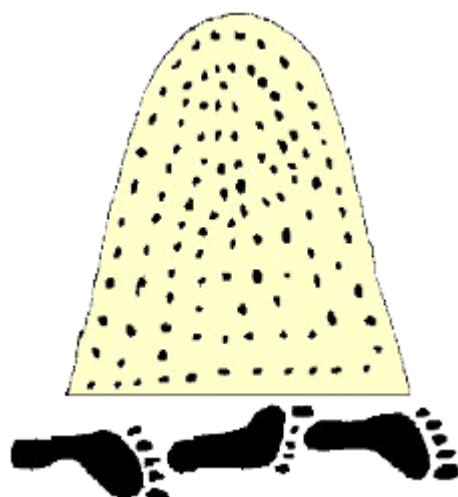




Atlas de Riesgos Naturales de Tizayuca, Hgo. - 2013



Fecha: 20 DE DICIEMBRE DE 2013
Número de Avance: **ENTREGA FINAL**



Municipio de Tizayuca, Hidalgo

Número de Obra: 313069PP015127

Número de Contrato: PRAH/DPAPYDM/SOPM/13/001

SERVICIOS INDUSTRIALES REAL DEL MONTE S.A. DE C.V.
AVENIDA CUATRO #302 PLUTARCO ELIAS CALLES, HGO 42035
Teléfonos (771) 109 1114 (771) 109 4644
serviciosindustrialesrm@gmail.com



P R E S E N T A C I O N

La paz y tranquilidad de los tizayuquenses es un compromiso de mi Gobierno, que cobra relevancia en el contexto del crecimiento y desarrollo Municipal de la última década, en especial en el rubro de su población, que ha crecido en forma exponencial.

Los numerosos Asentamientos Humanos ya sea regulares ó irregulares, han alterado la topografía, el uso de suelo, la climatología local, su flora y su fauna, generando nuevas condiciones en el medio natural, que necesariamente generan efectos en los propios seres humanos, apareciendo nuevos escenarios de riesgo, sin que la población en general tenga conocimiento del medio en el que habita.

Las manifestaciones de la naturaleza en un medio modificado se expresan estacionalmente, en situaciones novedosas y en algunos casos de contingencia, por carecer del conocimiento científico que permita prever ó conocer del potencial riesgo, ó mejor aún para promover una cultura ciudadana de la prevención, y de la acción en situaciones extremas.

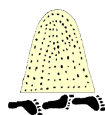
Por todo ello, es que por vez primera se elabora y presenta el “**ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**”; como una herramienta de trabajo para la Administración Pública y los pobladores del Municipio; como un apoyo más al conocimiento ciudadano de su entorno; como una fuente de Información y Guía para el impulso de la cultura de la prevención; y como referencia para la capacitación de Equipos de Trabajo para la intervención requerida.

Entrego este **ATLAS DE RIESGOS**, a la ciudadanía tizayuquense, para preservar la identidad Municipal y para contribuir a la seguridad, la paz y la tranquilidad a la que toda familia aspira y tiene derecho, teniendo a su alcance la Información veraz y actualizada que debe convertirse en apoyo para la toma de decisiones en la vida cotidiana y en la acción conjunta con su Gobierno, eficientando tiempos, movimientos y recursos.

Agradezco la excelente colaboración de mi Equipo de Trabajo y la suma de esfuerzos con las Instituciones Públicas y Privadas, Especialistas en el Tema; para entregar a los tizayuquenses, resultados que permitan seguir transformando a nuestro Municipio.

JUAN NUÑEZ PEREA

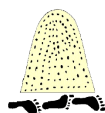
Presidente Municipal Constitucional



Atlas de Riesgos Naturales de Tizayuca, Hgo. - 2013

INDICE

CAPITULO I ANTECEDENTES E INTRODUCCION	7
1.1. Introduccion	9
1.2. Antecedentes	9
1.3. Objetivos	12
1.4. Alcances	13
1.5. MetodologÍa general	13
1.6. Contenido del atlas de riesgos	14
CAPITULO 2º DETERMINACION DE NIVELES GEOGRAFICOS DE ESTUDIO	17
2.2. Niveles geogrÁficos de anÁlisis	24
CAPITULO 3º CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	27
3.1. FisiografÍa	29
3.2. GeomorfologÍa	30
3.3. GeologÍa	31
3.4 EdafologÍa	34
3.5. HidrologÍa	36
3.6. Cuencas y Sub-Cuencas	37
3.7. Climas	37
Climogramas	39
3.7. Uso de Suelo y VegetaciOn	43



3.8. Areas Naturales Protegidas _____ 45

CAPITULO 4° CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y DEMOGRAFICOS _____ 47

4.1. Elementos DemogrAficos: _____ 49

A. DinAmica DemogrAfica _____ 49

A.1. ProyecciOn de poblaciOn segUn CONAPO _____ 50

Fuente: CONAPO. _____ 51

B. DistribuciOn de la poblaciOn _____ 51

C. Mortalidad _____ 55

D. Densidad DemogrAfica _____ 56

E. ComposiciOn De La PoblaciOn _____ 60

4.2. CaracterIsticas Sociales _____ 62

A. Escolaridad _____ 62

B. Salud _____ 63

C. MarginaciOn _____ 63

D. Hacinamiento _____ 67

E. Pobreza _____ 67

F. PoblaciOn Con Limitantes En La Actividad _____ 68

4.3. Principales Actividades EconOmicas En La Zona _____ 70

A. Actividades EconOmicas Por Sector _____ 70

B. CaracterIsticas De La PoblaciOn EconOmicamente Activa _____ 71

C. Infraestructura, recursos y servicios _____ 72

4.4. Reserva Territorial _____ 72

CAPITULO 5° IDENTIFICACION DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENOMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL _____ 75

5.1. Riesgos y Peligros Ante FenOmenos De Origen GeolOgico _____ 77

5.1.1. Erupciones VolcAnicas _____ 77

5.1.2. Sismos _____ 77

Periodos De Retorno _____ 80

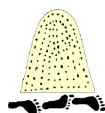
Periodos De Retorno Para Aceleraciones De 15% De G ó Mayores _____ 80

Microzonación sísmica _____ 81

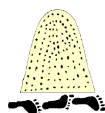
5.1.3. Tsunamis _____ 82

5.1.4. Inestabilidad De Laderas _____ 83

Pendientes _____ 83



ErosiOn	83
Peligro Por Deslizamientos	85
Riesgo Por Deslizamientos	87
Peligro Por Creep	87
Riesgo Por Creep	88
5.1.5. Flujos	89
Riesgo Por Flujos	90
5.1.6. Caldos Ó Derrumbes	90
Riesgo Por Derrumbes	91
5.1.7. Hundimientos	91
5.1.8. Sub-Sidencia	92
5.1.9. Agrietamientos	93
5.2. Riesgos y Peligros Ante FenÓmenos De Origen HidrometeorolÓgico	95
5.2.1. Ondas CALidas y GElidas	95
Temperaturas MAXimas extremas	95
Riesgo Por Temperaturas MAXimas Extremas	97
5.2.2. SequÍas	99
Condiciones Regionales	99
Condiciones Locales	100
Riesgo Por Sequías	105
5.2.3. Heladas	107
5.2.4. Riesgo Por Heladas	110
5.2.5. Tormentas De Granizo	112
5.2.5. Tormentas De Nieve	114
5.2.6. Ciclones Tropicales	115
5.2.7. Tornados	116
Remolino De Polvo Ó De Arena	116
5.2.8. Tormentas De Polvo	118
5.2.9. Tormentas ElEctricas	118
Densidad De Rayos a Tierra	120
5.2.10. Lluvias Extremas	122
IntroducciOn	122
AnAlisis De Lluvias Extremas En El Municipio De Tizayuca	123
5.2.11. Inundaciones Pluviales, Fluviales, Costeras y Lacustres	125

