadas en la Zona VIII El Barreal. Debido a esta condición, los habitantes de dicho sector se han visto afectados con anegamientos severos en temporadas de lluvia, habiéndose presentado los más severos en el año 2006. Durante esos eventos, los fraccionamientos Villas del Sur, Las Almeras y Palmas del Sol permanecieron inundados por varios días, por lo que fue necesaria la utilización de bombas y camiones cisterna para desalojar el agua de dichos desarrollos habitacionales (Ver Fotos VI.7.3.4. (13) y (14)).



Figuras VI.7.3.4.(13) y (14). Anegamiento en fraccionamientos y uso de camiones cisterna (Fuente: IMIP- 2006)

Producto de estas eventualidades fue construido un bordo de protección en el límite sur poniente de los fraccionamientos Palmas del Sol, Las Almeras y Valle del Marqués, con la

intención de contener los escurrimientos provenientes de la cuenca alta. Sin embargo este bordo es una medida de mitigación temporal, por lo que aun es estrictamente necesario y de carácter urgente, rediseñar las estructuras de regulación existentes de la Zona VIII El Barreal de acuerdo con lo estipulado en el Plan Integral para el Control y Manejo de Agua Pluvial en la Zona Sur de Ciudad Juárez, Chihuahua, elaborado por el gobierno del estado en 2009 y que modifica el la estrategia original de vasos de regulación a Presas o Vasos de almacenamiento.

Capítulo VI. Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad

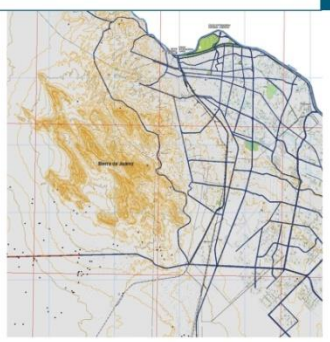
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación ® 2010

CAPÍTULO VII

MEDIDAS DE MITIGACIÓN







Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chih.
Actualización 2010

Capítulo VII Medidas de Mitigación

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

CONTENIDO

VII. Medidas Preventivas para Mitigación de Riesgos 577
VII.1. Acciones de Prevención 577
VII.1.1. Control urbano para mitigación de riesgos geológicos. 577
VII.1.2. Medidas preventivas de peligros geológicos 578
VII.1.2.1. Medidas preventivas en zonas de peligro por fallas y fracturas 579
VII.1.2.2. Medidas preventivas en zonas de peligro por sismos 581
VII.1.2.3. Medidas preventivas en zonas de peligro por erosión 581
VII.1.2.4. Medidas preventivas en zonas de peligro por deslizamientos 582
VII.1.3. Medidas preventivas en zonas de peligro por tsunamis 585
VII.1.4. Medidas preventivas por peligros hidrometeorológicos 585
VII.1.5. Medidas preventivas en zonas de peligro por tormentas eléctricas 586
VII.1.6. Medidas preventivas en zonas de peligro por sequía 587
VII.1.7. Medidas preventivas en zonas de peligro por temperaturas máximas extremas 588
VII.1.8. Medidas preventivas en zonas de peligro por vientos 589
VII.1.8.1. Riesgos por cables derribados por viento 589
VII.1.8.2. Medidas de mitigación en estructuras de anuncios espectaculares 589
VII.1.8.3. Medidas de mitigación de riesgos por árboles caídos 590
VII.1.9. Medidas preventivas en zonas de peligro por inundaciones 590
VII.1.9.1. Medidas de mitigación de riesgos para zonas urbanas inundables 593
VII.1.9.2. Medidas de mitigación de riesgos por arroyos 594
VII.1.9.3. Medidas de mitigación de riesgos con estructuras de regulación 595
VII.1.9.4. Estrategias del PDU-2010 para el manejo de aguas pluviales 599
VII.1.9.5. Estrategia por Cuencas o Zonas Locales 603
VII.1.10. Medidas Preventivas en Zonas de peligro por Heladas 615
VII.1.11. Medidas Preventivas en Zonas de Peligro por Granizadas 616
VII.1.12. Medidas preventivas en zonas de peligro por masas de aire. Nevadas 617
VII.1.13. Atención a emergencias 617

Capítulo VII Medidas de Mitigación

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

VII. Medidas Preventivas para Mitigación de Riesgos

VII.1. Acciones de Prevención

El análisis del peligro natural y su nivel de amenaza en relación con la vulnerabilidad de la población de Ciudad Juárez, permitió establecer los polígonos de riesgo por tipo y peligrosidad, teniendo como resultado un diagnóstico integral en casi todos los elementos detectados como afectables, además de considerar no sólo las condiciones socio-demográficas y socioeconómicas de la población. Todo ello se retoma para establecer las medidas preventivas para mitigación de los peligros y el nivel de riesgo presente.

En primer término, se considera indispensable como medida preventiva la socialización y difusión de este Atlas de Riesgos de origen natural a las dependencias, organismos intermedios, organizaciones de la sociedad civil, universidades y centros de investigación, para que sea utilizado como instrumento rector de la acción, y que en la perspectiva de los funcionarios y agentes gestores del riesgo se cuente con un mismo diagnóstico de la problemática que permita buscar acciones coordinadas para su prevención y mitigación.

También, como estrategia general se plantea la necesidad de recuperar las áreas que están en riesgo no mitigable y regenerarlas ya sea como parques o bien bajo otro contexto, dando solución así a dos problemas principales: 1) Contribuir a disminuir el rezago en áreas verdes que existe en la ciudad, ya que la normatividad local marca, de acuerdo con la cobertura referida por el IMIP en el 2008, un valor requerido de 9.0 m²/ha, y de acuerdo al diagnóstico elaborado por el propio IMIP, solo se cuenta con 5.21 m²/ha de área verde; y 2) La creación de áreas verdes en zonas de riesgo no mitigable previene posibles asentamientos futuros.

La información del riesgo a los propios habitantes para la concientización del mismo es indispensable para el éxito de programas específicos como el de reubicación, una estrategia puede ser a través de folletos que proporcionen información precisa de qué hacer, a dónde y con quién acudir para la prevención del riesgo y en caso de que éste ocurra, atender los procesos de resiliencia, dado que estos deben ser vistos como un resultado de la estrecha interacción individuo- ambiente, donde cada una de estas dos partes juega un papel activo. Es decir, el individuo no debe considerarse un receptor pasivo de los diferentes estímulos, por el contrario se encuentra constantemente modulando la incidencia a estos con su conducta, con ello marca sus efectos en la determinación del carácter de riesgo.

VII.1.1. Control urbano para mitigación de riesgos geológicos.

El Plan de Desarrollo Urbano (2010) contempla en su apartado de riesgos las medidas de mitigación para los desarrollos urbanos que así lo ameritan, así como las medidas de protección y prevención, dependiendo del tipo de infraestructura. En lo que respecta a la condición de superficies idóneas para favorecer asentamientos, también define límites urbanos, dependiendo de su topografía y condiciones propias del entorno natural caracterizado principalmente por condiciones de tipo geológico y de drenaje natural, de ahí que al poniente ha establecido condicionantes de urbanización referidas a la presencia de la Sierra de Juárez, tal como la vialidad periférica Camino Real, la que es considerada como una vialidad de borde, puesto que los procesos de construcción en ésta, implica altas pendientes topográficas, una

alta disección vertical y los constituyentes geológicos propios de la Sierra de Juárez, que en conjunto representan un factor de riesgo para los asentamientos al pie de la sierra y a su interior. Por lo anterior se definió en el Plan de desarrollo Urbano 2010, declarar esta zona con una clasificación de zonificación secundaria, permitiendo solo usos de espacios abiertos y áreas libres, con el propósito de no fomentar la ocupación urbana en la zona colindante. En cuanto a la zona habitacional próxima a esta vialidad, se mantienen densidades de baja intensidad, que van de 20 a 30 viviendas por hectárea.

Establece así mismo derechos de vías para infraestructura y servicios urbanos, otorgando los espacios para la mitigación del riesgo, mediante la distancia que deben ser considerados:

VII.1.1.(1) Servidumbres o Zonas de Protección (Derechos de Vía)		
Tipo	**Habitación/Equipamiento (m)**	**Industria/Servicios/Infraestructura (m)**
Vías férreas	35(2)	30(2)
Gasoducto, poliducto u oleoducto	50(2)	35(2)
Vialidad de acceso controlado	50(2)	
Estaciones de descompresión, rebombeo o control	150(4)	150(4)
Líneas de transmisión aérea de alta tensión CFE	30(2)	30(2)
Industria de bajo riesgo ligeras y medianas	10(1)	
Industria de bajo riesgo pesadas o semi-pesadas	25(1)	
Industrias o depósito de riesgo	variable(1)	variable(1)
Canal de desagüe	20(2)	20(2)
Línea de agua o drenaje	6(2)	6(2)
Acequias principales	16(2)	16(2)
Acequias secundarias	12(2)	12(2)
Talleres de reparación de maquinaria o transporte pesado	30(4)	
Gasolineras (distancia a las bombas)	15(4)	30(4)
Nota 1: La distancia indicada podrá variar en función de los análisis de riesgo que efectúen las autoridades o de los resultados de los estudios de impacto urbano o ambiental que se requieran.		
Nota 2: La distancia indicada se considera a partir del eje hacia ambos lados.		
Nota 3: Estas distancias se toman del programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990-1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de agosto de 1990.		

VII.1.2. Medidas preventivas de peligros geológicos

Una vez que han sido identificados los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos inherentes, es necesario considerar la actualización del plan de contingencia vigente, mediante la participación de las diferentes instancias relacionadas con el tema de los riesgos y de manera especial a la población identificada en riesgo. La Dirección de Protección Civil Municipal como del Estado, deben responder a estos procesos mediante la coordinación para dar una

respuesta oportuna, adecuada y coordinada a las situaciones de emergencia causadas por fenómenos destructivos de origen natural o humano. La organización y coordinación de las dependencias, organismos, personas, acciones y recursos del Municipio responsables de la atención del desastre, con base en la identificación de riesgos, disponibilidad de recursos materiales y humanos, preparación de la comunidad y capacidad de respuesta local.

Como primer medida corresponde a las autoridades promover y difundir la información de los riesgos identificados en este Atlas, tanto a funcionarios de las distintas dependencias involucradas con el tema, así como a la propia población en riesgo donde se les indique qué hacer para prevenir los riesgos y cómo actuar en caso de que ocurra algún evento riesgoso, así como a dónde y con quién acudir en cada situación. Por lo que es indispensable que se fijen los siguientes objetivos:

Objetivos principales

- Establecer las acciones, preventivas y de auxilio destinadas a proteger y salvaguardar a la población, sus bienes y el medio ambiente, de las calamidades que amenacen el territorio Municipal.
- Incorporar, organizar y coordinar la intervención de las dependencias y organismos públicos, privados y sociales, participantes en situaciones de emergencia de acuerdo a la naturaleza de sus funciones.
- Promover la participación de la población ubicada en zonas de riesgo, en labores de Protección Civil, para llevar a cabo su concientización y fomentar una cultura en la materia.
- Establecer el programa permanente de monitoreo de las zonas de alto riesgo identificadas en este plan que incluya estar en constante revisión de las precipitaciones pluviales y detectar movimientos en las laderas y agrietamientos en la superficie, medir directamente el crecimiento de dichas deformaciones y agrietamientos.
- Elaborar planes de manejo específicos para las colonias que presentan niveles de riesgo, de acuerdo al tipo y grado de riesgo que presentan.
- Proponer reforzamiento de estructuras de obras civiles y viviendas.

Riesgos NO Mitigables

En el caso de riesgos no mitigables, los planes de manejo específicos deben considerar:

- Programas integrales de reubicación, esto es que incluyan la participación de financiamientos para vivienda y sectores donde se puedan reubicar y una vez reubicada la población en riesgos no mitigables, esa área se recomienda se regenere como área recreativa, preferentemente parque para evitar futuros asentamientos en la misma.

VII.1.2.1. Medidas preventivas en zonas de peligro por fallas y fracturas

Las medidas de vigilancia permanente en las zonas afectadas por fallas (ver mapa GE-F) son una responsabilidad de la autoridad, la cual debe informar a la población acerca de algunas señales y manifestaciones superficiales, que les permiten percibir a simple vista cuándo se está iniciando o se encuentra en proceso franco de desarrollo algún movimiento de ladera. Cuando esto ocurre hay movimientos o desplazamientos del terreno que se manifiestan a través de la aparición de grietas en la parte superior y en el pie de la ladera; de haber construcciones en el área en movimiento, puede ocurrir el rompimiento gradual y generalizado de muros, pisos y tuberías. Otro rasgo característico es la formación de bloques en diferentes niveles, muy similares a escalonamientos o terrazas. También es de suma importancia informar de la aparición repentina de manantiales o aumento extraordinario del grado de humedad en el terreno.

La presencia de fallas localizadas en la Sierra de Juárez, constituyen un factor de susceptibilidad aún y cuando no existan rasgos evidentes que manifiesten actividad reciente, pero que deberán hacerse del conocimiento de la población para que estén alerta ante posibles cambios u movimientos que se presenten en sus viviendas.

El mapa de densidad lineal de lineamientos mostrado en el plano GE-DFL clasifica las áreas de la ciudad en las cuales confluyen el mayor número de lineamientos geológicos, permitiendo identificar en qué áreas de la ciudad se presentan mayores controles geológicos. Aunque este factor es solo de susceptibilidad ya que solo las fallas orientadas Norte-Sur están activas con ritmos de desplazamiento muy bajos, es importante considerar la presencia de estos lineamientos al autorizar obras de infraestructura en estas áreas, ya que requieren de mayor atención y de estudios geológicos a detalle para evitar que la actividad antrópica se constituya como un factor desencadenante.

La presencia de las fallas de tipo normal orientadas Norte-Sur, como la EFMF, (definida en base a los estudios realizados) indica que esta última tiene un ritmo de desplazamiento no mayor a 0.18 mm por año, que deberá ser considerado para todo tipo de obra civil que se pretenda desarrollar en las zonas por donde dicha falla cruza, al igual que en las zonas de mayor densidad de lineamientos (zona norponiente) debe prestarse especial atención al momento de desarrollar obra civil.

Para el caso de la obra civil vialidad "Camino Real" de acuerdo a los estudios de riesgo si se constituye como un factor de riesgo geológico debido a su cercanía con una serie de fallas localizadas en las estribaciones de la Sierra de Juárez que pudiera decirse corren paralelas y otras la cruzan como es el caso de la falla EFMF, además de los cortes y fracturamientos resultantes de las obras realizadas durante su construcción. Por este motivo se debe tener en cuenta la actividad de las masas objeto de modificación en dicha vialidad, por lo que se recomienda un monitoreo permanente que permita identificar y prever posibles colapsos.

Mirador Hidalgo

El trazo de la vialidad Camino Real, a la altura del Mirador Hidalgo, de acuerdo al análisis de los estudios geotécnicos realizados, observa la confluencia de al menos dos sistemas de fallas importantes, que han sido mapeadas y reportadas por Drewes y Dyer, mostrando que debe ser considerada esta condición como un elemento de juicio para las acciones de

mitigación, de la misma manera es necesario que se incorpore al diseño y ejecución de obra civil para la estabilización de la estructura las condiciones geotécnicas actuantes ya identificadas en los estudios realizados por la Universidad Autónoma de Cd. Juárez.

Mirador Navojoa

En el área localizada al oeste del mirador Navojoa, se observan cárcavas asociadas con la formación de posibles cuñas de deslizamiento. Estos materiales de tipo granular no son nativos y presentan un desplazamiento apreciable por lo que es necesario estabilizar la zona localizada al oeste del mirador Navojoa, y al igual que en el caso del Mirador Hidalgo, es recomendable tomar en cuenta los estudios ya realizados por la UACJ.

Vasos de regulación La Trituradora y Santa Elena I

Las estructuras de regulación para control de flujo pluvial que se encuentran localizadas sobre la falla EFMF, como es el caso de los diques La Trituradora y Santa Elena I, se sugiere que sean monitoreadas en forma permanente para determinar posibles desplazamientos y ser sujetas de estudios de mecánica de suelos a detalle ante cualquier indicio que se manifieste, atendiendo a los lineamientos especificados por CNA en el 2010.

VII.1.2.2. Medidas preventivas en zonas de peligro por sismos

La actividad tectónica del Rio Grande Rift, evidencia la ocurrencia de terremotos no mayor a 3.8 en la escala de Richter (2009). Para atender este riesgo sísmico se recomienda revisar el diseño de obra civil para condiciones de sismo con un valor de aceleración pico del terreno del 16% de la aceleración gravitacional (g).

La actividad sísmica que se registró a partir del 2009 y los últimos eventos presentados en una zona localizada a una distancia media de 150 km al sureste de Cd. Juárez y unos 100 km al este de Villa Ahumada (37 sismos) con magnitud máxima de 4.5 en la escala de Richter, hace notar la importancia de establecer un vínculo con las universidades de UTEP y UACJ, para que a través de estas instituciones se pueda contar con la información relativa a la evolución que pueda seguir a estos procesos, y de ser posible llevar un registro de los mismos, a fin de tomar la medidas de prevención, ante un incremento en la actividad sísmica de la localidad, siendo recomendable establecer nuevos lineamientos y criterios para edificaciones por arriba de 4 niveles.

VII.1.2.3. Medidas preventivas en zonas de peligro por erosión

Este tipo de fenómenos se producen generalmente en esta zona por actividades de origen antropogénico, siendo así que no son reportados en este documento, sin embargo se debe promover y realizar la forestación de las áreas que presentan peligros mitigables de erosión por

lo que es necesario proporcionar información a la población de la situación de riesgo que enfrentan cuando se despalma o elimina la vegetación, así como la recomendación para solicitar asistencia técnica previo a las obras de construcción de las viviendas en terrenos poco aptos, sobre qué hacer y con quién acudir.

Elaborar planes de manejo y programas específicos para las áreas que presentan peligros de erosión no mitigables. Se debe establecer un monitoreo permanente y periódico de las áreas con riesgos altos de erosión para que sea posible aplicar la prevención del desastre. Informar y concientizar a la población que habita áreas de riesgo.