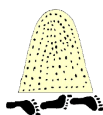


Peligro Por Inundaciones En El Municipio De Tizayuca	126
Inundaciones Pluviales y Fluviales	127
Pendientes Relacionadas con Inundaciones	127
Inundaciones Súbitas	137
Riesgo Por Inundaciones En El Municipio De Tizayuca	139
5.3. EvaluaciOn De LA Vulnerabilidad Social	142
5.3.1. Vulnerabilidad Social	143
Vulnerabilidad Media	143
Vulnerabilidad Baja	146
Vulnerabilidad Muy Baja	148
5.4. Obras Propuestas	150
Recomendaciones relacionadas con los peligros químicos para el Municipio de Tizayuca, Hidalgo.	152
5.5. Otros Peligros	154
5.5.1. Peligros Químicos	154
Informe de proteccion y prevencion de riesgos peligrosos por agentes quimicos	154
Riesgos y Peligros AntrOpicos Que Pueden Ser Detonados Por FenOmenos Naturales	154
Detalles del Informe	159
Introducción	159
La Industria y los Accidentes Mayores	159
Riesgo: Definición y Tipos	160
Criterios de Tolerabilidad	160
Riesgos Mayores y Catástrofes	161
El Análisis de Riesgo	161
Análisis y Evaluación de Riesgos	162
Identificación de Peligros	162
Conceptos Previos	162
Descripción de las Técnicas de Análisis	163
Accidentes Mayores	164
Fenómenos Peligrosos y Límites de Aceptabilidad de las Variables Físicas Asociadas	164
Vulnerabilidad a la Radiación Térmica	166
Vulnerabilidad a las Substancias Tóxicas	167
Vulnerabilidad a las Explosiones	169
Cartografía Asociada a Peligros Químicos	179



CAPITULO I

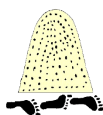
ANTECEDENTES E INTRODUCCION



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





1.1. INTRODUCCION

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (**SEDATU**) a través del **PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS (PRAH)**, mantiene especial interés en establecer una serie de lineamientos por medio de los cuales se asegure que los Municipios del país tengan las herramientas básicas para el diagnóstico, ponderación y detección precisa de riesgos, peligros y vulnerabilidad a través de Cartografía y Documentos Metodológicos elaborados con bases científicas. Así, considerando criterios del **Centro Nacional de Prevención Desastres (CENAPRED)**, y los planteados en el **PRAH**; todo ello en concordancia con el ordenamiento del territorio, entendida como una política en el diagnóstico interdisciplinario que tiene como objetivo fundamental el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio (**SEDATU, 2013**), se presenta el **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**.

El presente Documento, por tanto, se encuentra circunscrito en el **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018**, 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 (**SEDATU, 2013**).

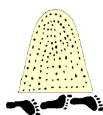
El **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, se fundamenta, además, en el hecho de que la Información Municipal de riesgos, peligros y vulnerabilidad es escasa y heterogénea, carente de criterios unificados que las hagan complementarias e interactivas (**SEDESOL, 2012**). Bajo esta consideración, la **SEDATU**, se ha enfocado en apoyar la política de prevención de desastres y su vinculación con la regulación y ocupación del suelo, con el propósito de minimizar el riesgo a través de la adecuada planeación y ordenamiento territorial; y también a reducir la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales por medio de la mejora en sistemas estructurales de mitigación y en la *normatividad* de los métodos constructivos.

Ante estas necesidades, para la **SEDATU**, resulta prioritario generar, actualizar y elevar la calidad de los **ATLAS DE RIESGOS** en el territorio nacional desde un contexto estandarizado que permita homologar los criterios de calificación y cuantificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad, generación de Cartografía y levantamiento en campo de Información referente a los fenómenos perturbadores de origen natural.

1.2. ANTECEDENTES

Los Registros de Desastres originados por peligros naturales tienen una historia reciente en el Municipio de Tizayuca, y su Documentación por lo tanto es escasa. Información proporcionada por personal del Área Técnica del Despacho del Presidente Municipal (periodo 2012-2016), muestra los siguientes eventos históricos:

- 1957. Sequía Severa.
- 1958. Tromba y lluvia en exceso provocan escurrimientos severos provenientes de la Zona Barrio de Pedregal, afectando el Barrio de Huicalco y la Zona Centro de la Cabecera Municipal.



- 1988. Se presentó una nevada en el Municipio.
- 1999. Tromba y lluvia en exceso provocó que se tuvieran que abrir las esclusas para desfogar el agua de la Presa El Manantial, inundando severamente al Barrio de Cuztitla, La Posta y Fraccionamiento San Antonio.

A estos hechos, se suma Información proporcionada por el Ayuntamiento de Tizayuca, (2012-2016), recabada mediante entrevistas con pobladores del Municipio.

- El Sr. Humberto Navarrete Quezada, comenta que el 19 de mayo de 1937, después de una gran sequía se formaron una “víboras” (remolinos con mucho viento), señalando que se produjeron a la misma hora, pasando por los Angeles, Tolcayuca y San Bartolo los Comales, llegando hasta Tizayuca y cruzando Huicalco hasta Zumpango siguiendo el Río de las Avenidas.
- En 1944, se “reventó” una Presa en Pachuca, desde Real del Monte, durando ocho días, e inundó Tizayuca, subiendo el agua en partes más de 1 metro por la Zona Centro y una Escuela, evento que coincide con la programación presupuestal del Gobierno del Presidente Lázaro Cárdenas para la realización de la Presa el Manantial en Tizayuca, misma que se construyó en el periodo del Presidente López Mateos en 1960.
- Sequías: El Abuelo Francisco Quezada Sánchez, comentó que desde 1901 hasta 1905, por la sequía de ese momento el Presidente Porfirio Díaz, compró a Argentina, durando cinco meses la trayectoria y vendiéndolo a 5 centavos el cuartillo (1 ½ km), pese a que su precio original era de 3 centavos.

En 1917, otra Sequía afectó la región y la población se mantuvo comiendo corazón de nopales (mextas nopal viejo), hasta el año de 1918, en el cual la cosecha de maíz se vio afectada por la epidemia de gripa española, la cual causó muchos decesos.

En los años de 1947 y 1948, no llovió, por lo que se perdieron las cosechas. Según comenta, fue hasta 1949, hasta que volvió a llover. La Sequía se volvió a presentar en 1951.

De 1960 a 1962, año en el cual se presentó además, una Helada muy fuerte el 24 de agosto.

Sequía en 1981.

- Heladas: En 1955, cayó una gran Helada, durando un mes congelada el agua en la barranca que cruzaba lo que hoy se conoce como la Presa el Manantial.

1957, heló desde el 25 de diciembre y en 1958, heló el 1° y 6 de enero hasta el 15 del mismo mes. (en la entrevista, se señaló que cada ocho días estuvo helando).

- Nevadas: En 1939, el 15 de marzo, nevó causando la pérdida de cebada y maíz.



- En 1900, hubo un “huracán” (posible remolino de polvo) en el área que ahora ocupa la Presa el Manantial, el cual levanto un “jacal” y se llevó un niño hasta el Rancho Las Golondrinas, actualmente Rancho Don Antonio.

Recientemente, en el presente año 2013, ocurrieron deslaves e inundaciones que afectaron varias comunidades del Municipio. Durante los días 28 de junio y 11 de julio, ocurrieron procesos principalmente de inundaciones y arrastre de sedimentos, estos últimos, colapsaron los tubos de drenaje pluvial y derribaron cuatro bardas.