VII.1.2.4. Medidas preventivas en zonas de peligro por deslizamientos

Laderas potencialmente inestables

Las recomendaciones elaboradas por el CENAPRED en el caso de laderas, establece que es necesario dar a conocer a la población que se encuentra en riesgo potencial, algunas de los indicadores de riesgo, tomando como ejemplo las laderas estables, donde los árboles y postes se encuentran en posición vertical. Por el contrario, cuando hay cierta inestabilidad, éstos tienden a inclinarse en el sentido en que se está moviendo la ladera. Otra manifestación es que se presentan abultamientos en las superficies al pie de la ladera, es decir, en la parte inferior.

La mejor medida es que la población esté informada por la autoridad, de cómo reconocer dichas manifestaciones para que estas se den a conocer en el momento en que se empiezan a observar. Para el caso de la autoridad, ésta deberá llevar a cabo las pruebas y análisis correspondientes e informar a la población de los resultados de la dictaminación técnica en caso de encontrarse en situación de riesgo, así como de las medidas preventivas que deben atender, como resultado de la investigación. En tanto la autoridad define las medidas procedentes, la población en riesgo no deberá realizar modificaciones al terreno, evitando hacer excavaciones o cortes en el terreno, así como no retirar la vegetación.

El cruce de información del mapa de topografía, mapa de pendientes y geología, permitió definir las zonas de mayor susceptibilidad a procesos de remoción de masa (ver mapas GE-SPR1, GE-SPR2 y GE-SPR3), donde se concluye que la combinación de litologías de tipo granular y laderas con pendientes mayores a 20 grados, serán los factores condicionantes para que se presente un proceso de remoción de masa. En la protección de este tipo de eventos resulta conveniente que las autoridades restrinjan el desarrollo urbano en terrenos propensos a deslizamientos y/o derrumbes así como al pie de laderas evitando asentamientos en zonas con pendientes mayores a 15º, cuando los materiales que subyacen en el predio a desarrollar no garanticen la estabilidad de la obra a realizar (litologías débiles susceptibles a efectos de intemperización). Asimismo, la edificación en espacios con pendientes mayores a 15^0, solo deberá ser autorizada si se realizan los estudios geotécnicos pertinentes, a fin de garantizar la seguridad de la estructura en su totalidad, la cual deberá ser revisada minuciosamente por la dependencia responsable, como lo es Ingeniería de la Ciudad.

El mapa GE-PDD, define la zona que presenta un mayor potencial de deslizamientos y derrumbes, por lo que se recomienda que las autoridades gubernamentales elaboren

programas especiales de financiamiento y asesoría técnica a los propietarios de viviendas asentadas en laderas propensas a estos peligros, para garantizar que las obras realmente proporcionarán la estabilidad de las construcciones existentes.

En las viviendas que actualmente se encuentran propensas a deslizamientos identificadas en el mapa GE-DD, se sugiere hacer una inspección particular por parte de las dependencias responsables para que dictaminen las condiciones de seguridad que deben adoptarse para prevenir posibles daños a las mismas y proteger la vida de los que las habitan. Las condiciones de seguridad establecidas para viviendas localizadas en zona de lomerío deben respetar una franja mínima de seguridad de 25 m en la base de la ladera[19]; estabilizar la ladera evitando que ésta quede a la intemperie; y conducir los flujos de agua mediante canalizaciones. Cuando estas condiciones no se puedan cumplir será necesario realizar un programa de reubicación de viviendas.

Concientizar y capacitar a la población que se encuentra en zonas con potencial de deslizamiento y derrumbe para que ellos mismos identifiquen y lleven un control de los daños ocasionados a sus viviendas cada vez que se presenta una lluvia, y de esta forma se protejan a sí mismos.

Establecer un sistema de vigilancia especial en las zonas identificadas con susceptibilidad geohidrológica (ver mapa GE-SGH) y susceptibilidad de remoción de masa (mapas SPR1, SPR2 y SPR3) dado que las características que las distinguen, como son pendiente, tipo de suelo e hidrología, podrían ocasionar daños por derrumbes y/o deslizamientos de material poniendo en peligro a las personas y viviendas que aquí se ubican. El nivel de riesgo obtenido para las zonas identificadas representa un indicador de la prioridad que deba prestarse en caso de una contingencia.

La presencia de lluvias y su intensidad será un detonador en las afectaciones por derrumbe que puedan darse especialmente en las zonas identificadas con riesgo por la presencia de una alta densidad de escurrimientos (mapa GE-DLF) como es el caso del Arroyo de las Víboras y Arroyo del Indio..

Las colonias ubicadas en zonas con susceptibilidad de remoción de masa deberán ser sujetas de atención por parte de la dependencia de JMAS para subsanar los desperfectos en líneas de agua potable y drenaje de forma inmediata y se evite modificaciones y/o reblandecimiento del suelo ya que son zonas frágiles a derrumbes y deslizamiento.

Arroyo de las Víboras

Se recomienda la elaboración de un programa especial de geotecnia para identificar a detalle los sitios propensos a estos fenómenos de deslizamiento, para luego establecer las medidas de mitigación y en su caso un plan de contingencias en las zonas identificadas, que presenten mayor susceptibilidad a procesos de remoción de masa (derrumbes y deslizamientos), particularmente en el caso de este arroyo.

[19] Guía para la Identificación Rápida de Peligros Naturales (En zonas urbanas), SEDESOL 2004

Colonia Fronteriza Alta

Los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad de taludes en la colonia Fronteriza, indican que esta presenta condiciones de inseguridad en presencia de lluvias extremas, por lo que resulta conveniente hacer una evaluación especial de esta zona por parte de las autoridades de Protección Civil con el fin de detectar aquellas viviendas que presentan taludes erosionados e inestables que pudieran presentar condiciones de riesgo a los que habitan dichas viviendas. Asimismo, se sugiere alertar a la población y generar las acciones necesarias para evitar posibles derrumbes.

Deslizamientos y derrumbes en Zona de Miradores Camino Real

Debido a la inestabilidad de los taludes en los Miradores Navojoa e Hidalgo sobre el lado poniente de la vialidad Camino Real, se recomienda inhabilitar el carril derecho en el tramo comprendido entre las alcantarillas de cruce de dicha vialidad localizadas en las coordenadas UTM X,Y (354,349.500, 3,510,146.800) y (355,311.60, 3,509,719.00), con el fin de proteger a los guiadores que circulan en dicha vialidad, hasta en tanto se den las acciones para otorgarles la estabilidad requerida.

Las medidas de mitigación respecto al **Mirador Hidalgo** consisten en dos conjuntos de recomendaciones en términos de la urgencia en que deben ser atendidas. En primera instancia, las medidas inmediatas son las siguientes:

- Deshabilitar completamente el acceso al mirador, dado que el edificio geológico se está colapsando en su extremo Suroeste.
- Remover completamente la zona I que marca el estudio correspondiente, ya que una secuencia de eventos desencadenantes (lluvias extremas) podrían ocasionar el colapso definitivo de esta estructura en un intervalo muy corto de tiempo.
- Realizar un análisis de estabilidad de taludes en las Zonas II y III.
- Efectuar pruebas de mecánica de suelos en las Zonas II y III, para dimensionar la reacción de los taludes de Conglomerado Terciario a eventos hidrometeorológicos.
- Aplicar técnicas de estabilización a la Zona II.

En tanto que las recomendaciones de menor impacto en términos de riesgo inmediato, pero también necesarias son las siguientes:

- Realizar un estudio geológico de la zona, incluyendo los cortes de roca localizados al Norte del Mirador Hidalgo, y las zonas de piedemonte en las cuales se ubican colonias populares con una alta densidad poblacional.

  El estudio de riesgo y peligro geológico deberá determinar con mayor precisión lo siguiente:

  - Si el Periférico Camino Real, está localizado en una falla geológica cuaternaria regional.
  - El nivel de riesgo sísmico del Camino Real y de los Taludes aguas abajo del mismo como consecuencia de la presencia de fallas cuaternarias que caracterizan el sistema de apertura continental del Río Bravo (Río Grande Rift),

el cual está ya mostrando evidencia del aumento de actividad sísmica natural alcanzando valores del 40% de aceleración gravitacional en aceleración espectral que implicarían desplazamientos de hasta 10 mm en obras de infraestructura civil. Estos daños estructurales ya se evidenciaron en el evento del 6 de Junio del 2009 en Guadalupe Distrito Bravo, Chihuahua, localizado a solo 100 km de Cd. Juárez, y emplazado geológicamente el mismo sistema (Río Grande Rift).

- Análisis de unidades lito-estratigráficas, ya que en los cortes localizados en dirección Norte del Mirador Hidalgo se observa la presencia de las mismas lutitas "hojuelosas" que eventualmente podrían reacomodarse y fallar el talud aguas abajo, afectando las colonias Plutarco Elías Calles y Ampliación Plutarco Elías Calles con un total 8,007 habitantes.

Para el **Mirador Navojoa** se recomienda tomar en consideración las siguientes medidas:

- Efectuar un análisis hidrológico con periodo de retorno de 1000 años para generar alternativas hidráulicas que desahoguen los escurrimientos a través de canaletas que protejan los taludes y reduzcan al mínimo el riesgo de falla del talud. El factor de seguridad deberá ser mayor a 1.5.
- Efectuar mecánica de rocas en la base del corte para cuantificar la capacidad de carga de las lutitas identificadas por la geofísica.
- Análisis de estabilidad de taludes en la cara Sur del mirador, donde se observaron grietas y fracturas.
- Efectuar pruebas de mecánica de suelos a lo largo y ancho de la superficie del mirador para determinar:
  - Capacidad de carga del estrato de conglomerado cementado.
  - Permeabilidad y succión negativa de presión de poro en el talud Sur, para diseñar un mecanismo adecuado de estabilización.
- Efectuar un Análisis de Riesgo que cuantifique o dimensione los índices de vulnerabilidad y costo socioeconómico.

VII.1.3. Medidas preventivas en zonas de peligro por tsunamis

No aplica

VII.1.4. Medidas preventivas por peligros hidrometeorológicos

En las áreas de riesgos mitigables es necesario elaborar planes de manejo específico y a una escala micro para identificar las obras prioritarias, de acuerdo con los planteamientos del Plan de Desarrollo Urbano y el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial vigentes, es necesario generar las adecuaciones y elaborar los proyectos como estimar los costos requeridos para la

prevención y mitigación de los riesgos por fenómenos hidrometeorológicos, tomando en cuenta los nuevos estudios y proyectos elaborados por el IMIP.

En las áreas identificadas como de riesgos no mitigables, es decir de alto riesgo, se requiere considerar un programa de reubicación especial, ya que de acuerdo a las encuestas aplicadas para la elaboración del Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Juárez, elaborado en 2005, la población que está en riesgo alto, sí lo percibe y ya ha sufrido los efectos del mismo, sin embargo un alto número de esta población no desea reubicarse, lo que hace más difícil el actuar de la autoridad. El principal problema detectado ha sido la fuerte influencia ejercida por la red social que ha establecido en su entorno al correr del tiempo, al crear prácticas cotidianas arraigadas, tales como cercanía con la escuela, los trayectos al trabajo y a las áreas de esparcimiento o bien la inversión hecha a sus viviendas. La coordinación interinstitucional para la prevención y mitigación de riesgos deberá idear programas para informar a la población a través de los medios de comunicación de las posibles situaciones que enfrentan de riesgo, a la vez que permanecer en alerta para el caso de lluvias extraordinarias. Para la ejecución de planes de contingencia se considera prioritario el desarrollo de simulacros de emergencia, así como capacitación sobre las medidas de autoprotección y primeros auxilios a la población.

En los casos de asentamientos en alto riesgo, se recomienda un programa de reubicación en conjunto, esto es, las familias en riesgo no mitigable deben ser reubicadas, preferentemente dentro de una zona cercana al actual entorno, ya sea que no presente riesgos o que presente riesgos mitigables, debiendo ser apoyada la población a reubicar, con un programa de financiamiento adecuado a su condición socioeconómica, en tanto la zona de riesgo no mitigable es recomendable se transforme en un parque público, para prevenir que se asienten otras familias.

VII.1.5. Medidas preventivas en zonas de peligro por tormentas eléctricas

Aun cuando este tipo de fenómeno en particular no ocasiona daños de manera considerable en la localidad, es importante concientizar e instruir a la población para que tome las medidas pertinentes para protegerse ante estos eventos.

El Centro Nacional de Prevención de desastres[20], recomienda antes de que comience la tormenta, cerrar ventanas y cortinas, quitar ramas o arboles que puedan causar daño durante la tormenta, ya que un rayo puede romper la rama de un árbol y golpear a una persona e incluso, generar una explosión o incendio, estar atento a los avisos de tormentas en los medios de comunicación, y procurar la polarización correcta de las tomacorrientes, incluyendo una tierra física en todo el sistema eléctrico.

Medidas de actuación

Asimismo, es importante que durante la tormenta las personas se alejen de los lugares altos, se aparten de terrenos abiertos, no corran durante la tormenta, se deshagan de todo

[20] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Tormentas Severas, Serie Fascículos, 1ª. Edición, agosto de 2010.*

material metálico, ya que estos resultan buenos conductores eléctricos y pueden provocar daños graves, no resguardarse debajo de árboles, evitar cualquier contacto con cuerpos de agua como ríos, albercas, mar, lagos o cualquier zona mojada. En caso de haber un edificio cercano, intentar llegar a él y refugiarse dentro, de preferencia no internarse en edificios pequeños como chozas, cobertizos, tiendas de campaña entre otros. Apagar los instrumentos de localización y transmisión-recepción portátil y demás aparatos electrodomésticos, ya que sus radiaciones electromagnéticas pueden atraer los rayos.

Dentro del hogar, es conveniente cerrar las puertas y ventanas para evitar las corrientes de aire dentro de la casa, de igual manera, no acercarse a las ventanas para observar la tormenta. Asimismo, se recomienda desconectar todos los aparatos eléctricos y evitar el contacto con el agua. Si por alguna razón se encuentra en el exterior, y está en grupo, es importante dispersarse unos metros y no tenderse por completo en el suelo sino adoptar una posición de cuclillas, de cualquier manera, el mejor sitio para protegerse es dentro de un vehículo con el motor apagado, sin antena de radio y las ventanas cerradas.

VII.1.6. Medidas preventivas en zonas de peligro por sequía

Aunque este fenómeno es poco percibido por la población urbana en Ciudad Juárez, es importante tomar acciones preventivas para afrontarlo. Una de las medidas más importantes es la predicción y todos los métodos para concientizar e informar a la población de la manera más extensa posible, estas acciones se pueden realizar mediante la racionalización del uso del agua y el control estricto de las fuentes de abastecimiento, así como la difusión de medidas planteadas por la autoridad por los diferentes medios de comunicación.

Es preciso hacer mención que la fuente de abastecimiento para la zona urbana en el centro de población de Ciudad Juárez, es proveniente de aguas subterráneas, siendo el Bolsón del Hueco la principal fuente utilizada, misma que ya se encuentra en completo estado de sobreexplotación. No obstante que en la ciudad no se sienten en gran medida los efectos de este fenómeno, las personas en el campo están siempre alertas ante cualquier probabilidad de sequía ya que afecta directamente a sus cultivos y animales. Por lo tanto es importante que las personas en el área sub-urbana y rural estén al tanto de este tipo de fenómeno.

Una medida para minimizar los impactos de la sequía consiste en anticiparse a que se presente, a través del análisis de datos y las predicciones climatológicas por medio de la frecuencia y duración de sequías en el pasado, lo que permite realizar pronósticos para alertar a la población y así poder implementar las medidas de mitigación.

Dentro de las medidas que pueden ayudar a reducir los daños potenciales en la agricultura, se encuentran métodos tales como el cambio y elección optima del uso de la tierra, modificación de la rotación de cultivos, selección lógica de las variedades de plantas, y cambios en las técnicas agrícolas utilizadas. Por otro lado, en el área urbana y para la población en general en un momento de sequía, se recomiendan las siguientes medidas: ahorrar agua, revisar el estado de las tuberías y llaves para evitar fugas, cerrar ligeramente las llaves de paso para disminuir el gasto de agua que sale por las llaves, almacenar agua y líquidos sustituibles como agua mineral, jugos, etc., consumir el mínimo de agua al momento de limpiar la casa o lavar los platos.

Cuando se presenta este tipo de fenómeno, es aconsejable mantenerse al tanto de los cambios climáticos tanto con las autoridades como en todos los medios de comunicación y centros de información de este tipo de fenómeno, así como evitar ejercicios que produzcan fatiga o sudoración, cuidarse los ojos y mantenerlos humectados ya que estos se ven afectados con el clima seco, procurar beber agua purificada o de lo contrario hervirla durante 15 minutos, de igual manera se recomienda prestar especial atención al estado de los alimentos. En general, la sequía es un fenómeno muy complejo, y se requiere de una coordinación y organización minuciosa entre las partes que la estudian, los que coordinan y de comunicación para combatir su impacto.

VII.1.7. Medidas preventivas en zonas de peligro por temperaturas máximas extremas

Ante este fenómeno, se recomienda principalmente tomar abundantes líquidos y protegerse del sol; es importante buscar sitios con sombra para evitar golpes de calor. De igual manera, hay que evitar los trabajos que implican una larga exposición a los rayos del sol, especialmente en las horas más calurosas, en caso de que sea necesario trabajar, se sugiere cubrir la cabeza, beber agua con frecuencia y tratar de protegerse mediante sombrillas, lonas, carpas etc.

En lo posible, evitar consumir grandes cantidades de alimentos grasos y aumentar la ingesta de ensaladas de frutas y verduras para reponer las sales minerales que se pierden con el sudor. Igualmente si se sienten calambres es recomendable tomar bebidas isotónicas para reponer las sales minerales; este tipo de bebidas se puede preparar con 1 litro de agua y una cucharada de sal con un poco de limón.

Otra medida importante a tomar en cuenta es el tipo de vestimenta utilizada para este tipo de clima, la cual debe ser ligera, cómoda y que permita la transpiración del cuerpo, adicionalmente se puede utilizar algún sombrero para proteger la cabeza y calzado cómodo y fresco.

Dentro de la casa se debe tratar de evitar la entrada del sol y el calor, y situar ventiladores o aires acondicionados para mitigar los efectos del calor; se debe poner especial atención en los niños y personas de la tercera edad, ya que estos dos grupos son los más propensos a sufrir los efectos de este tipo de clima.

Es importante evitar esfuerzos físicos o actividades deportivas que generen intenso sudor; en caso de realizarlos, lo más recomendable es aprovechar la primera o la última hora del día, cuando la temperatura ha descendido un poco y los rayos del sol ya no tienen los efectos negativos que pueden producir durante el día.

Por último, es importante estar alerta ante cualquier signo de malestar y acudir al médico o centro de salud inmediatamente; de igual manera, extremar precauciones, beber agua constantemente y no confiarse en exceso ya que con el extremo calor se altera el organismo y se puede llegar a sentir menos sed de la que se tiene, lo cual puede generar deshidratación.

VII.1.8. Medidas preventivas en zonas de peligro por vientos

VII.1.8.1. Riesgos por cables derribados por viento

En este apartado se proporcionan las medidas de mitigación para los riesgos que presentaron una mayor incidencia, de acuerdo con la identificación de peligros hidrometeorológicos; el evento con mayor incidencia registrada fue el de “cables derribados”. Esta infraestructura pertenece al sector de servicios, por lo que las autoridades, deben establecer lineamientos o reglamentos municipales en materia de construcción y desarrollo urbano, con el fin de evitar que este tipo de desperfectos se sigan generando. Por lo que es necesario que las instancias involucradas definan la condiciones técnicas particulares en lo que se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de Redes Subterráneas de Alta, Media y Baja Tensión, así como los servicios de televisión por cable y cualquier otro que utilice líneas de tendido aéreo, los cuales deben garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

Para este concepto, se sugiere incluir en el Reglamento de Construcción, los lineamientos técnicos respectivos.

VII.1.8.2. Medidas de mitigación en estructuras de anuncios espectaculares

Se recomienda que las autoridades competentes, para el caso la administración municipal, lleven a cabo un censo detallado periódico de cada uno de los anuncios espectaculares existentes en la localidad, incluyendo para cada uno de ellos la memoria de cálculo de la estructura, a fin de conocer las condiciones y exigencias estructurales contempladas para su diseño, teniendo como requerimientos mínimos aquellos contemplados por el *Reglamento de Construcción para el Municipio de Juárez, Chihuahua*. Asimismo, es necesario que se realicen diagnósticos periódicos de las condiciones que guarda cada estructura revisando las memorias de cálculo de anuncios espectaculares nuevos, *antes de que éstos sean construidos y/o emplazados*. Después de dicho censo, es necesario que sean retirados todos aquellos anuncios espectaculares, que de acuerdo con los criterios de revisión de los peritos responsables, presenten riesgo de falla por mal diseño o fatiga estructural.

Se recomienda que el censo de las estructuras deba ser realizado de manera periódica, como mínimo anualmente, con la intención de monitorear el estado de deterioro de los materiales de construcción con los que fue construido cada anuncio panorámico. De presentarse un evento de fuertes vientos antes de que un anuncio en condiciones deficientes detectado sea retirado, será necesario que la autoridad lleve a cabo acciones de prevención de accidentes que afecten a la población, tales como emitir una alerta de peligro, y monitorear el

comportamiento de la estructura para, de ser necesario, adoptar medidas más enérgicas, tales como evitar el tráfico en las vialidades que pudieran verse afectadas de presentarse el colapso del anuncio y evacuar temporalmente a la población ubicada en el radio de afectación de la estructura. Una de las medidas que es recomendable tomar es la de establecer la obligatoriedad de exigir la firma del perito responsable y fianza para en caso dado se responda por los daños.

VII.1.8.3. Medidas de mitigación de riesgos por árboles caídos

Para la mitigación de este riesgo, es necesario que las autoridades municipales, a través de la dirección competente, lleve a cabo una revisión de árboles en la vía pública y en áreas verdes, tras cuya inspección visual se dictamine el riesgo que puedan representar a causa de algún fenómeno hidrometeorológico o del estado de salud del árbol. Para el monitoreo de árboles dentro de propiedades privadas, es necesario que la administración municipal implemente un programa mediante el cual informe a la población sobre este tipo de riesgo y como identificarlo, de modo tal que el ciudadano sea capaz de detectar árboles que representen una posible afectación a su patrimonio y a las personas, a fin de que los reporte con la autoridad competente.

VII.1.9. Medidas preventivas en zonas de peligro por inundaciones

Actualmente la autoridad local ha definido una serie de propuestas de solución a diversos problemas ocasionados por lluvias extraordinarias. Algunos de los esquemas de solución se han llevado a nivel de anteproyecto, mientras que otros han sido trabajados a nivel de proyecto ejecutivo por el IMIP, por lo que es conveniente se dé una coordinación permanente con esta institución para llevar a cabo las acciones de implementación de proyectos en aquellas zonas en las cuales se ha detectado el peligro o riesgo, y que requieren de la participación del IMIP como instrumento de apoyo técnico.

Se ha instrumentado en el Municipio de Juárez, Chihuahua, el **PLAN SECTORIAL DE MANEJO DE AGUA PLUVIAL (PSMAP-2004)**, como el documento oficial para la planeación y manejo de los escurrimiento pluviales, siendo este el instrumento rector, que define las estrategias y las acciones requeridas para la prevención de desastres y contingencias de alta magnitud que pueden afectar el patrimonio y las actividades económicas de la población por inundación.

El **PSMAP** establece las medidas puntuales para el control de los escurrimientos pluviales y las acciones que requieren ser realizadas para mitigar los problemas generados por lluvias extraordinarias, sin embargo *este documento requiere de su actualización inmediata*, dado que la ciudad ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, habiendo pasado de 22,122 Ha en el 2003 a 30,052 Ha en el 2010, como consecuencia de ello se hace manifiesta la necesidad urgente de actualizar este documento.

La Comisión Nacional del Agua (CNA-2001) plantea recomendaciones generales que es necesario considerar para la mitigación y prevención del riesgo en materia de inundaciones por lluvias extraordinarias o bien por falla de estructuras de regulación de avenidas, estas son:

- Evitar que se incremente el riesgo de falla estructural de las obras existentes de regulación mediante el establecimiento de un programa técnico de vigilancia permanente que procure la conservación, protección y mantenimiento de las mismas, considerando las recomendaciones particulares emitidas en este estudio para cada estructura.
- Diseñar y construir vasos de captación de escurrimientos pluviales, solo cuando así sea necesario, para evitar encharcamientos en la parte plana y baja de Ciudad Juárez.
- Implementar un programa integral que incluya acciones de mejoramiento ecológico y de protección de laderas erosionables de la Sierra de Juárez, con lo cual disminuirá el azolvamiento de la infraestructura.
- Llevar a cabo acciones inmediatas, principalmente en las obras de regulación existente indicadas con la categoría de riesgo alto, para prevenir posibles desastres ante eventos meteorológicos extraordinarios.
- Construir un sistema integral de drenaje pluvial, independiente del sanitario, que permita desfogar sin causar afectaciones tanto por los escurrimientos provenientes de la Sierra de Juárez como los que se generan en la parte plana de la ciudad.
- Evitar la invasión de cauces y arroyos por asentamientos humanos, ya que esta acción propicia la erosión acelerada de laderas y el arrastre de suelos, basura y escombros hacia los vasos de la infraestructura hidráulica de regulación de avenidas.
- Establecer un programa de protección y vigilancia a las obras de regulación existente que evite el azolvamiento con basura, excretas humanas y escombros en cuencas tributarias y vasos, las cuales además de azolvar los cauces, son lavadas por las primeras lluvias y transportadas aguas abajo contaminando el agua de las acequias y los canales del distrito de riego, con serio riesgo para la salud de los trabajadores y de los consumidores de los productos agrícolas. El deterioro de la calidad del agua para riego, limita grandemente su productividad, ya que el incumplimiento de las normas oficiales mexicanas impide su uso en suelos cultivables de alto rendimiento.
- Prohibir la construcción de viviendas e infraestructura urbana sobre las obras de regulación de avenidas y de conducción, ya que su afectación ya sea humana o material incrementan el riesgo de pérdidas de vidas que pudiesen ocurrir en casos de presentarse eventos hidrometeorológicos extraordinarios.
- Efectuar una campaña de concientización ciudadana para evitar la invasión de cauces por asentamientos humanos, basura, escombro e infraestructura urbana.
- Establecer una campaña de construcción de letrinas sanitarias entre la población de los asentamientos irregulares para reducir los índices de fecalismo sobre el suelo, y en los consecuentes problemas de contaminación del aire, agravados

mayormente durante la época de tolvaneras que tanto afectan la población provocándoles una elevada incidencia de males de las vías respiratorias.

- Frenar el crecimiento desordenado de asentamientos humanos hacia las zonas de riesgo (laderas inestables, áreas inundables) o donde se ha identificado que la velocidad del flujo de los escurrimientos por lluvias torrenciales es peligrosa para la población e infraestructura.
- Implementar un programa de reubicación de construcciones alojadas dentro de los límites de los vasos y arroyos para evitar futuras afectaciones.
- Utilizar el apoyo del IMIP, y de las entidades técnicas del Municipio de Juárez para que Protección Civil y otras entidades locales manejen con mayor eficiencia el riesgo ante las inundaciones que se produzcan durante el periodo de la construcción del sistema de regulación de drenaje pluvial que nos ocupa,
- La Autoridad Municipal de Juárez debe evitar la edificación en los derechos de vía de los vasos y arroyos, para proteger y mantener en buenas condiciones la infraestructura de regulación de avenidas, iniciando con la atención a las recomendaciones emitidas en los informes de cada obra inspeccionada, incluidos en este estudio.
- Colocar anuncios en las zonas donde no se proporcionarán servicios públicos a asentamientos humanos irregulares para abatir el incremento de pobladores en zonas de riesgo y disminuir los problemas correlativos.
- Procurar que prevalezca una sinergia plena de coordinación de esfuerzos entre las diversas instancias de la autoridad municipal y de la estatal, durante la realización de los estudios de detalle y durante la ejecución de la construcción parcial o total del Sistema Integral de Regulación y Conducción Pluvial de Juárez. Las dependencias involucradas son principalmente el Instituto Municipal de Investigación y Planeación, la Comisión Nacional del Agua, Obras Públicas, Desarrollo Urbano, Protección Civil, Asentamientos Humanos, la JMAS del Ayuntamiento de Juárez, la CILA y la Iniciativa Privada.
- Conocer y aprovechar la experiencia para solucionar la problemática similar que tiene la ciudad vecina de El Paso, Texas, principalmente en cuanto a rehabilitación de estructuras, así como la utilización y aprovechamiento de escurrimientos y de recarga del acuífero.
- La propuesta incluida en este estudio ayudará a construir un sistema integral de drenaje pluvial, independiente del sanitario, que permite desfogar sin peligro alguno tanto los escurrimientos provenientes de la Sierra de Juárez como los de la parte plana de la ciudad. Para ello es importante que las descargas se realicen directamente al Río Bravo en la forma más directa posible. El sistema debe contar con las obras hidráulicas necesarias para evitar encharcamientos en partes bajas o en pasos a desnivel de la ciudad.
- Es muy recomendable que para la siguiente fase de trabajos relacionados con el proyecto y la ejecución de obra se realicen previamente estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos, siempre en forma integral y detallada, de toda la cuenca y su efecto hidráulico en las principales obras de regulación y conducción pluvial de Juárez, mismas que deberán construirse a la brevedad posible.

VII.1.9.1. Medidas de mitigación de riesgos para zonas urbanas inundables

El IMIP ha elaborado una serie de proyectos para dar solución a inundaciones en diversas vialidades de la localidad. La propuesta de solución depende de la génesis del anegamiento. En los casos de inundaciones en puntos bajos de cuencas endorreicas, la solución general consiste en la captación de los flujos mediante bocas de tormenta, conducción hacia predios disponibles donde serán construidos vasos de almacenamiento, en los cuales el agua será acumulada mientras se infiltra en el subsuelo mediante pozos de absorción.

Para el caso de inundaciones provocadas por obstrucción de cauces por obras civiles (viviendas, vialidades con rasantes inadecuadas), la propuesta general es librar el obstáculo mediante la canalización del arroyo en el tramo en cuestión, para posteriormente descargar los flujos en un punto aguas abajo.

En la Tabla VII.1.9.1.(1) se enlistan los sitios para los que se elaboró el Proyecto Ejecutivo de Ingeniería, el cual se encuentra disponible para la ejecución inmediata de las obras, las cuales constituyen un factor importante para la mitigación de las inundaciones en partes bajas de la ciudad:

Tabla VII.1.9.1.(1). Listado de proyectos ejecutivos para zonas inundables

Sitio	Propuesta de solución	Proyecto
Insurgentes - Juan Escutia	Bocas de tormenta para captación de flujos. Almacenamiento en vasos (2) e Infiltración.	Estudios Hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de Diversas Obras en Juárez, IMIP, 2009
Eje Vial Juan Gabriel - Aserraderos	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en canal. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Gutiérrez Nájera - Reforma	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en canal. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Oscar Flores - López Mateos	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Zona PRONAF (4 sitios)	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Valentín Fuentes - López Mateos	Conducción en canal hacia dren pluvial "Acequia del Pueblo"	
Fracc. Jardines del Lago	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Blvd. Independencia - Blvd. Zaragoza	Canalización de arroyo "Zaragoza". Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Águilas de Zaragoza	Canalización de arroyo "Patria". Almacenamiento en vaso e Infiltración.	Estudios Hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de Diversas Obras en Juárez, IMIP, 2009
Niños Héroes - Panamá	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Fracc. Fidel Velázquez (7 sitios)	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Av. de la Raza - Valentín Fuentes	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en ducto. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Río Tomochic - Río Candameño	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	Estudios Hidrológicos y Proyectos Ejecutivos de

Gómez Morín - Júpiter	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en canal. Almacenamiento en vaso. Infiltración.	Diversas Obras en Juárez, IMIP, 2010
Gómez Morín - Villarreal Torres	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en ducto. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Triunfo de la República - Fray Junípero S.	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso. Infiltración.	
Parque Industrial Río Bravo (6 sitios)	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Descarga en dren pluvial existente.	
Carlos Amaya - Fernando Borreguero	Modificación de rasante en Perimetral Carlos Amaya. Descarga en alcantarilla "Eje Vial Juan Gabriel"	
Gómez Morín - Manuel J. Clouthier	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Descarga en dren pluvial "2-A".	
20 de Noviembre - Paraguay	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso. Infiltración.	
Av. de las Torres - Sorgo	Boca de tormenta para captación de flujos. Conducción en ducto. Descarga de arroyo aguas abajo.	
Tepeyac - Gregorio M. Solís	Bocas de tormenta para captación de flujos. Conducción en tubería. Almacenamiento en vaso e Infiltración.	
Blvd. Zaragoza - Aguascalientes	Boca de tormenta para captación de flujos. Conducción en ducto. Descarga de arroyo aguas abajo.	
Av. de los Aztecas - Cemento	Boca de tormenta para captación de flujos. Conducción en ducto. Descarga de arroyo aguas abajo.	

VII.1.9.2. Medidas de mitigación de riesgos por arroyos

La solución general para mitigar riesgos por corrientes intermitentes (arroyos), es la recuperación del cauce natural, proporcionándole una sección hidráulica adecuada para conducir flujos producidos por precipitaciones de periodos de retorno de 100 años y mayores. A su vez, la canalización no debe presentar riesgos para la población asentada cerca o sobre los cauces de los arroyos, sino al contrario, debe ser una solución que mitigue el riesgo. Además, la solución técnica de la problemática debe ir acompañada de elementos de imagen urbana que inviten a la población aledaña a “apropiarse” de la infraestructura, de modo que los habitantes de la zona sean actores importantes en la conservación y mantenimiento de las obras.

Para mitigar los problemas de inundación por caudales conducidos por los arroyos, el IMIP, ha elaborado una serie de proyectos pluviales, mediante la utilización de fondos mixtos del gobierno federal (SEDESOL) y con Fondos Mixtos de la Administración Municipal (FOMIX) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), con ello ha sido posible contar con una serie de proyectos ejecutivos para la canalización de arroyos. Además de arroyos, los proyectos contemplan la adecuación de infraestructura de riego obsoleta, de modo que sea aprovechada como una red de drenaje pluvial. Este es el caso de la Acequia del Pueblo y el Dren 2-A.

La tabla VII.1.9.2.(1) menciona los estudios realizados por el IMIP con alcance de proyecto ejecutivo.

Tabla VII.1.9.2.(1). Listado de proyectos ejecutivos de canalización de arroyos		
Arroyo	**Longitud de canalización (m)**	**Tramo**
Acequia del pueblo	3973.730	Blvd. Bernardo Norzagaray - Río Bravo
El Indio	3234.000	Calle Presa del Calcital - Acequia del Pueblo
Jarudo	12512.32	Sierra de Juarez- Blvd. Zaragoza - Blvd. Oscar Flores
Dren 2-A	12243.842	Blvd. Oscar Flores - Dren Interceptor

Adicionalmente, el IMIP ha trabajado en conjunto con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) en la elaboración de anteproyectos de canalización de los principales arroyos de las cuencas Zona I Anapra y Zona II Centro. La Tabla VII.1.9.2.(2) enlista los ocho arroyos de los que se elaboraron los anteproyectos.