IMAGEN 1.1. AFECTACIONES POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, 2013



Fuente: Protección Civil - 2013



Fuente: Protección Civil – 2013



Fuente: Protección Civil - 2013

Más de 150 viviendas resultaron afectadas por una tromba que afectó este Municipio, informó Protección Civil, el Director de ese Organismo y del Cuerpo de Bomberos, Alejandro Hilario Rubio,



explicó que la precipitación inundó algunas Zonas de la Municipalidad, principalmente el Fraccionamiento Haciendas de Tizayuca (El Universal, 2013).

Ochenta casas con anegamientos hasta de 1.20 metros de altura, pérdida de enseres domésticos, dos vehículos arrastrados por las corrientes y daños en la carpeta asfáltica dejó una tormenta que el 12 de julio del 2013, por la tarde azotó al Municipio de Tizayuca, Hgo., informó el Diario La Jornada, 2013. Con respecto de este evento, los habitantes del Municipio, incluyendo a los Funcionarios Públicos, no contaron con los elementos técnicos, cartográficos ó de prevención alguna para que se dispusiera la evacuación de los pobladores hacia Zonas seguras.

De acuerdo con pobladores, los mayores puntos de conflicto en torno a inundaciones se presentaron en la calle Francisco Villa, del Barrio El Pedregal, donde el agua proveniente de la Avenida Juárez cubrió las banquetas, cerca de la Preparatoria Efrén Rebolledo. En el parte norte del Municipio, los problemas se registraron en el Fraccionamiento Haciendas de Tizayuca, donde los vecinos reportaron inundaciones en las principales calles de acceso a esta Zona Habitacional. (Criterio, 2013).

IMAGEN 1.2 ANEGACION DE AVENIDAS PRINCIPALES



Fuente: Criterio, 2013

De acuerdo con Protección Civil, un árbol cayó frente a la Clínica 18, del Instituto Mexicano del Seguro Social (**IMSS**) debido al granizo, sin afectaciones mayores. Asimismo, la intensa lluvia provocó la caída de un cable de alta tensión en el perímetro de la colonia Lázaro Cárdenas, cerca de la Sub-Estación de Energía Eléctrica (**CFE**) en Tizayuca, situación que tampoco representó peligro para la población, señalaron las Autoridades Municipales. (Criterio, 2013).

1.3. OBJETIVOS

El **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, tiene como Objetivos:

- **Ser**, un Documento Rector para diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y vulnerabilidad en el Municipio.



- **Homologar y Hacer**, compatible la Base de Datos con otros documentos semejantes generados por la **SEDATU**.
- **Proporcionar**, los lineamientos básicos y representación Cartográfica de Información Temática de Zonas de peligros, riesgos y vulnerabilidad en el Municipio de Tizayuca, Hgo.
- **Generar**, la Información adecuada para hacer posible la consulta y análisis de la Información de los diferentes peligros de origen natural que afectan el Territorio Municipal y a la población.
- **Proporcionar**, a las Autoridades de los tres niveles de Gobierno y Sociedad Civil una herramienta para facilitar la toma de decisiones ante la presencia de peligros de origen natural.

1.4. ALCANCES

El **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, es una herramienta que permite diagnosticar, identificar y ponderar los peligros de origen naturales, la vulnerabilidad social y los riesgos del Territorio Municipal, está dirigido a las Autoridades y las Dependencias de todos los niveles de Gobierno, Autoridades de Protección Civil, Instituciones relacionadas con la planeación territorial, urbana, desarrollo social, ambiental; Instituciones Académicas y de Investigación, así como, población en general, como una medida preventiva y de desarrollo que permitirá:

- **Establecer**, políticas y estrategias de prevención de desastres provocados por fenómenos de origen natural.
- **Facilitar**, la toma de decisiones en relación con **PLANES DE DESARROLLO URBANO**.
- **Contribuir**, a la cultura de la autoprotección a través de la orientación y concientización de la población sobre la vulnerabilidad, el riesgo y el peligro.

1.5. METODOLOGIA GENERAL

El **ATLAS DE RIESGOS**, fue realizado a partir de los siguientes lineamientos metodológicos:

- Investigación de diversas fuentes documentales (periodísticas, bibliográficas, cartográficas).
- Análisis de Bases de Datos estadísticas socio-económicas y demográficas, tanto a escala Municipal como Estatal.
- Interpretación Cartográfica, de imágenes de satélite, fotografías aéreas y modelos digitales del terreno.
- Desarrollo de modelos multicriterio y sobreposición Cartográfica para generar Cartografía de Peligros.



- Uso de Tecnologías de la Información Geográfica (**SIG, GPS**).
- Trabajo de campo en el Territorio Municipal, mediante recorridos a diversos puntos de interés relacionados con fenómenos perturbadores de origen natural.
- Entrevistas con Autoridades Locales y población en general.
- Levantamiento de Encuestas relacionadas con la percepción del riesgo.

Por otro lado, la **guía metodológica**, que sirvió de base para la realización del presente Documento, fueron las **Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013**, y la **Guía para la Elaboración de Atlas de Riesgos y/o Peligros**, elaboradas de acuerdo con los criterios de clasificación establecidos por el **CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**, en materia de riesgos.

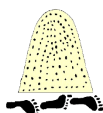
La integración de cada uno de los puntos señalados derivó en un Documento que señala, mediante Cartografía Temática, las características del medio natural, socio-económico, demográfico y de riesgos de origen natural del Municipio de Tizayuca, Hgo.

1.6. CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGOS

El Documento que integra el **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, describe las características naturales, socio-económicas y demográficas, y analiza los peligros de origen natural que afectan al Municipio de Tizayuca (**Tabla 1.1.**); se integran además una relación de Mapas del medio natural, social y de peligros de origen natural (clasificados en Geológicos e Hidrometeorológicos) y vulnerabilidad social, que permiten identificar y relacionar Zonas de Riesgos dentro del Municipio.

TABLA 1.1. FENOMENOS ANALIZADOS EN EL ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

FENOMENOS GEOLOGICOS	FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS
1. Sismos	10. Ondas Cálidas y Gélidas
2. Inestabilidad de Laderas	11. Sequías
3. Flujos	12. Heladas
4. Caídos ó Derrumbes	13. Tormentas de Granizo
5. Hundimientos	14. Tormentas de Nieve
6. Subsistencia	15. Ciclones Tropicales
7. Agrietamientos	16. Tornados (remolinos de polvo)
	18. Tormentas Eléctricas



	19. Lluvias Extremas
	20. Inundaciones Pluviales, Fluviales, Costeras y Lacustres

El contenido del Documento, se divide en los siguientes **Capítulos**:

- **Capítulo 1º.- Antecedentes e Introducción.**

En él se plantean los antecedentes generales relacionados con desastres de origen natural ocurridos dentro del Municipio; se explica la problemática relacionadas con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha. Se hace mención de la existencia de otros Documentos relacionados con el Tema (**ATLAS DE RIESGOS, ATLAS DE PELIGROS**, Estudios de Riesgos, Peligros y/o Vulnerabilidad diversos) y su aportación al **ATLAS**.

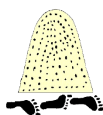
- **Capítulo 2º.- Determinación de Niveles Geográficos de Estudio**

Se define la poligonal que identifica al Municipio de Tizayuca y se incluye información con respecto a las principales vialidades en la Zona. Se describen las características generales del territorio estudiado y se mencionan los niveles y escalas de análisis de cada peligro de origen natural analizado. Se asocia un Mapa Base Municipal y uno Urbano, que cuenta con los siguientes elementos: localidades, vialidades principales, curvas de nivel, hidrografía, principales obras de infraestructura y líneas de comunicación.

- **Capítulo 3º.- Caracterización de los Elementos del Medio Natural.**

Se analizan los elementos que conforman al medio físico de la Zona de Estudio a partir de sus características naturales, asociando a cada uno de ellos, su Cartografía respectiva.