Tabla VII.1.9.2.(2). Listado de anteproyectos de canalización de arroyos		
Arroyo	**Longitud de canalización (m)**	**Tramo**
El Tapo	572.470	Blvd. Bernardo Norzagaray - Río Bravo
El Mimbre	1974.139	Calle Potrillo - Río Bravo
Las Víboras	4792.163	Cortina de alcantarilla Fronteriza - Río Bravo
Colorado	4093.200	Calle Tolcayuca - Calle Hospital
Tiradores	4712.493	Periférico Camino Real - Calle Hospital
Panteón	5649.075	Dique "La Biblia" - Acequia del Pueblo
San Antonio	5597.800	Bordo "Ampliación Palo Chino" - Acequia del Pueblo
Mercado Ornelas	4562.011	Calle Tezontle - Calle Austria y Calle Murcia

De acuerdo con la Tabla VII.1.9.2.(2), se requiere como siguiente paso, continuar con la elaboración de los Proyectos Ejecutivos de Ingeniería, a fin de que dichas obras puedan ser gestionados los fondos para ser construidas y de esta manera lograr la mitigación y prevención del riesgo que representan actualmente dichos arroyos.

VII.1.9.3. Medidas de mitigación de riesgos con estructuras de regulación

Para los casos de estructuras de regulación existentes, la solución general es recuperar su capacidad de almacenamiento original, además de dotarlas de obras complementarias en caso de que no cuenten con ellas (vertedor de demasía, obra de toma y pozos de absorción para el caso de vasos de almacenamiento). Se contempla asimismo la construcción de otras estructuras de regulación en puntos estratégicos en cuencas cuyos escurrimientos representan riesgos a la población asentada cerca o sobre los cauces principales.

Al igual que en el caso de la canalización de arroyos, el IMIP ha desarrollado estudios a nivel anteproyecto para algunos casos y de proyecto ejecutivo para otros. La Tabla VII.1.9.3.(1) muestra los estudios elaborados por el IMIP, con el alcance de cada uno de ellos.

Tabla VII.1.9.3 (1). Listado de proyectos de estructuras de regulación

Estructura	Tipo de estructura	Afluente	Descripción de la obra	Alcance
Mayas	Dique	Tepeyac	Rehabilitación de estructura	Anteproyecto
Roma	Vaso	Tapioca	Construcción de pozos de absorción dentro del vaso	Anteproyecto
Parque Sierra de Juárez	Dique	El Indio	Construcción de cortina y obras complementarias	Proyecto Ejecutivo
Pantitlán	Dique	Panteón	Rehabilitación de estructura existente	Proyecto Ejecutivo
Revolución	Dique	Revolución	Rehabilitación de estructura existente	Proyecto Ejecutivo
Oasis Revolución	Dique	Jarudo	Rehabilitación de estructura en desuso	Proyecto Ejecutivo
Jarudo	Presa	Jarudo	Construcción de cortina y obras complementarias	Anteproyecto

Adicionalmente a estos proyectos, se propone la construcción de las estructuras planteadas en los esquemas de solución expuestos en los anteproyectos de canalización de arroyos mencionados en el apartado anterior. La Tabla VII.1.9.3 (2) menciona las estructuras propuestas en estos estudios:

Tabla VII.1.9.3 (2). Listado de estructuras de regulación propuestas

Estructura	Tipo de estructura	Afluente	Descripción de la obra
Víboras 1	Presa	Víboras	Construcción de cortina y obras complementarias
Víboras 2	Presa	Víboras	Construcción de cortina y obras complementarias
Filtros 1	Presa	Víboras	Construcción de cortina y obras complementarias
Tapo 1	Vaso	El Tapo	Adecuación de excavación existente
Tapo 2	Vaso	El Tapo	Adecuación de excavación existente
Tapo 3	Vaso	El Tapo	Adecuación de excavación existente
Mimbre 1	Vaso	El Mimbre	Adecuación de excavación existente
Mimbre 2	Vaso	El Mimbre	Adecuación de excavación existente
Mimbre 3	Vaso	El Mimbre	Adecuación de excavación existente

Con el objetivo de mitigar los riesgos por inundación a la Zona del Barreal, se desarrollaron las estrategias de mitigación que fueron incorporadas al **Plan de Desarrollo Urbano (PDU - 2010)**, el cual contempla como solución global la captación de los escurrimientos en estructuras de regulación existentes, ubicadas aguas arriba de las áreas destinadas a urbanización; esto requiere de dotar a las obras hidráulicas de control de escurrimientos con una mayor capacidad

de almacenamiento, ya que se contempla que dichas estructuras no descarguen flujos hacia aguas abajo de la cuenca.

En la Tabla VII.1.9.3 (3) se presentan las estructuras incluidas en el estudio, así como la capacidad de almacenamiento propuesta para cada una de ellas.



Tabla VII.1.9.3 (3). Construcción de estructuras de regulación en Zona El Barreal

ID	Estructura	Capacidad necesaria (m^3)
65	Flourex	1,200,000
66	El Charly y "El Charly II"	506,000
68	Santa Elena 2	100,000
69	km 28	376,200
71	Santa Elena 1	60,000

Bordo “El Filtro”

De acuerdo con el “Anteproyecto de encauzamiento del Arroyo Las Víboras”, el dique “Fronteriza” *requiere ser sustituido por otra estructura reguladora, que no puede ser el bordo “El Filtro” por no cumplir con características adecuadas para operar con seguridad*.

Por este motivo, el proyecto propone la construcción de la estructura “Presa Filtros 2”, cuya cortina se ubicaría aproximadamente a 630m aguas arriba de la cortina del bordo actual (Figura VII.1.9.3.(1). La nueva ubicación propuesta corresponde a las coordenadas UTM (X=354281), (Y=3509342).

Figura VII.1.9.3.(1) Ubicación del bordo
El Filtro y nueva ubicación propuesta

Mitigación en Cuencas fuera de la Zona del Barreal

En el caso de las estructuras hidráulicas de regulación pluvial que se ubican en las cuencas Anapra. Centro, Jarudo y Aeropuerto, que de acuerdo a la identificación (Capítulo IV) de riesgos, se identificaron con alto o medio riesgo, y que no cuentan con anteproyectos, proyectos ejecutivos o planes de manejo de agua pluvial, se presentan las medidas de mitigación en la Tabla VII.1.9.3 (4), que permitirán disminuir el riesgo que las estructuras le representan a la población aledaña.

Tabla VII.1.9.3 (4) Medidas de mitigación en estructuras de regulación

ID	Estructura	Medidas de mitigación de riesgos
6	El filtro	Dotar de vertedor para evitar desborde por cortina. Capacidad mínima del vertedor: 2.0 m³/s
8	La Subestación	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
16	Nueva Zelanda	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
17	Isla Marquesa	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
26	Covarrubias	Aumentar capacidad de desfogue de fondo a mínimo 2.5 m³/s
30	Juan M. Ortiz	Remover la tubería de drenaje sanitario instalada dentro de la tubería de defogue de fondo. Recontruir la torre del desfogue. Elevar la altura del nivel de plantilla del vertedor en 50 cm
32	Miguel Ahumada	Retirar la tubería actual y construir una alcantarilla de 2.0 m de ancho y 1.0 de alto
45	Asfalto	Ejecutar la obra del "Proyecto Ejecutivo del Dique Paque Sierra de Juárez"
46	Parque Sierra de Juárez	Ejecutar la obra del "Proyecto Ejecutivo del Dique Paque Sierra de Juárez" Consiste en una cortina de tierra de 13.0 m de altura, desfogue de fondo de Ø=50 cm y vertedor de concreto con capacidad para 48.30 m³/s
54	Central Camionera	Habilitar la estructura como vaso rompepicos, con canal lateral para conducción de flujos producto de lluvias ordinarias
56	Campo Militar	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
57	Ampliación Palo Chino	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
58	Palo de las Flores	Dotar de desfogue de fondo. Se propone tubería de Ø=0.60 m
59	Mirabel	Implementación de un programa de alerta temprana para la evacuación de zonas afectadas en caso de lluvias extraordinarias
70	Eje Vial	Corrección de rasantes en vialidad afectada para evitar anegamientos

En todos los casos de las estructuras mencionadas en la Tabla VII.1.9.3 (4) anterior, las medidas de mitigación deberán plantearse como parte de un proyecto ejecutivo, que incluya al menos los siguientes componentes:

- Antecedentes de la estructura y descripción de la problemática actual
- Estudio hidrológico de la cuenca tributaria de la estructura
- Análisis de funcionamiento hidráulico actual de la estructura
- Descripción de alternativas de solución (mínimo una). Elección de la alternativa a desarrollar
- Análisis hidrológico de la estructura en condiciones de proyecto
- Análisis de funcionamiento hidráulico de la estructura en condiciones de proyecto
- Memorias de cálculo
- Planos de proyecto
- Catálogo de conceptos
- Especificaciones de obra

VII.1.9.4. Estrategias del PDU-2010 para el manejo de aguas pluviales

La experiencia aportada en los últimos años, respecto a la implementación de lineamientos y propuestas estratégicas de planeación, enmarcadas dentro de los instrumentos de aplicación para la administración del desarrollo urbano, tales como el propio PDU de Ciudad Juárez del 2003, el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial (PSMAP-2004) y los Planes Parciales para las nuevas zonas de crecimiento, han permitido avanzar en la creación de infraestructura pluvial, y por lo tanto otorgar a la población de una infraestructura que brinde seguridad a estos nuevos asentamientos.

Si bien es cierto que el avance ha sido importante, también lo es la necesidad de ajustarse a las nuevas condiciones del cambio climático que se vienen experimentando globalmente, situación que durante los años 2006 y 2007, evidenció la vulnerabilidad de la ciudad. La apertura de nuevas áreas al desarrollo ha requerido que se refuercen las medidas de seguridad y sustentabilidad, mediante la exigencia de establecer sitios ex profeso para la construcción de infraestructura que se anticipe a eventos hidrometeorológicos extraordinarios, mediante prácticas correctas de manejo del agua de lluvia.

El concepto de los nuevos esquemas del desarrollo sustentable que habla acerca de ciudades seguras, otorga estrategias que permiten desarrollar un sistema sostenible a largo plazo, involucrando procesos para la pronta puesta en marcha de las obras prioritarias requeridas, para protección de los asentamientos humanos. Para el manejo adecuado del agua de lluvia en la región, se proponen como acciones principales y necesarias las siguientes:

- Existencia dentro de la administración municipal de un departamento especializado en la materia, para el control, manejo y aprovechamiento de las aguas provenientes

de la precipitación pluvial; que dé seguimiento a las propuestas de las acciones urbanas planteadas en los nuevos desarrollos y mantenimiento de la infraestructura existente, con capacidad para supervisar, sancionar y administrar las obras.

- Revisar y actualizar los criterios, lineamientos técnicos, normas y regulaciones, aplicados en proyectos y estudios desarrollados para el manejo, control y aprovechamiento del agua pluvial, dando el mayor énfasis a las estructuras de las cuencas hidrológicas con mayor volumen de escurrimiento y que tienen un alto impacto en las áreas urbanas aguas abajo y representan un grave riesgo para la población asentada en la zona.
- Generar obras necesarias para retener y conducir el agua de lluvia, que satisfagan las condicionantes y requerimientos de diseño de las dependencias o instancias que apoyan la gestión y construcción, considerando las condiciones existentes en el sitio y sus características físicas, tales como: conformación topográfica, condiciones climatológicas y condiciones geológicas del subsuelo, elaborando estudios hidrológicos con los parámetros físicos de la cuenca y el cauce, para obtener los gastos máximos en las estructuras de regulación así como de canalización.
- Manejar la calidad y cantidad del agua de lluvia en su origen o área circunvecina y propiciar los procesos de infiltración o recarga artificial en donde las condiciones propias del subsuelo así lo permitan.
- Colocar estructuras para facilitar el control de los escurrimientos y que coadyuven en la preservación y mejoramiento de la calidad del agua contenida.
- Definir y adquirir las reservas territoriales necesarias para la regularización de obras existentes y construcción de nuevas estructuras para el manejo y control del agua pluvial.
- Desarrollar un programa de mantenimiento de la infraestructura hidráulica pluvial existente que permita la funcionalidad de las mismas en la época de lluvias.
- Crear áreas que permitan doble funcionalidad en diferentes periodos de temporalidad, que cumplan con la función de captación de los escurrimientos pluviales y de espacios recreativos o de esparcimiento para uso de la población.
- Actualizar el Plan Sectorial del Manejo del Agua Pluvial, para incorporar las nuevas áreas sujetas a desarrollo urbano y la actualización de las estrategias para el manejo pluvial en las cuencas hidrológicas que han sufrido modificaciones por el crecimiento de la mancha urbana.
- Los proyectos de desarrollo urbano, requieren de un estricto apego al uso del suelo destinado al control pluvial.
- Es necesario que se lleve a cabo previo a cualquier acción urbana que sea autorizada, la edificación, construcción o adecuación de la infraestructura de control pluvial, en términos de los periodos de retorno que establezca la normatividad de este plan, a fin de garantizar la seguridad de la población.
- El proceso de urbanización debe contemplar como acción primaria, el control de los escurrimientos y el manejo de los volúmenes de agua pluvial. En la elaboración de los proyectos para la infraestructura hidráulica se deberá cumplir con los lineamientos técnicos normativos definidos por la Comisión Nacional del Agua, para

de este modo se facilitar el proceso de gestión y de participación compartida de las instancias gubernamentales para la construcción de las obras.

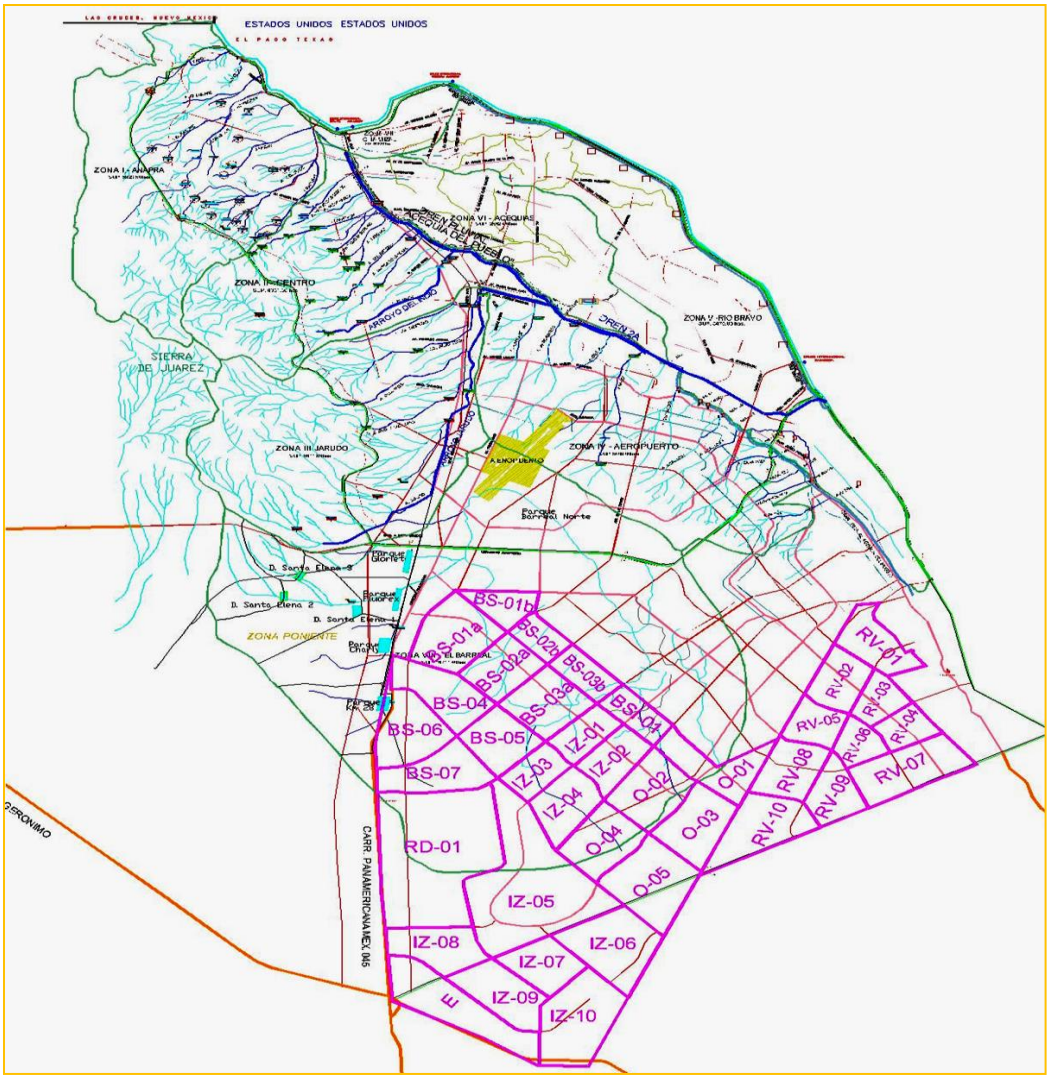
- Además de planear y diseñar las estructuras de conducción, se deberán dimensionar las áreas que recibirán estos flujos, incluyendo programas para su continua operación, mantenimiento y administración, debiendo el particular hacerse cargo de ello, hasta que el municipio reciba el desarrollo.

Acciones, recomendaciones y propuestas a instrumentos de desarrollo basadas en la identificación de riesgos.

En la reciente actualización del PDU de Ciudad Juárez 2010, se incorpora como uso de suelo, la clave **CP** (*control pluvial*), el cual se definió en función de los estudios hidrológicos e hidráulicos para cada una de las cuencas identificadas dentro del centro de población, destinando usos de suelo exclusivos para ser utilizados como espacios para el control de pluvial y con ello mitigar el riesgo por inundación en la ciudad. Este uso se encuentra restringido a cualquier cambio de uso de suelo, así como ninguna modificación que altere la superficie y el uso para instalar la estructura hidráulica requerida en el sector.

La estrategia de mitigación general para el manejo del agua pluvial, se encuentra definida por el **PSMAP** y el **PDU** (2010), complementado por los últimos estudios realizados, tal como el Plan Parcial Umbral del Sol y planes parciales autorizados en la zona Sur y Sur–Oriente de la ciudad, mismos que se denominan **"Zona Barreal–Valle"**; dando como resultado una definición de cuencas fundamentado en los futuros desarrollos urbanos, su topografía y los estudios correspondientes al manejo del agua pluvial en dichos polígonos. A continuación se muestra la estrategia pluvial en la Figura VII.1.9.4.(1) siguiente:

Figura VII.1.9.4.(1) Estrategia general para el manejo del agua pluvial (Fuente IMIP-PDU,2010)



El plano general de estrategia pluvial para la Zona Urbana de Ciudad Juárez se describen los arroyos tributarios identificadas en color cian, los cauces se muestran en azul, los limites de cuenca en verde, y las microcuencas en color magenta para las zonas de nuevo crecimiento. (PSMAP, IMIP, 2004 y de planes parciales de la Zona Sur y Sur-Oriente).

Planeación para el control del agua pluvial

Las alternativas de solución al problema del drenaje pluvial consideradas para la ciudad, y que se encuentran dentro del límite de centro de población, parte de la actualización del PDU 2010, el cual tomó como base los elementos que a continuación se describen y que dan origen a la propuesta de solución de manera general. (La nomenclatura corresponde a la definida en el PSMAP). En la Figura VII.1.9.4.(2) se puede observar al interior de los polígonos, los espacios dedicados a obras de control pluvial (CP's), mismos que se aparecen en color Azul:

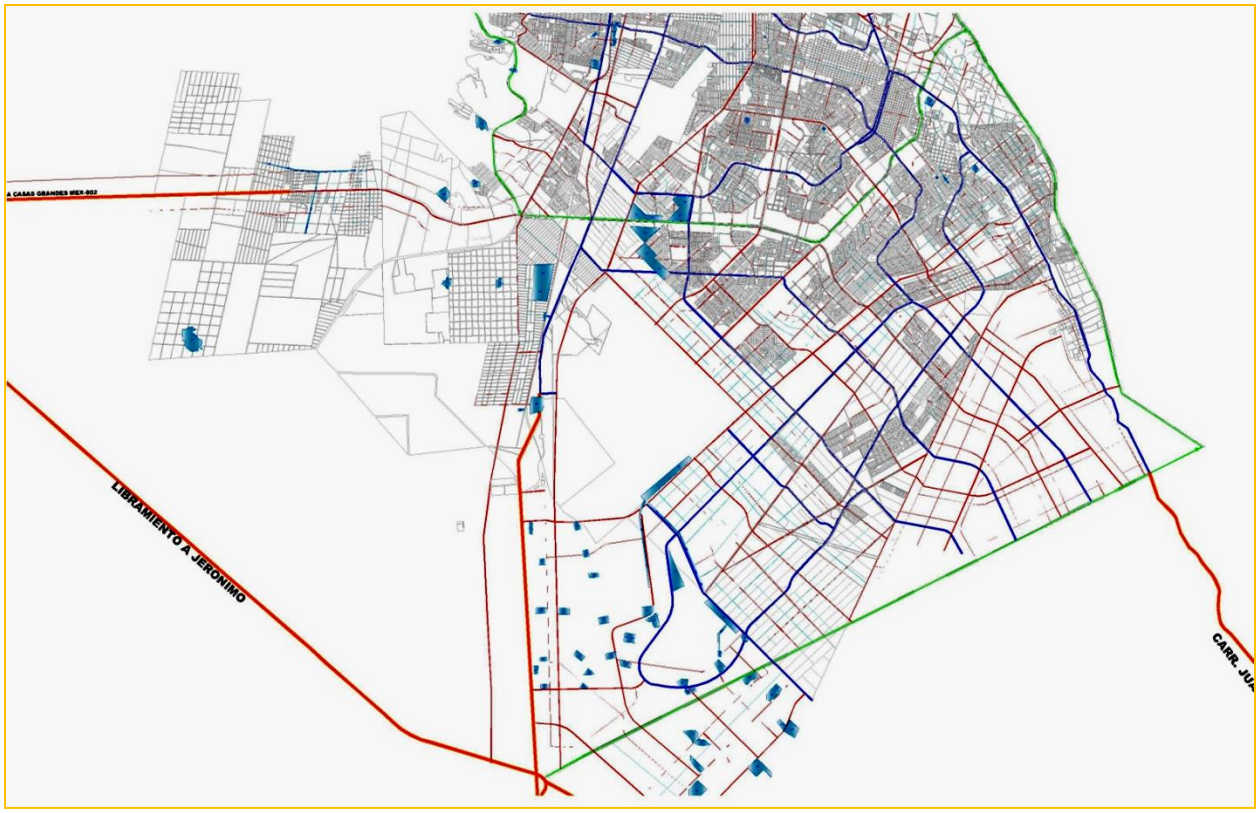


Figura VII.1.9.4.(2) Estrategia general para el manejo del agua pluvial en la Zona Sur de la ciudad (Fuente IMIP-PDU,2010)

Asimismo para cualquier acción urbana, se deberán tomar en cuenta los derechos de vía de cauces y arroyos, así como los predios considerados como parte de la solución integral del manejo del agua pluvial, los cuales son descritos para tal efecto en la carta urbana del PDU.

VII.1.9.5. Estrategia por Cuencas o Zonas Locales

Zona I Anapra.

Para el caso específico de los arroyos comprendidos dentro de la zona I Anapra, tales como: El Tapo, El Mimbre, Las Víboras y Colorado-Tiradores, se tomará el anteproyecto elaborado por la CNA para el desarrollo de los proyectos ejecutivos. Dichos anteproyectos definen las características hidrológicas a detalle de cada una de las sub-cuencas, y las estructuras necesarias para el control de estos escurrimientos. Para el caso de los arroyos Coyotla, Fco. Villa, Altavista, El Mezquite y Jarero, se deberán de elaborar los proyectos correspondientes, por lo que las acciones urbanas se apegarán a lo que ya establece el PSMAP vigente.

Zona II Centro.

Para el caso especifico de los arroyos comprendidos dentro de la zona II Centro, tales como El Panteón-Antiguo Basurero, San Antonio, Mercado Ornelas y El Indio se tomará en cuenta el anteproyecto elaborado por la CNA para el desarrollo de los proyectos ejecutivos. Dichos anteproyectos definen las características hidrológicas a detalle de cada una de las sub-cuencas, y las estructuras necesarias para el control de estos escurrimientos. Para el caso de los arroyos Mariano Escobedo, Monterrey, Tepeyac, Carlos Amaya y Libertad 2-CBTIS, se deberán de elaborar los proyectos correspondientes, por lo que las acciones urbanas se apegarán a lo que ya establece el PSMAP vigente. El caso especifico del arroyo Libertad, éste se incorpora a la cuenca Zona III Jarudo, de acuerdo a los estudios de actualización elaborados a la fecha, por lo cual su estrategia de manejo deberá considerarse para efectos de obras urbanas.

Zona III Jarudo

Se procederá a evaluar los proyectos existentes, generando un replanteamiento para la cuenca alta del arroyo Jarudo. Cualquier acción urbana que se pretenda llevar a cabo dentro de la cuenca alta deberá ser analizada previamente por la autoridad municipal competente, con el fin de que sea congruente con las estrategias de solución del proyecto integral propuesto. Para el caso de la cuenca media y baja se atenderá al proyecto ejecutivo de canalización, debiéndose elaborar los proyectos ejecutivos de las obras de regulación complementarias al proyecto de canalización.

Zona IV Aeropuerto

Para el caso de los arroyos Lomas del Rey, Aeropuerto, Morelia, Tapioca, Arcadas, Salvarcar, Morelos I, Morelos II, Zaragoza, El Papalote, Independencia y Patria se deberán de elaborar los anteproyectos para su canalización así como de las obras de regulación complementarias. Para los nuevos desarrollos urbanos que se generen al interior de esta zona, se requiere la elaboración de planes maestros que contemplen el análisis integral de la sub-cuenca de influencia a fin de que los proyectos contemplen estructuras para captación de flujos con periodos de retorno de 100 años y lluvias consecutivas de acuerdo a un análisis anualizado de precipitación que permitan gastos hidráulicos regulados y una reducción de la velocidad de los mismos.

Dren 2-A

Como parte importante de la solución a los escurrimientos de las cuencas Zona II Centro, Zona III Jarudo y parte de la Zona IV Aeropuerto, se propone continuar y actualizar el estudio integral para canalización del Dren 2-A, que defina la operación y regulación de cauces y arroyos que se incorporarán a esta estructura, que capta, conduce y desaloja toda el agua de lluvia de una vertiente cuyas cuencas hidrológicas representan 136 km² de aportaciones, equivalentes al 60% con respecto a la cuenca general de Ciudad Juárez. Este estudio debe definir la capacidad final del Dren 2-A, su descarga al Río Bravo y los proyectos ejecutivos de

las obras que se requieran, garantizando la seguridad estructural y funcional de las obras de regulación nuevas que se propongan, así como de las existentes que requieran rehabilitación o reconstrucción.

Zona V Río Bravo

Parte del agua pluvial de la zona V, puede ser drenada mediante pequeños canales o sistemas de drenaje pluvial con tuberías hasta espacios donde puedan ser construidos vasos de retención en los cuales puedan ser almacenados e infiltrados estos volúmenes de agua. Se deberá elaborar el proyecto ejecutivo para llevar a cabo la construcción del Dren Pluvial Río Bravo. Los desarrollos urbanos que se generen en el polígono formado al poniente por la Av. de las Industrias, al Norte por el área contigua al Blvd. Juan Pablo II, al Sur por la prolongación de la Av. Tomás Fernández y canal Carranza y al oriente por la prolongación Av. del Desierto, deberán contemplar el desarrollo de planes maestros, cuya superficie no deberá ser menor de 60 Ha, salvo en aquellos casos en los cuales el espacio circundante ya construido, no permita cumplir con el área mínima antes mencionada.

Zona VI Acequias y Zona VII Chamizal

Se dará seguimiento a la estrategia establecida en el apartado correspondiente del PSMAP, apegándose a los lineamientos generales que fija la actualización del PDU.

Zonas de nueva apertura

Las estrategias pluviales involucran la necesidad de trabajar en proyectos y estudios de las nuevas cuencas hidrológicas tales como aquellos que se encuentran sujetos a los escurrimientos del Nor-Poniente que bajan de la Sierra de Juárez, de la Sierra del Presidio en la parte Sur, así como elaborar a detalle las estrategias pluviales para la zona de San Jerónimo y de los poblados del Valle de Juárez, como son San Isidro y Loma Blanca.

Nuevo Desarrollo Sector Nor-Poniente

La nueva zona considerada para el desarrollo en el sector Nor-Poniente de la ciudad, es colindante al oriente con Rancho Anapra y Lomas de Poleo, teniendo como borde al Norte el Límite Internacional, al poniente la Carretera Libramiento San Jerónimo y al Sur los límites con la Sierra de Juárez. Las estrategias a realizar, corresponden a los estudios hidrológicos y proyectos que definan las sub-cuencas y el control de los flujos pluviales.

Las áreas propuestas para planes maestros, deberán tomar en cuenta la normatividad del PSMAP y los lineamientos técnicos respecto a los procesos de infiltración, observando en todo momento periodos de retorno de 100 años y lluvias consecutivas anuales.

Plan Parcial Camino Real Sector Norponiente

Se atenderá a las estrategias de manejo de agua pluvial del Plan Parcial, las cuales serán definidas a detalle en el Plan Maestro de Subzona, que de manera específica, resuelvan el manejo de los escurrimientos y los procesos de conservación y aprovechamiento del agua. Los proyectos atenderán un periodo de retorno de 100 años y lluvias consecutivas de acuerdo a un análisis anualizado de precipitación que permita gastos hidráulicos regulados y una reducción de la velocidad de los mismos.

Plan Parcial San Jerónimo

Se deberá atender a las estrategias generales del PSMAP y las que se indican en el PDU, a fin de actualizar y complementar el Plan Parcial de San Jerónimo. Para el desarrollo urbano en el área normativa del PDU-2010, se contempla realizar los proyectos ejecutivos pluviales para control y manejo sustentable del agua, de manera que se garantice la seguridad de los futuros asentamientos y la conservación del agua, mediante procesos de infiltración al acuífero. Los proyectos atenderán un periodo de retorno de 100 años y lluvias consecutivas de acuerdo a un análisis anualizado de precipitación que permitan gastos hidráulicos regulados y una reducción de la velocidad de los mismos.

Nuevo Desarrollo en Zona Barreal–Valle

Esta zona incluye las superficies normativas de los Planes Parciales: El Barreal-Oriente San Isidro, Oriente Zaragoza, Zona Sur, Lote Bravo, El Mezquital, Sur Poniente, Oriente XXI, Oriente XXI 2ª. Etapa y San Isidro-Zaragoza. En la figura siguiente se muestra esquemáticamente las zonas que conforman el área Barreal – Valle. (Figura VII.1.9.5.(1).

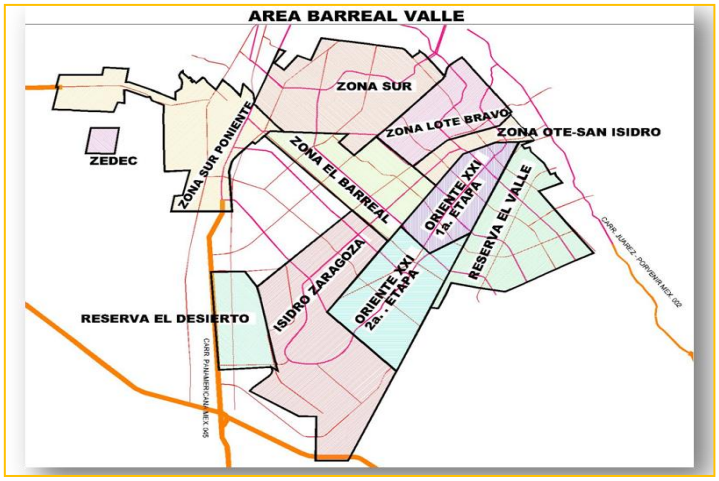


Figura VII.1.9.5.(1). Zonas Normativas Barreal – Valle (Fuente IMIP)

Mitigación para Zonas que conforman el área denominada Barreal–Valle.

Las propuestas de solución se atenderán en tres áreas principales de desarrollo:

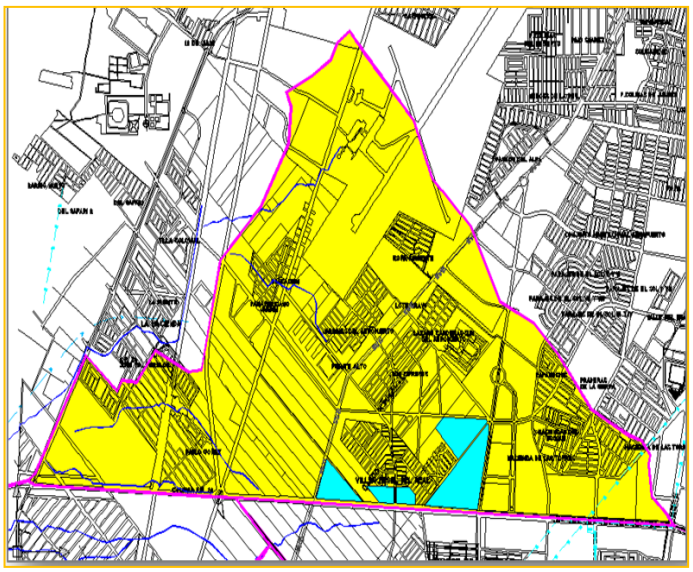
1. Para las áreas con desarrollos urbanos existentes.
2. Área de control de agua pluvial Barreal Santa Elena.
3. Para áreas destinadas a nuevos desarrollos urbanos.

1.- Áreas con desarrollos urbanos existentes.

El planteamiento de estrategias de solución en la cuenca de El Barreal fue dividida en varias sub-cuencas denominadas: Barreal Norte, Barreal Centro, Barreal Poniente (integrada como zona R) y Santa Elena.

Los fraccionamientos existentes ubicados en las cuencas cerradas de la zona Barreal Norte y Centro requieren de recuperar los espacios y obras que reciben y controlan los escurrimientos pluviales (Figura VII.1.9.5.(2)), mediante un censo de todas las estructuras pluviales y su diagnóstico que indique si la capacidad, características físicas, dimensiones y condiciones de operación; son las adecuadas. En este trabajo, deberá incluirse el proyecto de rehabilitación, reconstrucción o ampliación de las obras que así lo requieran y definir los trabajos de operación y mantenimiento para conservar la capacidad necesaria.

Figura VII.1.9.5.(2). Areas susceptibles a captación Pluvial



Los vasos de captación, pozos de absorción, obras de conducción o cualquier otro elemento existente para el manejo del agua pluvial, debe contar con la capacidad de gasto y control del volumen de agua pluvial permanentemente, esto implica un dimensionamiento adecuado, para lluvias consecutivas tomando en cuenta un periodo de retorno de 100 años, para lo cual garantice la eficiencia en el funcionamiento hidráulico y un programa de mantenimiento continúo. En el caso de los pozos de absorción, la profundidad de la estructura de infiltración obedecerá a la localización de un estrato permeable con la suficiente conductividad hidráulica, de modo que la estructura de almacenamiento no sea rebasada.

El área de la cuenca Barreal Norte, tiene superficies que aun no han sido ocupadas por algún tipo de construcción, y para fines de planeación a largo plazo; en donde la sub-cuenca será urbanizada, se requiere conservar dichos predios mínimos necesarios, para construir vasos de captación de agua pluvial.