- - **Fisiografía.-** Elementos formadores del medio físico, provincias fisiográficas.
- - **Geología.-** Litología, fallas y sismicidad.
- - **Geomorfología.-** Principales formas del relieve.
- - **Edafología.-** Tipos de Suelo.
- - **Hidrología.-** Recursos Hídricos superficiales y subterráneos.
- - **Climatología.-** Clima, temperatura media, precipitación.
- - **Uso de Suelo y Vegetación.**
- - **Areas Naturales Protegidas.**
- - **Problemática Ambiental.-** Grado de deterioro de los elementos del medio natural.



- **Capítulo 4º.- Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos y Demográficos.**

Se integran las características generales de la situación demográfica, social y económica del Territorio Municipal de Tizayuca, con Indicadores Básicos que revelan las condiciones generales que guarda el Municipio:

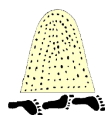
- - **Dinámica Demográfica.**
- - **Distribución de la Población.**
- - **Pirámide de Edades.**
- - **Mortalidad.**
- - **Densidad de Población.**
- - **Características Sociales como: escolaridad, hacinamiento, marginación y pobreza.**
- - **Principales actividades económicas en la Zona.**
- - **Características de la Población Económicamente Activa. (PEA).**
- - **Pobreza y Discapacidad.**

- **Capítulo 5º.- Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad, ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural.**

En este Apartado, se analizan cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural (Tabla 1.1.), identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado ó nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar áreas de vulnerabilidad expuestas a amenazas.

Con base a la identificación de peligros y vulnerabilidad, se elaboró la Zonificación de los mismos por medio de un Sistema de Información Geográfica (**SIG**), para generar Cartografía Digital (vectorial) e Impresa, en la que se determinan las Zonas de Riesgo ante los diferentes tipos de fenómenos perturbadores de origen natural.

Se realiza, así, un Análisis de los Peligros, señalando qué Zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos. El Análisis, delimita las Zonas de Riesgo y hace referencia a los Mapas de Peligros y Vulnerabilidad, interpretando sus resultados y haciendo vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuando estos se superponen.



CAPITULO 2º

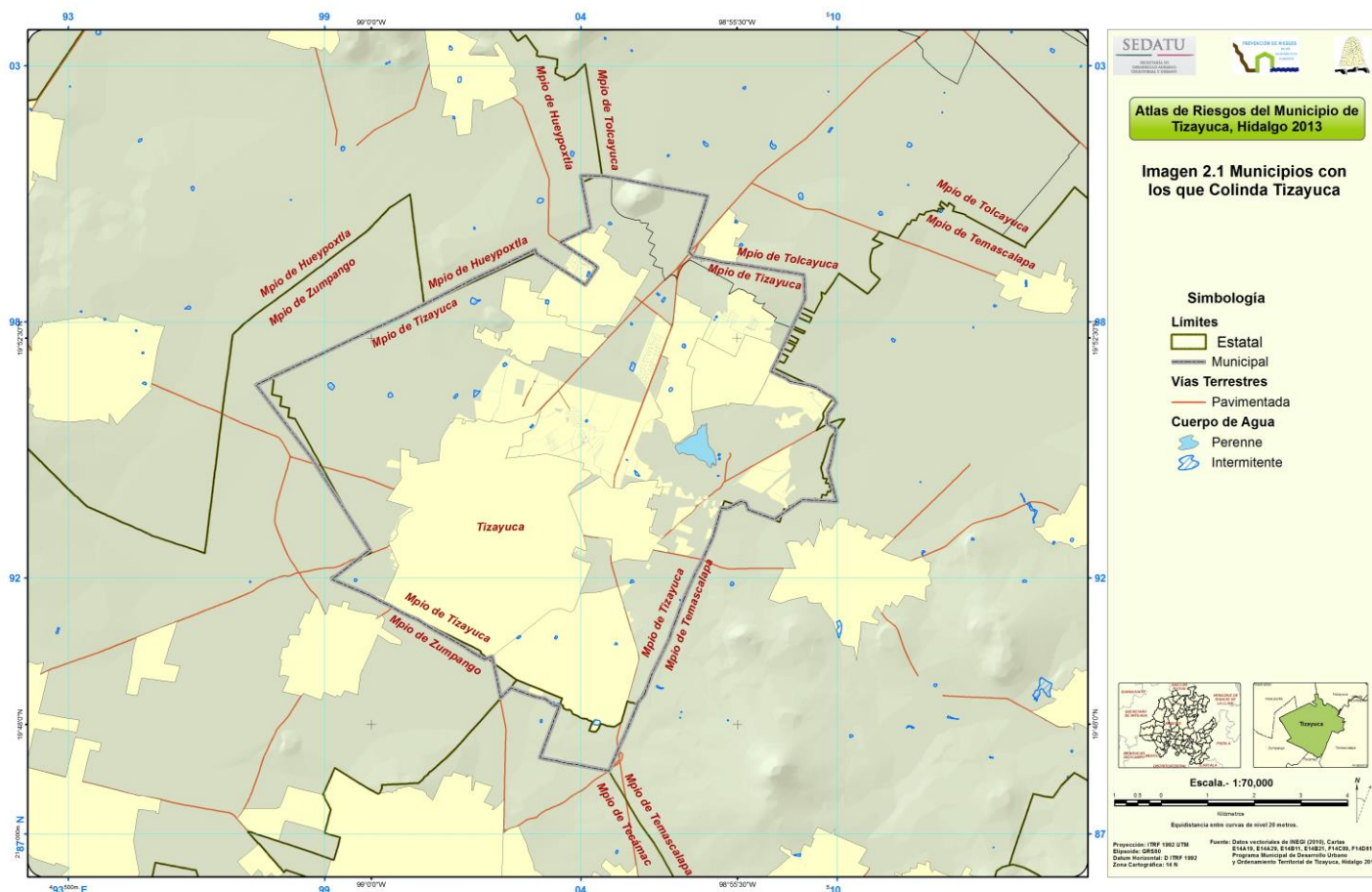
DETERMINACION DE NIVELES GEOGRAFICOS DE ESTUDIO



2.1. Determinación de la zona de estudio

El Municipio de Tizayuca, localizado al sur del Estado de Hidalgo, limita con los Municipios de Hueypoxtlá, Tecamac, Temascalapa y Zumpango en el Estado de México, y con el Municipio de Tolcayuca en el Estado Hidalgo. (Imagen 2.1.).

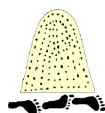
IMAGEN 2.1. MUNICIPIOS CON LOS QUE COLINDA TIZAYUCA



Sus coordenadas geográficas, de acuerdo a INEGI, son:

- Paralelos 19° 48' 00" y 19° 54' 30" de latitud Norte.
- Meridianos 98° 54' 00" y 99° 1' 30" de longitud Oeste.
- Altitud entre 2,280 y 3,000 metros sobre el nivel medio del mar.

Tiene una superficie territorial de 92.5 km² aproximadamente y representa el 0.37% de la superficie del Estado. En 2010, contaba con 24 localidades rurales y siete urbanas de acuerdo al Censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Está comunicado por la Carretera Federal México-Pachuca y la Autopista México-Pachuca.



Los límites territoriales del polígono del Municipio, fueron proporcionados por el Ayuntamiento de Tizayuca (Tabla 2.1.). Por otro lado, se utilizó la Clave del Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para identificar a Tizayuca: Geoestadística 16069 (Mapa 2.1.).