En la figura anterior VII.1.9.5.(2), se muestra el área de la sub-cuenca hidrológica y algunas de las superficies de terreno ubicadas en la zona más baja, actualmente son áreas inundables y cualquier obra que se considere construir en ellas tendrá alto riesgo de daños por el agua pluvial, también provocará mayores niveles de agua que se acumula extendiendo el riesgo a las obras existentes. Al igual que en la zona del Barreal Norte, la zona del Barreal Centro requiere de acciones similares, que permitan hacer factible una mayor captación y almacenamiento de agua, a fin de evitar inundaciones. En esta área se localiza una gran cantidad de pozos de absorción, algunos de los cuales tienen vaso de almacenamiento. Las condiciones de operación de estos vasos son deficientes, por el exceso de agua que recibieron durante las inundaciones recientes, debiendo ser limpiados y rehabilitados para continuar con una adecuada operación en las próximas temporadas de lluvias. Las obras de control pluvial existentes solo tienen la capacidad para recibir el agua del interior de sus polígonos y no se cuenta con obras de retención de agua en las partes altas y medias de la cuenca que eviten la llegada de grandes volúmenes a los fraccionamientos existentes. Para evitar el ingreso de volúmenes no generados en la cuenca, es necesario preservar el bordo con la altura suficiente para retener el agua proveniente de la zona de Santa Elena y del área denominada Barreal Poniente. Esta obra evitará nuevas inundaciones permitiendo que los vasos y pozos de absorción controlen el agua que se genera únicamente dentro de los fraccionamientos. En la figura VII.1.9.5.(3) siguiente, se muestran estas áreas.

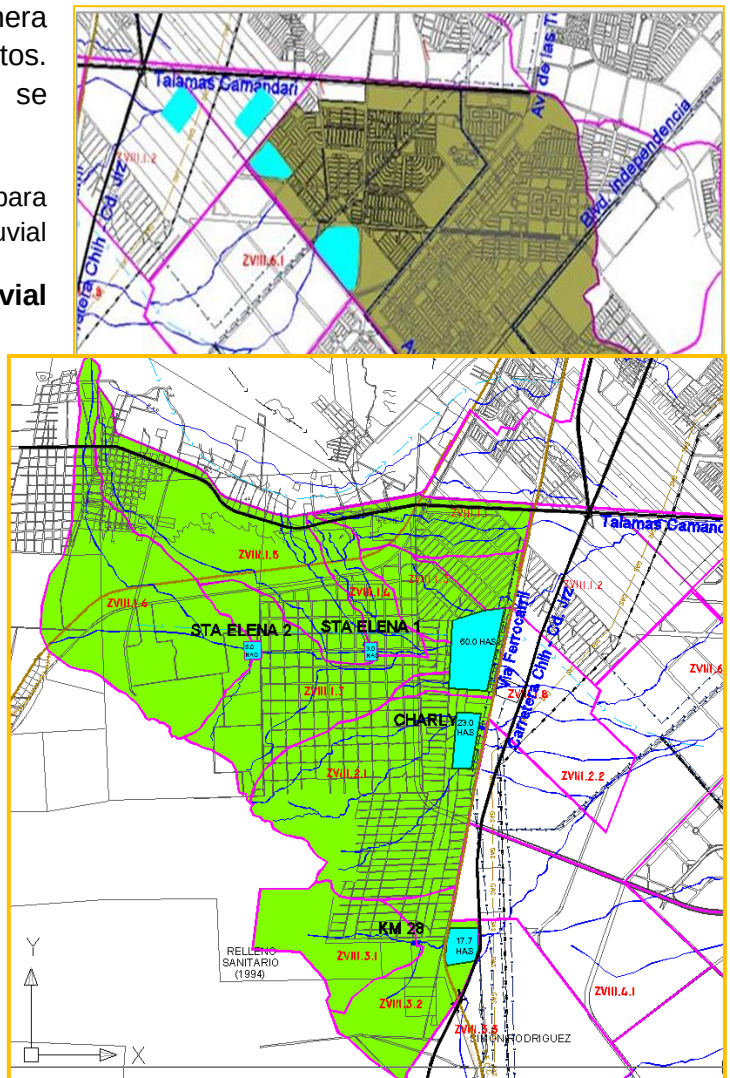


Figura VII.1.9.5.(3). Areas recomendadas para control pluvial

2.- Área de control de agua pluvial Barreal-Santa Elena.

El área identificada como Santa Elena se ubica en el extremo poniente de la cuenca de El Barreal, teniendo como límite oriente la vía del ferrocarril, al Norte la carretera a Casas Grandes y hacia el poniente y Sur el parte-aguas natural de la cuenca. Esta sub-cuenca escurre hacia el área de la sub-cuenca Barreal Poniente y cuenta con estructuras de control pluvial denominadas: Santa Elena 1, Santa Elena 2, Fluorex,

Charly y km 28. Estas estructuras se encuentran limitadas en su capacidad para almacenar y regular los gastos y volúmenes máximos esperados, asimismo, son estructuras que no cumplen con las especificaciones técnicas, por lo que se recomienda tomar en cuenta la normatividad expresada por el PDU (2010) y el PSMAP, y hasta en tanto no se construyan las obras indicadas en estos instrumentos de planeación, se considera que no es recomendable autorizar nuevos asentamientos o desarrollos urbanos, dado que esta zona se encuentra en alto nivel de riesgo por inundaciones, siendo así que es necesario se de cumplimiento en cabalidad a dichas disposiciones de manera urgente.

En la Figura VII.1.9.5.(4). siguiente, se muestra el área correspondiente a la sub-cuenca en su totalidad y las superficies propuestas para la construcción de las estructuras pluviales de captación de agua pluvial. El área de la sub-cuenca es de 28.803 km² (2,880.3 Has), la mayor parte sin urbanizar, encontrando algunas viviendas, granjas y bardas.

Figura VII.1.9.5.(4). Barreal – Santa Elena Estructuras de control propuestas

El control del agua pluvial en esta sub-cuenca de Santa Elena, es indispensable para evitar la acumulación de agua en las sub-cuencas: Barreal Centro y Barreal Poniente, por lo que deberá evitarse todo asentamiento humano en estas 2 sub-cuencas, hasta en tanto se cuente con las obras de regulación y almacenamiento.

De acuerdo a los volúmenes de agua esperados en el área, a la configuración de las cuencas hidrológicas y al tipo de suelo existente en el área, se contempla la construcción de dos estructuras reguladoras y tres estructuras de almacenamiento de agua, con capacidad para retener la totalidad del volumen esperado para tormentas con periodo de retorno de 100 años.

Tabla VII.1.9.5.(1) Estructuras de regulación y almacenamiento en la Zona de El Barreal

ID	Estructura	Capacidad necesaria (m^3)	Superficie Requerida (Ha)
65	Flourex	1,200,000	60
66	El Charly I y "El Charly II"	506,000	23
68	Santa Elena 2	100,000	5
69	km 28	376,200	17.7
71	Santa Elena 1	60,000	3

Los vasos Santa Elena 1 y Santa Elena 2, tienen como función la regulación del gasto máximo y el almacenamiento de una parte del volumen máximo esperado de agua pluvial y los vasos Fluorex, Charly y km 28, son exclusivamente de almacenamiento. Los volúmenes calculados para estas estructuras corresponden a una superficie de suelo no urbanizada, por lo que la cantidad de agua que se espera es menor a la calculada para el resto de las sub-cuencas hidrológicas, en caso de desarrollo en esta superficie, se requerirá de mayor área para el manejo de los escurrimientos debido a la impermeabilización de la superficie a urbanizar. Las

capacidades de almacenamiento de los vasos deberán ser suficientes para contener el agua que se genere durante una tormenta con periodo de retorno de 100 años.

3.- Áreas destinadas a nuevos desarrollos urbanos.

Las propuestas que se presentan son aplicables a todos los nuevos desarrollos urbanos que se ubicarán en las Zonas “R” y “E”, que representan áreas habitacionales y de protección ecológica respectivamente: Zona El Barreal-Oriente San Isidro, Zona Reserva El Valle, Zona Reserva Independencia y Zona Reserva del Desierto. Aún cuando se cuente con algunos Planes Parciales para estas zonas, los criterios que a continuación se describen garantizarán la captación, control y manejo de la totalidad del agua pluvial para lluvias anuales con periodos de retorno de 100 años.

Caso de “El Barreal Poniente”

Es el área comprendida entre la línea recta que forma la Av. Miguel de la Madrid extendida hasta la Av. Talamás Camandari, la vía del ferrocarril que va a la ciudad de Chihuahua y el bordo que se formará con la nueva vía del ferrocarril que dará servicio al parque Industrial donde se ubica Electrolux. La superficie de esta sección es de 4,698.3 Ha, que recibe el agua pluvial proveniente de la zona de Santa Elena y sub-cuencas del km 28 y Charly, estos volúmenes de escurrimiento, se suman a los de su propia superficie y actualmente son contenidos por el bordo en construcción ubicado a lo largo de la Av. Miguel de la Madrid, que evita de momento la inundación en los fraccionamientos localizados entre esta vialidad y la Av. Talamás Camandari, tal como se muestra en la Figura VII.1.9.5.(5). Esta sub-cuenca requiere las estructuras hidráulicas de almacenamiento con las capacidadaes ya indicadas en la Tabla VII.1.9.5.(1) para que puedan darse nuevos asentamientos.

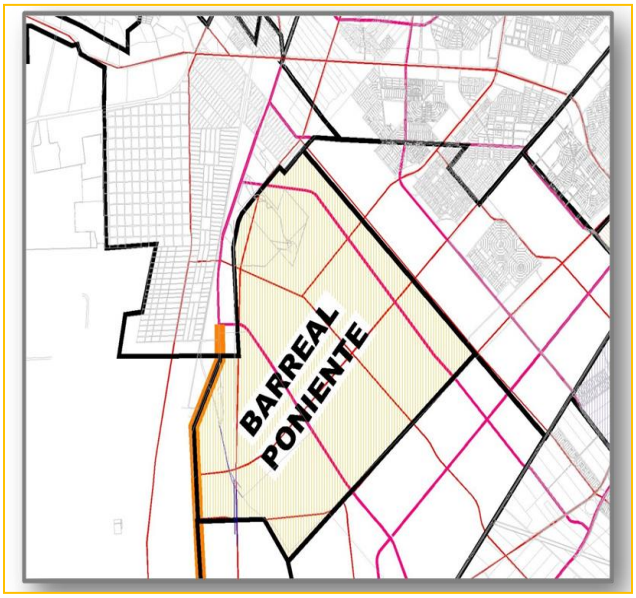


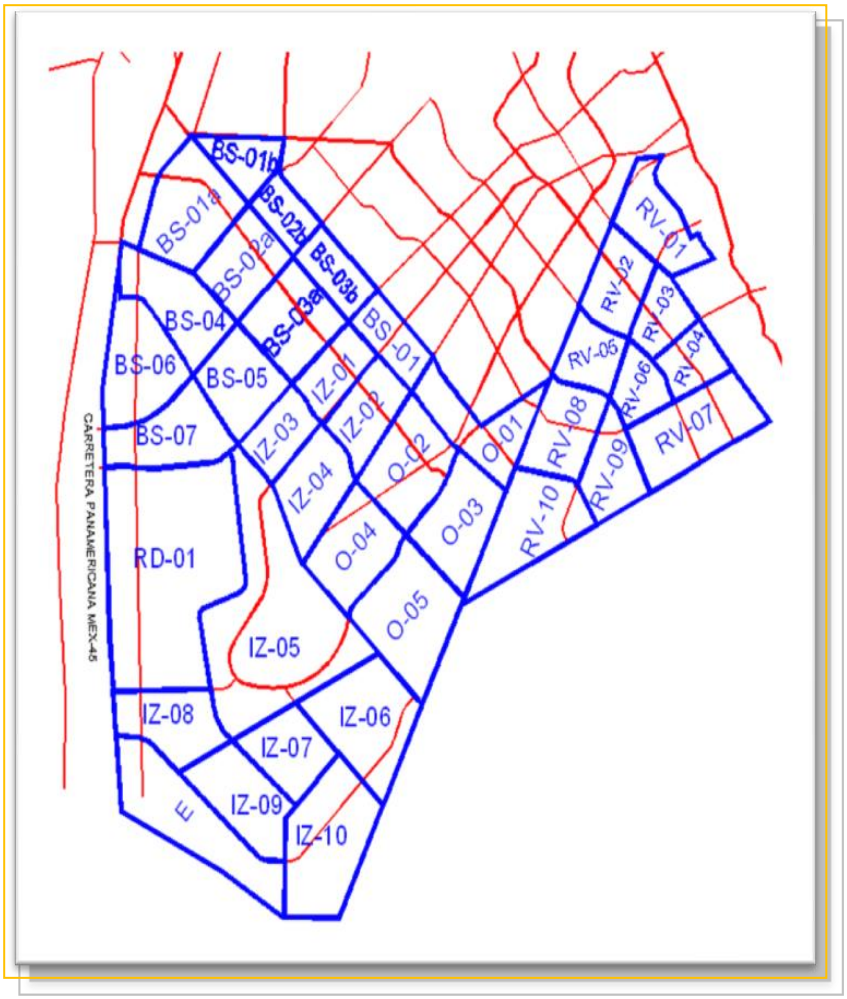
Figura VII.1.9.5.(5). Barreal Poniente

Cuencas Cerradas Zona Sur

Esta zona contemplada como “E”, se incorpora en el PDU, con un uso del tipo “R”, donde para su desarrollo se deberán definir sus criterios a través de la elaboración de un Plan Parcial,

incluyendo las obras y acciones necesarias para lograr un adecuado control de los gastos máximos y volúmenes de agua proveniente de los escurrimientos pluviales. (Figura VII.1.9.5.(6)).

Además deberá tomar en cuenta acciones inmediatas que se indican en el apartado del Barreal Santa Elena e incorporar vialidades – parteaguas, para el control de los escurrimientos al interior de esta sub-cuenca, que deben construirse previo a la urbanización de los nuevos desarrollos.



Definición y criterios de solución

Hidrológicamente estas zonas de estudio están conformadas en su mayoría por un conjunto de cuencas cerradas a las cuales se les identificará como microcuencas hidrológicas. Estas a su vez se subdividen en parte-aguas artificiales definidos por vialidades principales establecidas en la estrategia vial, las cuales deberán ser desplantadas por arriba del nivel del terreno natural.

Figura VII.1.9.5.(6). CUENCAS CERRADAS, NOMENCLATURA DE MICROCUENCAS

Cada microcuenca ha sido identificada de acuerdo al esquema general que se maneja en el PDU, asignando una clave para cada microcuenca, que define su ubicación y el área total de la misma, así como el porcentaje respecto de la superficie total que deberá destinarse para la captación, almacenamiento y manejo de agua pluvial.

La nomenclatura asignada para cada microcuenca es descrita en los correspondientes planes maestros de zona o subzona. A continuación en la tabla Tabla VII.1.9.5.(2)se indican las microcuencas así como la superficie, y el porcentaje de donación pluvial, de acuerdo con la asignación correspondiente, que se describe en la tabla siguiente:

Tabla VII.1.9.5.(2). Microcuencas y porcentajes para control pluvial			
Clave	**Área (Ha)**	**% Pluvial**	**Plan Parcial**
BS-01a	527.433	4 %	Barreal Sur
BS-01b	216.854	2 %	Barreal Sur
BS-02a	365.894	4 %	Barreal Sur
BS-02b	187.109	2 %	Barreal Sur
BS-03a	230.749	4 %	Barreal Sur
BS-03b	439.216	2 %	Barreal Sur
BS-04	446.835	7 %	Barreal Sur
BS-05	377.765	7 %	Barreal Sur
BS-06	501.124	7 %	Barreal Sur
BS-07	441.844	7 %	Barreal Sur
BSI-01	232.456	4 %	Barreal Ote Sn Isidro
E	660.182	7 %	Sin Plan
IZ-01	251.244	4 %	Isidro Zaragoza
IZ-02	310.734	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-03	247.649	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-04	383.101	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-05	1,476.674	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-06	597.979	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-07	341.802	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-08	402.061	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-09	434.455	7 %	Isidro Zaragoza
IZ-10	669.205	7 %	Isidro Zaragoza
O-01	411.437	7 %	Oriente XXI
O-02	470.856	7 %	Oriente XXI
O-03	454.181	7 %	Oriente XXI
O-04	439.493	7 %	Oriente XXI
O-05	620.884	7 %	Oriente XXI
RD-01	1,656.206	7 %	Reserva El Desierto
RV-01	354.968	4 %	Reserva El Valle
RV-02	315.822	4 %	Reserva El Valle
RV-03	218.018	4 %	Reserva El Valle
RV-04	208.768	4 %	Reserva El Valle
RV-05	245.752	4 %	Reserva El Valle
RV-06	201.479	4 %	Reserva El Valle
RV-07	536.981	4 %	Reserva El Valle
RV-08	371.416	4 %	Reserva El Valle
RV-09	301.730	4 %	Reserva El Valle
RV-10	523.390	4 %	Reserva El Valle

Para el desarrollo adecuado y sustentable de estas áreas identificadas como **Microcuencas,** deberán elaborarse **Planes Maestros de Sub-zona,** en donde se contemplará el área para la disposición final de las aguas pluviales generadas por la totalidad de la

microcuenca, para alojar las estructuras destinadas para el control y manejo del agua pluvial, (estructuras de captación, conducciones o canalizaciones, alcantarillas, etc.); el uso del suelo de la misma, una vez definida su ubicación, quedará etiquetado para uso exclusivo de control pluvial, identificándose con el acrónimo “CP”.

Para la elaboración de los Planes Maestros que contemplen la solución pluvial a través de microcuencas que compartan la propiedad, se podrá recurrir a la aplicación del “Reagrupamiento Parcelario” y “de la actuación social, privada y por cooperación” que se establecen en el apartado de “Normatividad” del PDU, así como en los artículos 93, 94, 95 y 96 de la Ley de Desarrollo Urbano vigente para el Estado de Chihuahua y el numeral VII.11 del PSMAP.

Las vialidades primarias, habrán de considerar las pendientes y trazos necesarios para que la totalidad del agua generada en la microcuenca, llegue al área destinada para almacenamiento de agua pluvial hacia el interior de ésta.

La capacidad total de almacenamiento del vaso, será calculada para una acumulación de agua de un año, debiendo realizar un balance entre los volúmenes que entran al vaso por efecto de los escurrimientos pluviales, contra los volúmenes de agua que salen por evaporación, o por cualquier otro sistema que se pueda considerar permanente.

En el caso de microcuencas con superficies para manejo de agua pluvial por abajo del 7%, los sistemas de desalojo serán de alta eficiencia cuyos vasos de almacenamiento cuenten con una profundidad no mayor a 3.5 m, de tal manera que puedan garantizar que el tirante máximo nunca rebasará el nivel de la corona, o que el agua se quede almacenada en las calles, así mismo deberá cumplirse con los lineamientos técnicos normativos del PSMAP, para la infiltración de agua de lluvia al acuífero.

La superficie resultante del 7% destinado para manejo de agua pluvial, podrá adecuarse en zonas de suelos permeables, considerando como porcentaje mínimo el 4%; que es el aceptable para un funcionamiento adecuado del sistema de control, almacenamiento y proceso de infiltración; siendo requisito indispensable demostrar con estudios del subsuelo que el área es susceptible de infiltración. Los vasos de almacenamiento deben contar con una profundidad máxima de 3.5 m, para garantizar la seguridad de la obra y no poner en riesgo los asentamientos humanos.

Deberá cumplirse con los lineamientos técnicos normativos del PSMAP, para la infiltración de agua de lluvia al acuífero.

Para cualquier propuesta de estructura hidráulica deberán obtenerse los gastos de diseño mediante un estudio hidrológico, en el cual se calculen los gastos pico para diferentes periodos de retorno, debiendo seleccionar el correspondiente a 100 años para ser aplicado a los proyectos de captación y conducción de agua pluvial. Así como también los volúmenes escurridos que ingresan al vaso, serán calculados tomando en cuenta la superficie total de la microcuenca, y un periodo anual, cuyas lluvias acumuladas correspondan con un periodo de

100 años, debiendo presentar el funcionamiento hidráulico del vaso de almacenamiento a lo largo de todo el año.

Los vasos de almacenamiento contarán con los siguientes elementos estructurales:

Obra de captación de agua pluvial.- Consiste en la estructura que permite el ingreso de agua al vaso con dimensión adecuada para permitir el libre flujo del gasto máximo calculado en las obras de conducción. Debe contar con el revestimiento necesario para evitar la erosión en los taludes del vaso y el socavamiento por erosión regresiva.

Obra de retención de disipación de energía y retención azolves.- En cada sitio de entrada de agua al vaso de almacenamiento, se construirá una estructura que provoque la reducción de la velocidad del agua y simultáneamente retenga los sólidos flotantes o de arrastre, debiendo contar con las dimensiones necesarias para la acumulación de los mismos y con rampas o elementos adecuados para el retiro de esos materiales y limpieza de la estructura en su conjunto.

Protección de taludes.- Los taludes del vaso deben estar protegidos contra la erosión o deslizamiento de materiales superficiales. La protección puede realizarse mediante cualquier tipo de revestimiento o vegetación menor en taludes ≥2.5:1. En uno de los taludes deberá construirse una rampa de acceso a la plantilla del vaso, que servirá para dar mantenimiento a la estructura pluvial.

Área circundante de transición.- Alrededor del vaso de captación deberá existir una franja o corona de no menor de 5.00 m de ancho, cuya función es la transición entre vialidades y banquetas y el almacenamiento de agua, siendo también una zona de protección y de maniobras para el mantenimiento del vaso. Esta área circundante debe permanecer libre de edificaciones altas y fijas, pudiendo instalarse en ella áreas verdes, estacionamientos o andadores peatonales.

Plantilla del vaso.- Deberá ser terreno natural dejado por la excavación con una pendiente mínima de 0.004 en una sola dirección. La parte más baja del vaso deberá contar con una zona de acumulación de azolves y deberá contar con elementos adecuados para permitir el acceso de vehículos y personal de mantenimiento.

Estructuras de extracción de agua. El vaso podrá contar con estructuras que permitan la instalación de equipo de bombeo para la extracción y aprovechamiento del agua almacenada proveniente de la lluvia. Esta agua puede ser utilizada para riego de áreas verdes, construcción o cualquier otro uso adecuado a la calidad del agua acumulada en el vaso.

Estructuras de infiltración de agua.- En sitio cercano al mismo, no al interior del vaso, podrán ser construidas las estructuras de absorción, las cuales deberán contar con un sistema previo de filtración de agua para retención de sólidos en suspensión. Se debe contar con un diseño adecuado para permitir la operación y limpieza tanto del filtro como de la estructura de infiltración.

Administración, operación y mantenimiento de estructuras pluviales. Todos los desarrollos urbanos donde se construyan obras pluviales, incluyendo los vasos de captación y/o pozos de absorción, deben establecer un programa permanente de operación y mantenimiento integral en donde debe ser incluido el retiro del material depositado por los escurrimientos de agua y del sedimento que se acumula en estas estructuras pluviales, requiriéndose la limpieza necesaria para que dichas estructuras se encuentren en condiciones de operar eficientemente al recibir los flujos de agua provenientes de la lluvia.

VII.1.10. Medidas Preventivas en Zonas de peligro por Heladas

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres[21], se deben tomar medidas previas al fenómeno de la helada como estar pendiente de la información climatológica, y comunicados de las autoridades que se transmitan por los medios de comunicación, informar a las autoridades sobre la localización de personas vulnerables como son indigentes, niños, ancianos, discapacitados o personas en zonas de pobreza extrema.

Asimismo, es conveniente almacenar alimentos y tener medicamentos de uso regular en reserva, así como tener un botiquín de primeros auxilios a la mano y lámpara con baterías de reserva. Durante la helada, es de suma y primordial importancia tener el mayor cuidado posible con los sistemas de calentamiento para que no se respiren gases que intoxiquen a las personas; se recomienda no quedarse dormido con estos sistemas de calentamiento y tener siempre la vivienda ventilada, dejando las ventanas al menos 15 cm abiertas para permitir el paso de aire. De igual manera, se recomienda permanecer resguardo en el interior de la vivienda y procurar salir solamente en caso necesario.

Si la vivienda no fuera lo suficientemente protectora como para brindar resguardo ante un intenso frio, es recomendable acudir a los albergues designados por las Unidades de Protección Civil, así como abrigarse con ropa gruesa y protectora. Es importante protegerse la cabeza y el rostro para evitar la entrada de aire frio a los pulmones. En la noche y madrugada, que es cuando más baja la temperatura, se deben usar suficientes cobijas como protección; de igual forma, no se recomienda dejar velas ni aparatos de calefacción prendidos ya que estos pueden ocasionar un incendio o intoxicación por monóxido.

Si va a salir de un lugar caliente, debe cubrirse la boca y nariz para evitar respirar aire frio, ya que los cambios bruscos de temperatura pueden afectar el sistema respiratorio, igualmente, asegurarse que chimeneas, braseros, calentones, etc. estén correctamente apagados. Es importante cobijar y proteger muy bien principalmente a niños y ancianos, ya que estos son los más susceptibles a cualquier tipo de enfermedad causado por el clima frio.

En caso de ir en el automóvil, se deben preparar algunos artículos en caso de emergencia, como por ejemplo cobertores para protegerse del frio, una manta de color brillante para llamar la atención en caso de que el auto se averíe, cables para pasar corriente eléctrica, lámpara con pilas y pilas de repuesto. Si el auto sufriera alguna descompostura, se debe llamar a los cuerpos de emergencia, colocar la manta de color brillante en la antena y refugiarse dentro del

[21] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Heladas, Serie Fascículos, 1ª. Edición, diciembre de 2001.*

vehículo, cubriendo todo el cuerpo incluyendo la cabeza, se debe encender el motor y la calefacción cada diez minutos y bajar la ventana mientras se hace para que circule el aire.

Asimismo, es importante revisar que los bienes como el vehículo o vivienda se encuentren en buenas condiciones de trabajo para resistir una helada, dentro de los puntos importantes que deben ser considerados para revisión en el vehículo se encuentran; el aceite del motor, el cual cambia dependiendo de lo caliente o frio que se encuentre el motor por lo que hay que asegurarse que se esté usando el aceite adecuado para las condiciones invernales, para el clima con temperaturas menores a cero puede ayudar cambiar a un aceite más fino, otro punto de suma importancia es el anticongelante, el cual además de evitar la corrosión, permite el buen funcionamiento del motor a temperaturas bajo cero, para esto se debe asegurar con un experto que anticongelante es el adecuado para el automóvil y para las bajas temperaturas que se presentan en la ciudad, la capacidad de la batería también se ve reducida con las temperaturas extremas, por lo que habrá que revisar el nivel del fluido y si esta bajo, llenarlo con agua destilada, se deben revisar cables y terminales en busca de fisuras o roturas que hagan falso contacto y sustituirlos en caso de ser necesario.

Las bajas temperaturas pueden causar incidencias en las viviendas, por este motivo se recomienda que si se tienen conducciones de agua o medidores a la intemperie, o susceptibles de sufrir problemas de congelación, se deberán proteger con algún material aislante, como fibra de vidrio o cualquier otro recomendado para esta función.

En caso de congelación, no se deben forzar las llaves de paso, hay que tratar de ubicar el punto afectado y aplicar aire caliente solamente, y una vez resuelto el problema aislar inmediatamente. Este proceso no se deberá llevar a cabo nunca con agua caliente.

Si no se va a hacer uso del agua durante un periodo considerable, una medida de prevención es cerrar la llave de paso y vaciar las tuberías, para que no quede agua en su interior que pueda congelarse y así evitar roturas.

VII.1.11. Medidas Preventivas en Zonas de Peligro por Granizadas

La magnitud de los daños que puede causar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. Cuando el tamaño del granizo es muy grande o la granizada es muy copiosa y viene acompañada de un gran flujo de agua, puede provocar lesiones o poner en riesgo la vida de las personas[22].

En este caso el CENAPRED recomienda permanecer dentro del inmueble alejado de tragaluces y ventanas, especialmente aquellas que son golpeadas directamente por el granizo, si la vivienda tiene techo de lámina, cartón o asbesto, se aconseja refugiarse debajo de una mesa, ya que el granizo puede perforar estos materiales y causar lesiones.

Si se es sorprendido por una tormenta de granizo en el exterior, es importante buscar refugio inmediatamente, si no se puede para el cuerpo entero al menos buscar algo para proteger la cabeza, alejarse de lugares donde la granizada es muy copiosa, no refugiarse debajo de los arboles ya que se pueden desprender algunas ramas, además los arboles altos y aislados son unos de los principales atrayentes de descargas eléctricas.

[22] *Centro Nacional de Prevención de Desastres, Tormentas Severas, Serie Fascículos, 1ª. Edición, agosto de 2010.*

Mientras se está en el automóvil en una tormenta de granizo, se debe evitar conducir en áreas con grandes volúmenes de granizo precipitado, ya que el automóvil podría derrapar; permanecer dentro del vehículo, alejarse de las ventanas de éste y cubrirse los ojos, en la medida de lo posible permanecer en el piso o inclinarse en el asiento dando la espalda a la ventana, en caso de tener niños, se deben colocar debajo de un adulto y cubrir sus ojos.

Si el granizo tuviera un diámetro mayor a 2 cm (tamaño de una uva), se debe dejar de conducir y buscar refugio lo más pronto posible, dentro de una cochera, estacionamiento publico techado o alguna estación de servicio con protección en la parte de superior y no abandonar el vehículo hasta que deje de granizar.

VII.1.12. Medidas preventivas en zonas de peligro por masas de aire. Nevadas

Es importante estar preparados antes de que suceda la nevada, se recomienda escuchar los medios de comunicación para estar al tanto de cuando hay mayores probabilidades de que ocurra un suceso de este tipo y su magnitud, lo cual permite estar prevenidos.

Dentro del hogar, se aconseja tener preparadas linternas con baterías de repuesto, alimentos ricos en calorías, y un botiquín básico para cualquier eventualidad. Asimismo, es recomendable revisar los puntos de entrada de aire y protegerlos con cinta aislante, inspeccionar el estado en que se encuentra el techo de la casa, ya que una estructura débil puede ocasionar un derrumbe por el peso de la nieve, si este es el caso, se aconseja retirar la nieve de la azotea para que esta no se acumule y ocasione algún percance. Si la vivienda fuera de cartón o lámina, es conveniente evacuar y dirigirse a los refugios establecidos por protección civil para un resguardo adecuado.

De igual manera, si se cuenta con árboles en la propiedad, se sugiere revisar el estado en que se encuentran las ramas y que estas no sean demasiado grandes como para acumular nieve sobre ellas y puedan ceder al peso extra que esta aporta, ocasionado así que la rama se desprenda del árbol pudiendo causar un accidente o daños materiales.

En caso de tener que manejar el vehículo en una nevada, es importante revisar el estado en que se encuentran el acumulador, las luces, frenos, llantas, calefacción y contar con el combustible necesario. Asimismo llevar consigo linternas, baterías de repuesto, cadenas, alguna cobija de viaje y la herramienta necesaria para alguna descompostura del automóvil.

Si la nevada es muy intensa y no se puede transitar, se recomienda llamar a los grupos de auxilio y autoridades competentes y esperar dentro del automóvil a que estos lleguen. Es importante encender la calefacción para conseguir calor, y dejar un poco abierta la ventana para ventilar el interior del automóvil y así evitar el envenenamiento por monóxido de carbono, de igual manera es recomendable revisar que la nieve no esté tapando el escape de humo para evitar la intoxicación.

VII.1.13. Atención a emergencias

Todas las zonas identificadas en este atlas, están expuestas a emergencias y desastres de distintos tipos, por lo tanto al riesgo inminente de las familias que se encuentran asentadas en esos sitios. En las estrategias de respuesta y atención de las emergencias los distintos cuerpos encargados de salvaguardar la integridad de la ciudadanía deben contar con planos de rutas y programas especiales para acceder y atender las áreas de difícil acceso, así como de los albergues para movilizar a las familias en riesgo.

Asimismo deberán atender al Plan de Contingencias Local, el cual establece los procedimientos necesarios para movilizar con agilidad y eficacia los recursos existentes según sea el caso. Dicho plan deberá contar primeramente con medidas preventivas para antes de que se lleve a cabo una amenaza, con la finalidad de evitar que se materialice, de igual manera debe contar con el plan de emergencia el cual incluye las medidas de actuación necesarias durante algún evento de riesgo y permite mitigar de la mejor manera dicho acontecimiento. Finalmente es de vital importancia apegarse al plan de recuperación una vez que la amenaza ha sido controlada para restaurar el estado de la situación.

Capítulo VII Medidas de Mitigación

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010







Capítulo VIII Bibliografía

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

CENAPRED. *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. México: CENAPRED, 2001.

CENAPRED. *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*. México: CENAPRED, 2006.

CENAPRED. *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos*. México: CENAPRED, 2006.

Ceperuelo Mallafré, Manel. *Identificación y caracterización del granizo mediante el radar meteorológico. Modelos de predicción del ciclo de vida de las células convectivas* [en línea]. Manelceperuelo.com. Junio, 2008. <http://www.manelceperuelo.com/docs/Ceperuelo_Tesis_Doctoral.pdf?PHPSESSID=qn6aishupnbre54gm70gbj98q1>

Chávez Guillén, Rubén. *Situación actual de los acuíferos en el campo chihuahuense* [en línea]. Agosto, 2010. <http://www.expoagrochihuahua.com/presentaciones/Chavez%20Guillen.pdf>.

Drewes, Harald, Dyer, Russ. *Geological map and structural sections of the Sierra Juarez, Chihuahua, Mexico*. Miscellaneous Investigations Series. U. S. Geological Survey Report: I - 2287. Estados Unidos, 1993.

Drewes, Harald, Dyer, Russ. *Tectonics of the Eastern part of the Cordilleran Orogenic Belt, Chihuahua, New Mexico and Arizona: El Paso, Texas to Tucson, Arizona, June 29 – July 7, 1989*. Washington, D. C.: American Geophysical Union, 1989.

Durán, Diana. *Las sequías como riesgo natural* [en línea]. Ecoportal.net. 25 Abril, 2001. <http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Agua/Las_sequias_como_riesgo_natural>.

Flores Berrones, Raúl, Vangel Histrov, Vassilev, Xiangyue Li Liu. *Geotecnia en ingeniería de presas*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México: IMTA, 2001.

Gallardo Ballat, Yurisbel. *Comportamiento de la Sequía Meteorológica a partir de registros en un pluviómetro* [en línea]. Monografías.com. <http://www.monografias.com/trabajos42/sequia-meteorologica/sequia-meteorologica3.shtml>.

González de Vallejo, Luis, et al. *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2004.

González Valencia, Juan Esteban. *Propuesta Metodológica basada en un Análisis Multicriterio para la Identificación de Zonas de Amenaza por Deslizamientos e Inundaciones* [en línea]. Revista de Ingenierías Universidad de Medellín. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=75050806>.

Haenggi, Walter T. *Geology of El Cuervo Area, Northeastern Chihuahua, Mexico*. Disertación para Ph. D. en la Universidad de Texas, 1996.

Haenggi, Walter T. *Tectonic history of the Chihuahua trough, Mexico and adjacent USA, Part II: Mesozoic and Cenozoic* [en línea]. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LV, Num. 1. 2002. <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/epoca03/2002-55-1Haenggi(II)-L.pdf>.

Hernández Cerda, María Engracia, Torres Tapia, Laura Angélica, Valdez Madero, Gonzalo. *Sequía Meteorológica* [en línea]. 2000. <http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/sequia.pdf>.

Instituto Nacional de Ecología. *Clima y aspectos meteorológicos* [en línea]. Noviembre, 2007. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/233/cap3.html>.

Izaguirre Alfonso, Ismarys, Medina Almenares, Xiomara. *Análisis y Evaluación de Sequía Meteorológica en la Cuenca del Río Cauto* [en línea]. Abril, 2005. <http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=904 >.

Juárez Badillo, Eulalio. *Mecánica de Suelos II: Teoría y aplicaciones*. Segunda Edición. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V, 2006.

Keller, G. Randy, Baldridge, W. Scott. *The Rio Grande Rift: A geological and geophysical overview*. Rocky Mountain Geology. Marzo, 1999: 121 – 130.

Maldonado, Carlos. *Método de las Curvas Isoyetas* [en línea]. Mayo, 2008. <http://wwwimois15.blogspot.com/2008/05/metodo-de-las-curvas-isoyetas.html>.