TABLA 2.1. COORDENADAS, ORIENTACION Y DISTANCIAS DE LAS LINEAS QUE DEFINEN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE TIZAYUCA
LEVANTAMIENTO LIMITE MUNICIPAL

COORDENADAS		PUNTO ORIGEN	PUNTO VISADO	DISTANCIA (METROS)	ORIENTACION (AZIMUT)
X	Y				
497529.203	2196647.691	0	1	6,651.17	64°
503511.828	2199553.941	1	2	95.82	167°
503549.171	2199465.691	2	3	1,236.52	123°
504589.932	2198798.007	3	4	453.20	34°
504852.745	2199167.226	4	5	99.68	313°
504779.359	2199234.691	5	6	869.15	303°
504053.911	2199713.386	6	7	720.60	65°
504704.14	2200023.941	7	8	1,134.15	349°
504493.835	2201138.426	8	9	442.15	90°
504935.984	2201137.606	9	10	677.27	100°
505603.495	2201019.520	10	11	1,637.33	101°
507210.973	2200708.283	11	12	1,265.04	199°
506817.720	2199505.918	12	13	138.90	139°
506910.800	2199402.809	13	14	639.51	56°
507537.359	2199274.759	14	15	1,763.38	53°
509281.554	2199015.338	15	16	527.17	176°
509309.809	2198488.924	16	17	1,715.56	205°
508580.952	2196935.889	17	18	469.53	117°
508997.405	2196719.024	18	19	418.81	53°
509408.761	2196640.337	19	20	567.33	73°
509908.832	2196372.386	20	21	130.09	153°
509977.578	2196261.941	21	22	296.47	219°
509792.046	2196030.691	22	23	212.60	182°
509770.546	2195819.191	23	24	215.96	119°
509959.265	2195714.191	24	25	506.76	186°
509904.046	2195210.441	25	26	400.30	193°
509800.796	2194823.691	26	27	707.19	165°
509989.703	2194142.191	27	28	729.13	275°
509251.515	2194179.691	28	29	733.30	235°



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

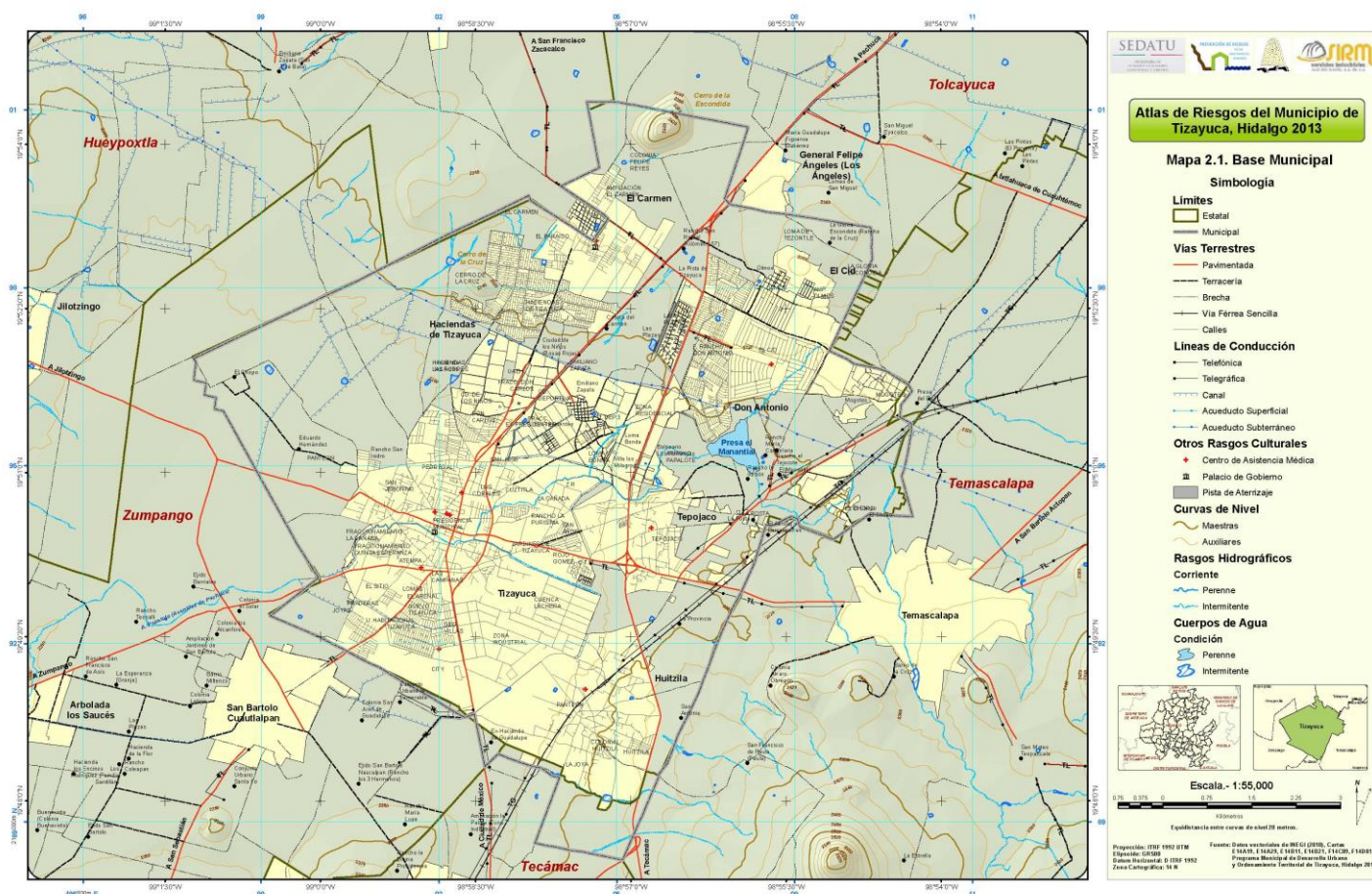


508650.578	2193759.441	29	30	597.46	291°
508090.640	2193967.941	30	31	151.78	342°
508039.765	2194110.941	31	32	105.55	300°
507940.359	2194146.441	32	33	198.34	244°
507761.265	2194061.191	33	34	114.46	240°
507662.734	2194002.941	34	35	148.79	277°
507514.078	2194009.441	35	36	657.41	195°
507327.046	2193379.191	36	37	1,312.83	203°
506764.609	2192192.941	37	38	854.42	201°
506459.265	2191394.941	38	39	1,533.82	204°
505852.015	2189986.441	39	40	195.94	218°
505730.234	2189832.941	40	41	75.11	206°
505707.013	2189761.502	41	42	1,532.03	203°
505098.396	2188355.548	42	43	1,505.96	281°
503619.710	2188640.870	43	44	1,179.50	20°
504032.057	2189745.948	44	45	130.96	280°
503903.796	2189772.441	45	46	228.95	308°
503719.984	2189908.941	46	47	213.79	282°
503510.984	2189953.941	47	48	547.22	290°
502997.903	2190144.197	48	49	311.45	226°
502772.648	2189929.112	49	50	901.88	349°
502595.546	2190813.441	50	51	170.66	251°
502434.421	2190757.191	51	52	1,660.61	301°
501002.953	2191598.941	52	53	1,160.87	297°
499967.703	2192124.191	53	54	882.64	293°
499155.703	2192470.191	54	55	1,034.98	53°
499967.703	2193111.941	55	56	2,347.80	338°
498706.828	2195092.441	56	0	1,950.80	152°



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRESTRE Y URBANO

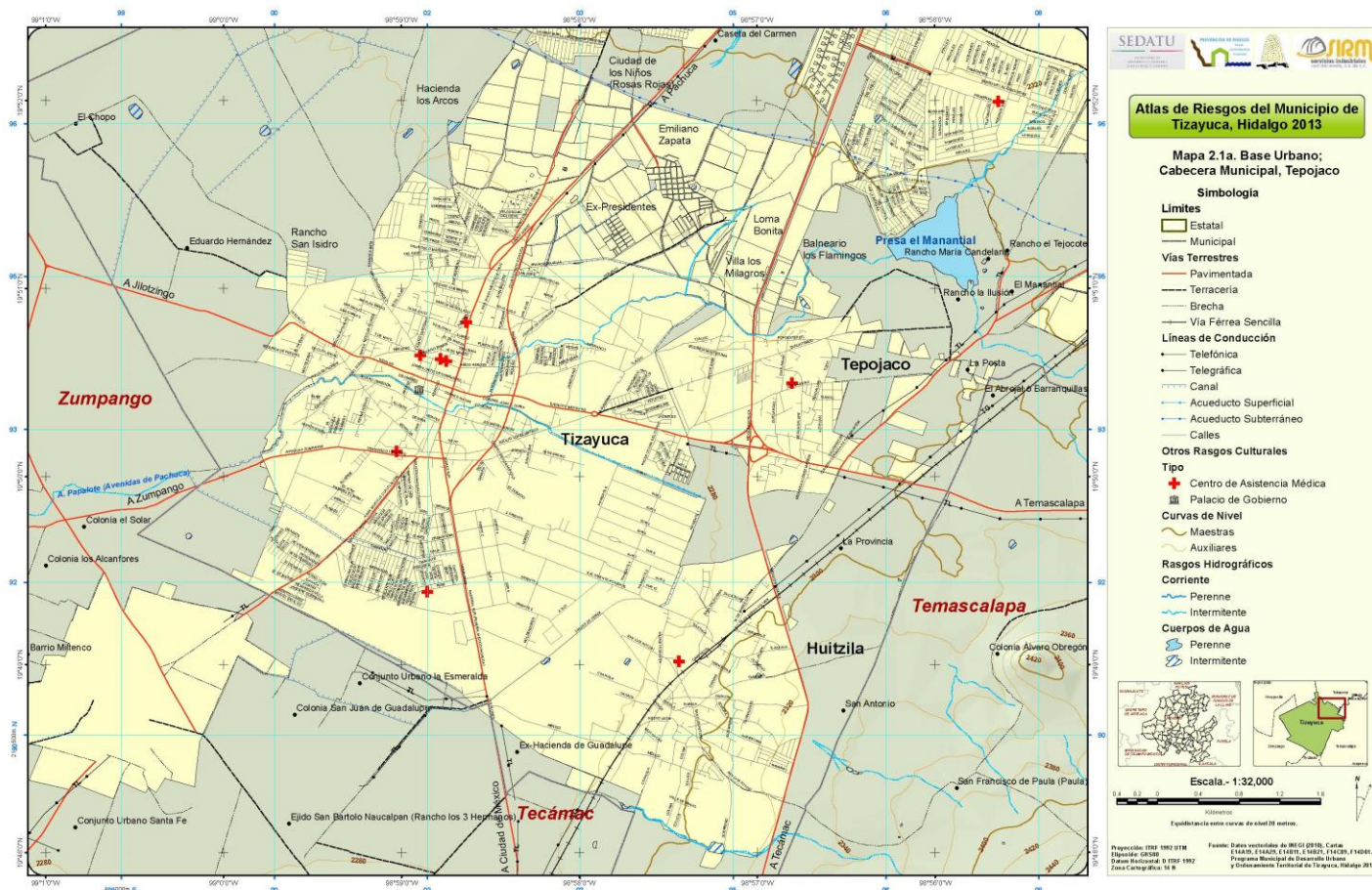


A su vez, de acuerdo a la Cartografía del Marco Geoestadístico 2010, de los polígonos de localidades urbanas geoestadísticas se definieron los límites de la Zona Urbana de Tizayuca, Cabecera Municipal con Clave Geoestadística 130690001, y Tepojaco, con Clave Geoestadística 130690019, localizadas al Centro del Municipio. (Mapa 2.1a.).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

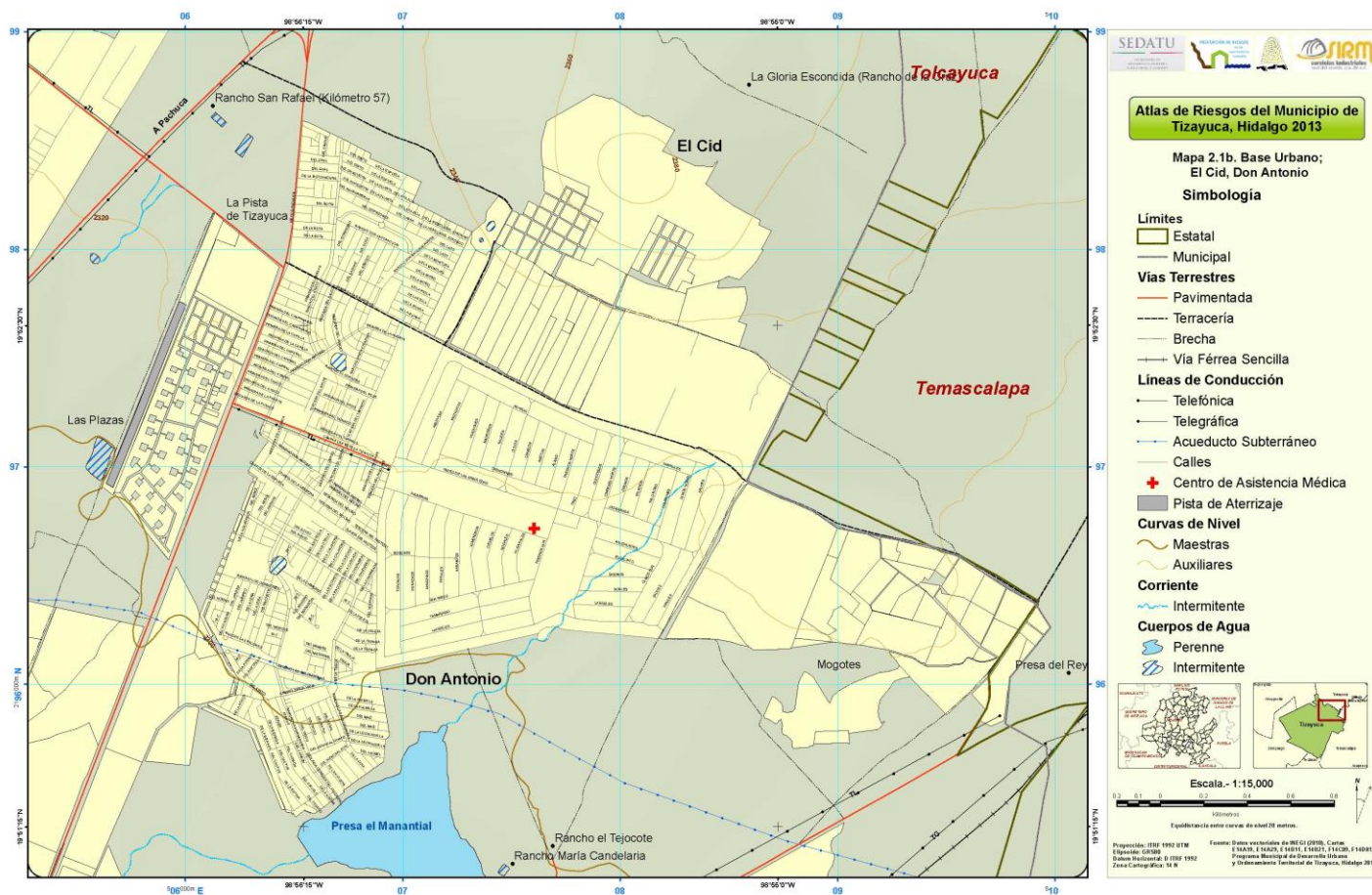
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