Matías Ramírez, Lucía Guadalupe, et al. *Heladas*. Serie Fascículos. México: CENAPRED, 2001.

Muñoz, Graciela Elsa. *Inundaciones – Planicie de Inundación* [en línea]. Universidad Blas Pascal. <www.ubp.edu.ar/todoambiente/templates/monografias/inundaciones.doc>.

Prieto González, Ricardo, et al. *Tormentas Severas*. Serie Fascículos. México: CENAPRED, 2010.

Sólo Ciencia. *Geomorfología* [en línea]. <http://www.solociencia.com/geologia/geomorfologia.htm>.

Weather Scope. Beaufort Wind Scale [en línea]. 2007. <http://www.k12science.org/curriculum/weatherproj2/en/popup/beaufort.shtml>.

GLOSARIO

Aceleración: Variación de la velocidad en función del Tiempo. Término utilizado en la ingeniería sísmica para definir el movimiento vibratorio del suelo o de las estructuras. Se expresa en fracción de la gravedad (g).

Afectación: Cambio o alteración que sufre una persona(s) en sus bienes y que puede suponer algún daño o perjuicio.

Afectado: Víctima de desastre que requiere apoyo limitado para recuperarse de los daños producidos por el desastre.

Amenaza: Factor externo a una comunidad, representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno desencadenante, el cual puede producir un desastre al manifestarse.

Anegamiento: Es la acumulación de un volumen de agua/lluvia sobre la superficie del suelo, por falta de escurrimiento, drenaje y/o filtración

Atención de la emergencia: Acción de asistir a las personas que se encuentran en una situación de peligro inminente o que hayan sobrevivido a los efectos devastadores de un fenómeno natural o inducido por el hombre. Básicamente consiste en la asistencia de techo, abrigo y alimento así como la recuperación provisional (rehabilitación) de los servicios públicos esenciales.

Avenida máxima probable: También conocida como “de proyecto”. Máxima avenida que cabe esperar, teniendo en cuenta todos los factores geográficos, meteorológicos, hidrológicos y geológicos condicionantes.

Bordo: Estructura hidráulica para represar el agua, construidos generalmente de tierra compactada, algunos con estructuras de desfogue para regulación de gastos, otros utilizados como simples presones de almacenamiento.

CLAM: Comité Local de Ayuda Mutua.

Carga del Viento (Presión de viento): Fuerza total que el viento ejerce sobre una estructura.

Caudal: Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo.

Clasificación de daños: Evaluación y registro de daños a estructuras, instalaciones u objetos de acuerdo a tres o más categorías: 1) <*Daños severos*> Imposibilitan el uso ulterior para el que estaban destinados. 2) <*Daños moderados*> Grado de daño que imposibilita el uso adecuado o eficiente para el que estaban destinados, sin llegar, permite reparaciones sin llegar a reconstrucciones completas. 3) <*Daños ligeros*> tales como ventanas rotas, daños en paredes y techos, agrietamiento de paredes, todos aquellos que no imposibilitan el uso adecuado de las edificaciones y uso de instalaciones.

Contaminación: Degradación de uno o más elementos o aspectos del medio ambiente.

Damnificado: Persona afectada parcial o íntegramente por una emergencia o desastre y que ha sufrido daño o perjuicio a su salud o en sus bienes, en cuyo caso generalmente ha quedado sin alojamiento o vivienda en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe refugio y ayuda humanitaria temporales.

Depresión tropical: Se forman sobre los mares abiertos y se caracterizan por sus vientos con una velocidad menor a los 64 km./h, acompañados de lluvias torrenciales.

Desastre natural: Un grave trastorno desencadenado por un fenómeno natural que provoca pérdidas humanas, materiales, económicas y ambientales, que exceden la capacidad de los afectados de lidiar con ellas.

Diques de contención y regulación: Estructuras hidráulicas para contener grandes avenidas y permitir la reducción de los gastos hidráulicos en tránsito, mediante retención temporal de los flujos en el área de embalse.

Desastre: Se define como el estado en que la población, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.

Desastre natural de manifestación paulatina: Un desastre que se manifiesta poco a poco en el marco de los procesos de desarrollo. La amenaza puede percibirse como una tensión que se mantiene por días, meses o incluso años. Las sequías son un claro ejemplo de un tipo de fenómeno físico o amenaza asociado con este tipo de desastre.

Desastre natural de rápida manifestación: Un desastre desencadenado por un impacto repentino cuyas consecuencias pueden prolongarse a mediano o largo plazo. Los terremotos son un claro ejemplo del tipo de fenómeno asociado con este tipo de desastre.

Desertificación: Proceso por el cual una zona que ya es árida se vuelve más estéril, menos capaz de retener vegetación, hasta convertirse progresivamente en desierto. La desertificación suele ser la causa de desastres a largo plazo; estos últimos han de registrarse como consecuencias.

Deslizamiento de tierra: Deslizamiento o caída, pendiente abajo, de tierra seca o húmeda, lodo o rocas. Sin una alteración considerable de su estructura en la parte desplazada, a través de un plano de deslizamiento. Es muy difícil estimar los deslizamientos de tierra en cuanto a fenómenos autónomos. Por ende, parece adecuado asociar estos fenómenos a otras amenazas, tales como: movimientos sísmicos, ciclones tropicales, tempestades locales más graves y crecidas fluviales. El término “deslizamiento de tierra” se emplea en sentido más amplio para denominar a todos lo movimientos hacia afuera o cuesta abajo de materiales que forman laderas (rocas naturales y tierra). Son desencadenados por lluvias torrenciales, la erosión de los suelos y temblores de tierra, pudiendo producirse también en zonas cubiertas por grandes cantidades de nieve (avalanchas).

Emergencia: Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general; se declara por el Ejecutivo Federal cuando se afecta una entidad federativa y/o se rebasa su capacidad de respuesta, requiriendo el apoyo federal.

Estimación de riesgo: Es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un área conocida, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o inducidos por el hombre y el análisis de vulnerabilidades, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidad de daños: pérdida de vida e infraestructura).

Evacuación: Período durante el cual la comunidad responde a la inminencia del desastre, reubicándose provisionalmente en una zona segura.

Evaluaciones de riesgo: Es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan “in situ”, a fin de levantar la información sobre la identificación de los peligros, el análisis de las condiciones de vulnerabilidad y cálculo del riesgo con la finalidad de recomendar las medidas de prevención.

Evaluación de daños y análisis de necesidades: Identificación y registro cualitativo y cuantitativo de la extensión, gravedad y localización de los efectos de un evento adverso. Es parte de la evaluación o estimación de riesgo.

Exposición física: Se entiende por exposición física el conjunto de personas u objetos expuestos a la amenaza.

Fenómeno geológico: Fenómeno que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento o reptación, deslizamiento, flujo o corriente, avalancha o alud, derrumbe y hundimiento.

Fenómeno hidrometeorológico: Fenómeno que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías y las ondas cálidas y gélidas.

Fenómeno inducido: Además del fenómeno natural, existe el fenómeno tecnológico o inducido o antrópico, producido por la actividad del hombre. Llámense incendios, accidentes, derrame de sustancia nociva, contaminación y otros.

Fenómeno natural: Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y ser objeto del conocimiento. Se clasifican en: fenómenos generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra; fenómenos generados por procesos dinámicos en la superficie de la tierra; fenómenos meteorológicos o hidrológicos y fenómenos de origen biológico.

Flujo de tierra: Movimiento masivo caracterizado por el traslado cuesta abajo de tierra y roca desgastada, paralelo al deslizamientos de tierra.

Gestión del riesgo de desastre: El control sistemático de las decisiones administrativas, la organización, las capacidades y habilidades operativas para aplicar políticas, estrategias y la capacidad de supervivencia de la sociedad o los individuos, de manera de reducir los efectos de las amenazas de la naturaleza y los peligros asociados al medio ambiente y las tecnologías.

Inundación, crecida o avenida: Aumento significativo del nivel de agua de un curso de agua, lago, reserva o región costera. La crecida es una inundación perjudicial de los bienes y terrenos utilizados por el hombre, que puede clasificarse en dos tipos:

Inundación de evolución lenta: Que resulta del aumento del volumen de agua en ríos o lagos debido a la abundancia de precipitaciones durante un largo periodo, de días o semanas, que afecta principalmente a bienes tales como edificios, cultivos y ganado, y provoca el desplazamiento de los habitantes.

Inundación de evolución rápida: Resultante de un aumento del volumen de agua en ríos o lagos, que provoca muertes, lesiones y la destrucción violenta de bienes. Puede ser desencadenada por lluvias torrenciales, ciclones o fallas de elementos de infraestructura, como la ruptura de los muros de contención de un embalse o la insuficiencia de los diques de un río para contener un caudal de gran intensidad.

Mitigación: El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes.

Ola de calor: Período largo de tiempo, con altas temperaturas superficiales.

Ola de frio: Período largo de tiempo, con temperaturas extremadamente bajas

Pendientes inestables o potencialmente inestables: área susceptible a derrumbes, coladas de barro o reptación acelerada de materiales que forman la ladera.

Prevención: Acciones dirigidas a controlar riesgos, evitar o mitigar el impacto destructivo de los desastres sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Previsión: es determinar las posibles amenazas y las condiciones de vulnerabilidad de una comunidad.

Protección civil: Conjunto de disposiciones, medidas y acciones destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre.

Reducción del riesgo de desastre: La elaboración y ejecución sistemáticas de políticas, estrategias y prácticas que reduzcan al mínimo las vulnerabilidades, las amenazas y la propagación de las repercusiones de los desastres en toda la sociedad, en el contexto amplio del desarrollo sostenible.

Riesgo: La probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales, o eventuales pérdidas de vidas, heridos, destrucción de propiedades y medios de vida, trastornos de la actividad económica (o daños al medio ambiente), como resultado de la interacción entre las amenazas naturales o provocadas por las actividades humanas y las condiciones de vulnerabilidad.

El riesgo se expresa convencionalmente mediante la ecuación:

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

Reconstrucción: es el proceso de recuperación a mediano y largo plazo de las estructuras afectadas por la ocurrencia de un desastre mediante la reparación del daño físico sufrido en la infraestructura; dando un proceso de reasentamiento de la comunidad damnificada.

Rehabilitación: es una etapa intermedia en la cual se continúa con las actividades de atención inicial de la población, pero en ella se restablece el funcionamiento de las líneas vitales, tales como la energía, el agua, las vías y las telecomunicaciones y otros servicios básicos como la salud y el abastecimiento de alimentos; previa a la reconstrucción definitiva de las viviendas y la infraestructura de la comunidad.

Reptación: fenómeno de ladera poco espectacular, a veces imperceptible en que participan las capas más superficiales de los suelos y mantos, que se caracteriza por su movimiento lento cuesta abajo.

Respuesta: es la etapa que corresponde a la ejecución de las acciones previstas en la etapa de preparación. En esta fase se da la reacción inmediata para la atención oportuna de la población afectada.

Sequia: Período de deficiencia de humedad en el suelo, de tal forma que no hay el agua requerida para plantas, animales y necesidades humanas. Las sequías originan desnutrición, epidemias y desplazamientos de población.

Sistema nacional de protección civil: Conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y

entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con las autoridades de los estados, el Distrito Federal y los municipios, a fin de efectuar acciones coordinadas, destinadas a la protección de la población, contra los peligros y riesgos que se presentan en la eventualidad de un desastre. El Sistema Nacional se encuentra integrado por el Presidente de la República, el Consejo Nacional, las Dependencias, Organismos e Instituciones de la Administración Pública Federal, el Centro Nacional de Prevención de Desastres, los grupos voluntarios, vecinales y no gubernamentales, y por los sistemas de protección civil de las entidades federativas, del Distrito Federal y de los municipios. La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recae en la Secretaría de Gobernación.

Sociedad civil: Un campo para la actividad política que se abre entre las unidades familiares y el estado, pero que excluye a las entidades con fines de lucro del sector privado. Como ejemplos de organizaciones de la sociedad civil normalmente se menciona a las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones comunitarias de desarrollo, pero debe incluirse también a gran cantidad de otros grupos como clubes deportivos, grupos de interés, sindicatos de trabajadores, entre otros.

Subsidencia de suelos: Proceso caracterizado por el desplazamiento de suelos hacia el interior de la tierra, causados por fenómenos como la remoción de fluidos, consolidación natural, o disolución de minerales subterráneos, etc.

Temporal: Alteración atmosférica que comprende perturbaciones de los campos de presión y de viento predominantes, en escalas que van de los tornados (1 km. de diámetro) a los ciclones extratropicales (2.000 a 3.000 km. de diámetro).

Tormenta de arena (tormenta de polvo): Polvo o arena levantado enérgicamente a grandes alturas por vientos fuertes y turbulentos.

Tormenta de eléctrica: Gran nubosidad de *estrato cumulus* en que se desarrollan centros localizados de cargas eléctricas.

Tormenta tropical: Se forman sobre los mares abiertos y se caracterizan por sus vientos extraordinariamente destructivos con una velocidad entre 64 y 117 km./h, lluvias torrenciales, olas de tormenta en alta mar, intenso oleaje en el litoral, inundaciones costeras, inundaciones fluviales, relámpagos y truenos

Tornado: tempestad de vientos localizada y de gran violencia destructiva que se produce sobre tierra firme. Se caracteriza por presentarse como una nube en forma de columna alargada, de acelerada rotación, proyectada hasta el suelo y que deja a su paso un rastro de gran destrucción.

Vulnerabilidad: Situación o proceso en que intervienen factores físicos, sociales, económicos y ambientales, que determina cuáles y cuántos daños podría acarrear una determinada amenaza ocasionada por un fenómeno perturbador.

Zona de desastre: Espacio territorial determinado en el tiempo por la declaración formal de la autoridad competente, en virtud del desajuste que sufre en su estructura social, impidiéndose el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad. Puede involucrar el ejercicio de recursos públicos a través del Fondo de Desastres.

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL

LIC. RINO ENZO TORRES BAÑOS
Director General de Desarrollo Territorial

MTRO. JOSÉ LUIS ESCALERA
Director General Adjunto de Prevención
y Atención a Desastres

LIC. PATRICIA ADRIANA HERNÁNDEZ MIRANDA
Directora de Gestión de Riesgos

ING. ARTURO FUENTES VÉLEZ
Delegado Estado de Chihuahua

MUNICIPIO DE JUÁREZ, CHIHUAHUA

ING. HÉCTOR AGUSTÍN MURGUÍA LARDIZÁBAL
Presidente Municipal

ING. JUAN MANUEL DE SANTIAGO MORENO
Director General de Ecología y Protección Civil

ING. EFRÉN MATAMOROS BARRAZA
Director de Protección Civil

INSTITUTO MUNICPAL DE INVESTIGACIÓN Y PLANEACIÓN

M. en C. MARÍA DEL ROSARIO DÍAZ ARELLANO
Directora General

LIC. AMADA PATRICIA MATAMOROS LERMA
Administradora

ING. RUBÉN SALCIDO MORÁN
Coordinador de Movilidad e Infraestructura

ARQ. GABRIEL MELÉNDEZ CARRANZA
Coordinador de Geoestadística e Informática

MPDU. ADRIANA ABIGAÍL GARCÍA ESPINOSA
Coordinador de Diseño Urbano y Equipamiento

BIOL. FRANCISCO JAVIER NÚÑEZ SÁNCHEZ
Jefe de Recursos Naturales

Créditos
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)
Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010

PERSONAL TÉCNICO

INSTITUTO MUNICIPAL DE INVESTIGACIÓN Y PLANEACIÓN

ÁREA DE RECURSOS NATURALES

ARQ. MARCO ANTONIO ÁVILA REZA
ING. ROSA INÉS DURÓN BARRÓN
ING. MARIO ALBERTO MATAMOROS CARRILLO
ING. ALBA CELESTE PÉREZ SÁNCHEZ
ING. SERGIO TORRES MACÍAS

PLANES Y PROGRAMAS

ARQ. MIRIAM G. CASTELLANOS PACHECO
ARQ. PATRICIA CASTILLO ALVARADO

ÁREA ADMINISTRATIVA

LIC. MARISELA ADAME ARELLANO
CYNTHIA VEGA MONTOYA

ÁREA DE MOVILIDAD URBANA

ING. JESÚS GAYTÁN CÁRDENAS

ÁREA DE CARTOGRAFÍA

ARQ. VÍCTOR VARGAS CASTILLO
CARLOS DOMÍNGUEZ OROZCO
JORGE RAMÍREZ RIVERA
FERMÍN JESÚS RUEDA SAPIÉN
ARQ. SERGIO MANUEL TAGLE GODOY
PATRICIA NATHALY TORRES BARRADAS
ARQ. OMAR VARGAS FAVELA
ARQ. CLAUDIA ISABEL ZIGA NAVARRETE

ÁREA DE ESTADÍSTICA

LIC. ALFREDO MORALES AGUIRRE
LIC. ANEL LORENA LÓPEZ GONZÁLEZ
LIC. ANA MARÍA MARTÍNEZ GONZÁLEZ
LIC. NORMA IVETTE SILVEIRA MENDOZA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

CENTRO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

DR. OSCAR S. DENA ORNELAS

ING. GRISELDA JANETH OBESO CORTEZ

ING. BERSAÍN CARREÑO ANTONIO

LABORATORIO DE CLIMATOLOGÍA Y CALIDAD DEL AIRE

M.I. VÍCTOR HUGO ESQUIVEL CEBALLOS

El Atlas de Riesgos Naturales de Cd. Juárez, Chihuahua, fue elaborado con el apoyo de las siguientes instituciones:

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL®
Dirección General de Desarrollo Territorial
Av. Paseo de la Reforma 116,
Colonia Juárez, Delegación Cuauhtémoc
México, D.F., C.P. 06600,

MUNICIPIO DE JUÁREZ, CHIHUAHUA
Presidencia Municipal
Francisco Villa # 950 Norte
C.P. 32000
Tel.: (656) 2078800

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Av. Del Charro 610 Norte
C.P. 32310
Tel.: (656) 6884800

Créditos
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL®)
Instituto Municipal de Investigación y Planeación® 2010