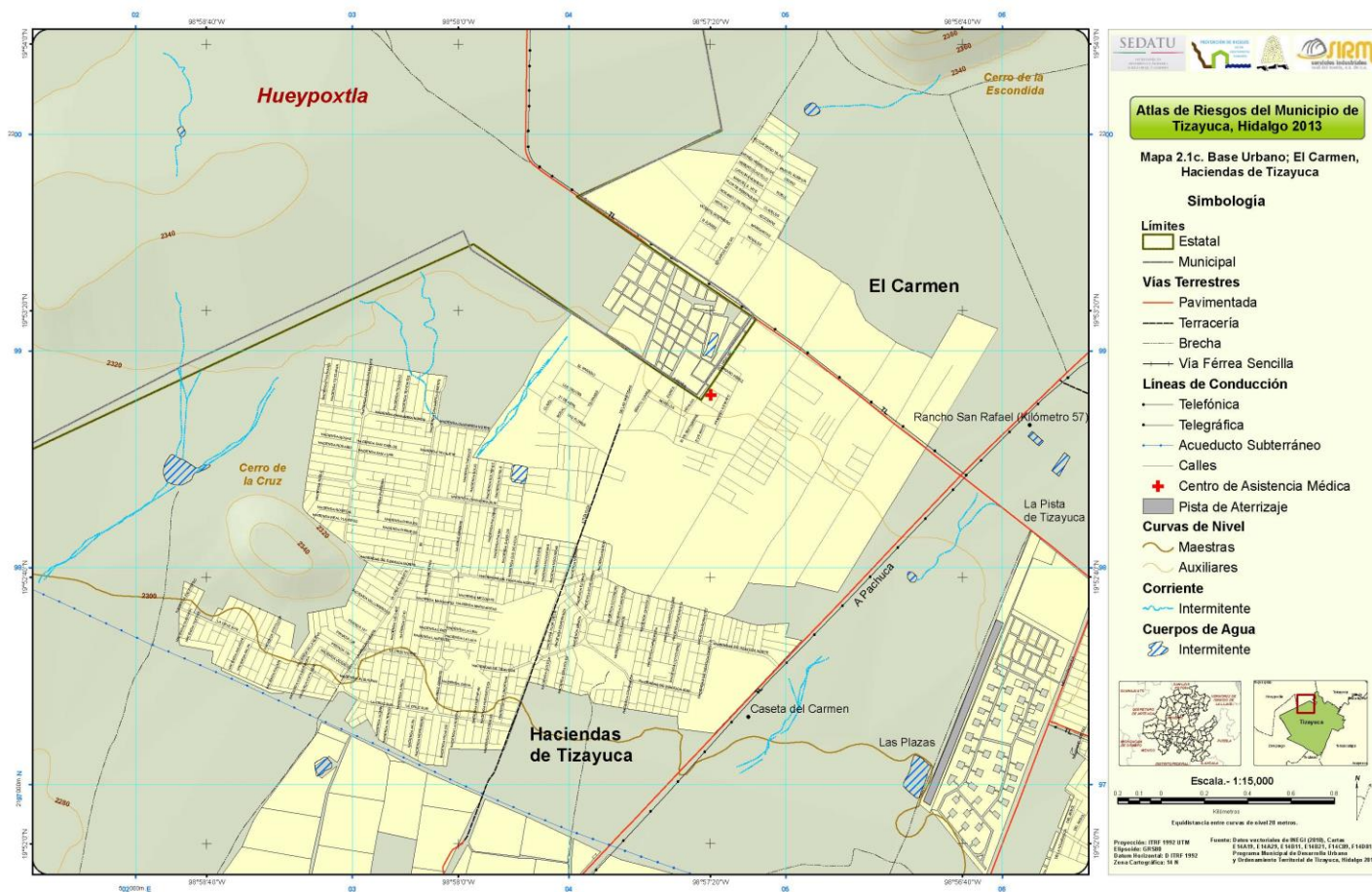
Para tener un mejor Análisis del Municipio, se definieron acercamientos a las Zonas Urbanas como es el caso de la Zona correspondiente al El Cid, con Clave Geoestadística 130690010, y Don Antonio, con Clave Geoestadística 130690042, ubicadas al noreste del Municipio. (Mapa 2.1b.).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013



Finalmente se realizó también un acercamiento a la región noroeste del Municipio donde se definieron las Zonas Urbanas de El Carmen, con Clave Geoestadística 130690002, y Haciendas de Tizayuca, con su respectiva Clave Geoestadística 130690044. (Mapa II.1c.).



2.2. NIVELES GEOGRAFICOS DE ANALISIS

El Análisis de los Peligros de origen natural que afectan a Tizayuca, se desarrolló siguiendo las **Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013**, de la **SEDATU**, se determinó por lo tanto, los siguientes niveles y escalas de Análisis para cada uno de ellos. (Tabla 2.2.).

TABLA 2.2. ESCALAS Y NIVEL DE ANALISIS DE LOS PELIGROS DE ORIGEN NATURAL QUE AFECTAN AL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO.

FENOMENOS GEOLÓGICOS	NIVEL DE ANALISIS	ESCALA DE ESTUDIO	FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS	NIVEL DE ANALISIS	ESCALA DE ESTUDIO
1. Erupciones Volcánicas	1	Regional- Municipal	10. Ondas Cálidas y Gélidas	2	Regional
2. Sismos	3	Regional- Municipal- Urbano	11. Sequías	1	Municipal



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

3. Tsunamis	1	No Aplica	12. Heladas	2	Municipal
4. Inestabilidad de Laderas	3	Municipal-Urbano	13. Tormentas de Granizo	1	Municipal
5. Flujos	3	Municipal-Urbano	14. Tormentas de Nieve	1	Municipal
6. Caídos ó Derrumbes	2	Municipal-Urbano	15. Ciclones Tropicales	1	Regional
7. Hundimientos	1	Municipal-Urbano	16. Tornados (remolinos de polvo)	1	No aplica
8. Subsistencia	1	No aplica	17. Tormentas de Polvo	1	No aplica
9. Agrietamientos	1	Municipal-Urbano	18. Tormentas Eléctricas	2	Municipal
			19. Lluvias Extremas	2	Municipal-Urbano
			20. Inundaciones Pluviales, Fluviales, Costeras y Lacustres	2	Municipal-Urbano
			21. Cuencas y Sub-Cuencas	2	Regional-Municipal-Urbano



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

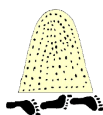
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





CAPITULO 3º

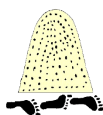
CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

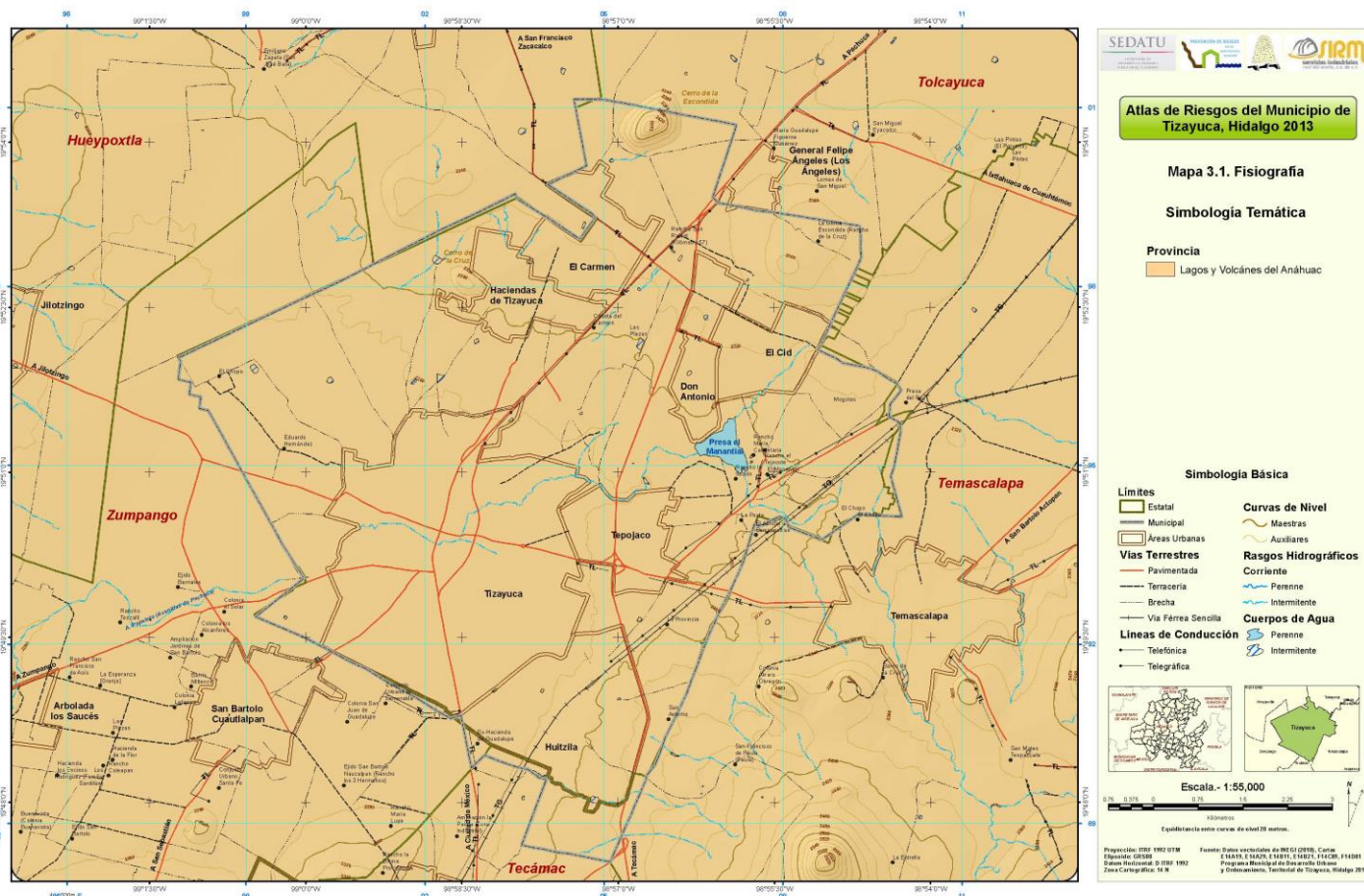




En lo que corresponde al presente **Capítulo**, se describen las condiciones y elementos que integran el medio biofísico referidos al Municipio de Tizayuca, las cuales sirvan para establecer las Bases del Análisis posterior a los peligros a los que puede estar sujeto el Territorio Municipal.

3.1. FISIOGRAFIA

Para la descripción de las características fisiográficas del Municipio de Tizayuca, es preciso mencionar que de acuerdo con los datos obtenidos de Cervantes *et al* (1990), se ubica en su totalidad en la Provincia Fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal y de manera particular en la Sub-Provincia Lagos y Volcanes del Anáhuac. (Mapa 3.1.).



Por lo anterior, Lugo-Hubp (1990), afirma que a lo largo de toda la extensión de dicha Provincia, existen lagos actuales y huellas (sedimentos) de antiguos valles fluviales, glaciares y formas del relieve que corresponden al Pleistoceno tardío y Holoceno; el relieve consiste en una serie de planicies escalonadas que se extienden desde Colima y Nayarit, hasta la región de los volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote en el estado de Veracruz.

En este contexto, la Sub-Provincia Lagos y Volcanes del Anáhuac, se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas acumuladas desde mediados de la era terciaria, hasta el



presente. Consta de una serie de sierras volcánicas que se alternan con llanuras formadas en su mayoría por vasos lacustres y que en general es el sistema de topoformas predominantes del Municipio.

3.2. GEOMORFOLOGIA

El origen del relieve en la superficie está relacionado con la dinámica interna de la Tierra, representada por procesos generadores (endógenos) y los modeladores (exógenos). Dentro de los primeros se encuentran el vulcanismo y tectónica, los cuales producen el relieve positivo representado por montañas, sistemas de lomeríos, domos, entre otros. La interacción entre las estructuras con los elementos del clima genera la disgregación de los materiales (intemperismo), ocurrido lo anterior, comienza la acción de los agentes que modifican estas estructuras (agua, viento, hielo, gravedad, ser humano).

De esta forma, la intensidad y frecuencia con que actúan los agentes antes mencionados sobre los materiales (rocas, sedimentos), características climáticas, modificaciones realizadas por el hombre, derivan en la configuración actual del relieve.

Debido a que la Zona de Estudio se encuentra emplazada sobre el Sistema Volcánico Transversal, el origen y modelado está sujeto a las características de los materiales que componen al Municipio de Tizayuca, así como, la interacción con el resto de los elementos ambientales presentes en la Zona.

Los procesos endógenos corresponden al vulcanismo, el cual generó relieve positivo representado por domos de composición basáltica; cabe señalar que factores como la antigüedad del material, así como, el tipo de material que los conforma, limitan la acción erosiva de tipo eólica e hídrica sobre estas estructuras no es representativa, esto se evidencia al no presentarse formas asociadas a los procesos señalados. Estas geoformas se ubican al norte del Municipio, tienen menor representación espacial equivalente al 0.79% de la superficie total - 0.73 km² - (Tabla 3.2.).

TABLA 3.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS Y SUPERFICIE DE COBERTURA EN TIZAYUCA

Unidad Geomorfológica	Superficie en km ²	Porcentaje con respecto al Municipio
Domo de origen volcánico constituido por material basáltico	0.73	0.79
Piedemonte desarrollado sobre materiales de constitución basáltica	3.78	4.09
Piedemonte originado por arrastre y acumulación de sedimentos provenientes del relieve circundante	49.29	53.29
Planicie constituida por material aluvial	37.67	40.73



Valle fluvial con dinámica acumulativa - erosiva	1.01	1.10
Total	92.5	100.00

Fuente: Elaborado a partir de los datos vectoriales de INEGI

Los Procesos Exógenos, producen formas del relieve de tipo erosivo, así como, acumulativo, las cuales están directamente relacionadas con la interacción de los agentes modeladores. Al interior del Municipio de Tizayuca, las formas erosivas están asociadas a la formación de valles fluviales, desarrollados en las Zonas de debilidad, éstos valles discurren del noreste hacia el sureste del Territorio Municipal.

Esta dinámica se caracteriza por la profundización de los cauces, la cual va a depender de la cantidad de agua y sedimentos que transporta, así como, la resistencia de los materiales. Por tal motivo, cambios en los factores antes señalados generan fluctuaciones entre la acción erosiva y acumulativa.

Las estructuras resultado de la acumulación de sedimentos, corresponden a los piedemonte y planicie aluvial. Ambos son resultado del transporte y deposición de materiales provenientes de Zonas altas, no obstante, varían en su composición, por lo que se subdividen en dos tipos.

El primero, se desarrolló a partir del arrastre y acumulación de sedimentos provenientes del relieve circundante, constituido principalmente por estructuras generadas durante otras etapas volcánicas de la Zona, es el de mayor abundancia, su distribución es de norte a este, ocupando el 53% de Cobertura Municipal (49.02 km²). (Mapa 3.2.).

El otro tipo de piedemonte, se localiza en la porción sureste con una superficie de 3.78 km² (4.09%), constituye una zona marginal entre las estructuras volcánicas localizadas fuera de los límites municipales y la planicie aluvial; está constituido principalmente por materiales de origen volcánico (basalto).

Los sedimentos con dimensiones menores tienen la posibilidad de ser transportados a mayores distancias, por otra parte, los materiales que constituyen el piedemonte continúan siendo afectados por el intemperismo, lo que genera nuevos sedimentos para ser transportados. Al continuar esta dinámica, se produce la deposición formando una planicie constituida por materiales aluviales, la cual se caracteriza por morfología plana con pendientes entre los 0° y 3°.

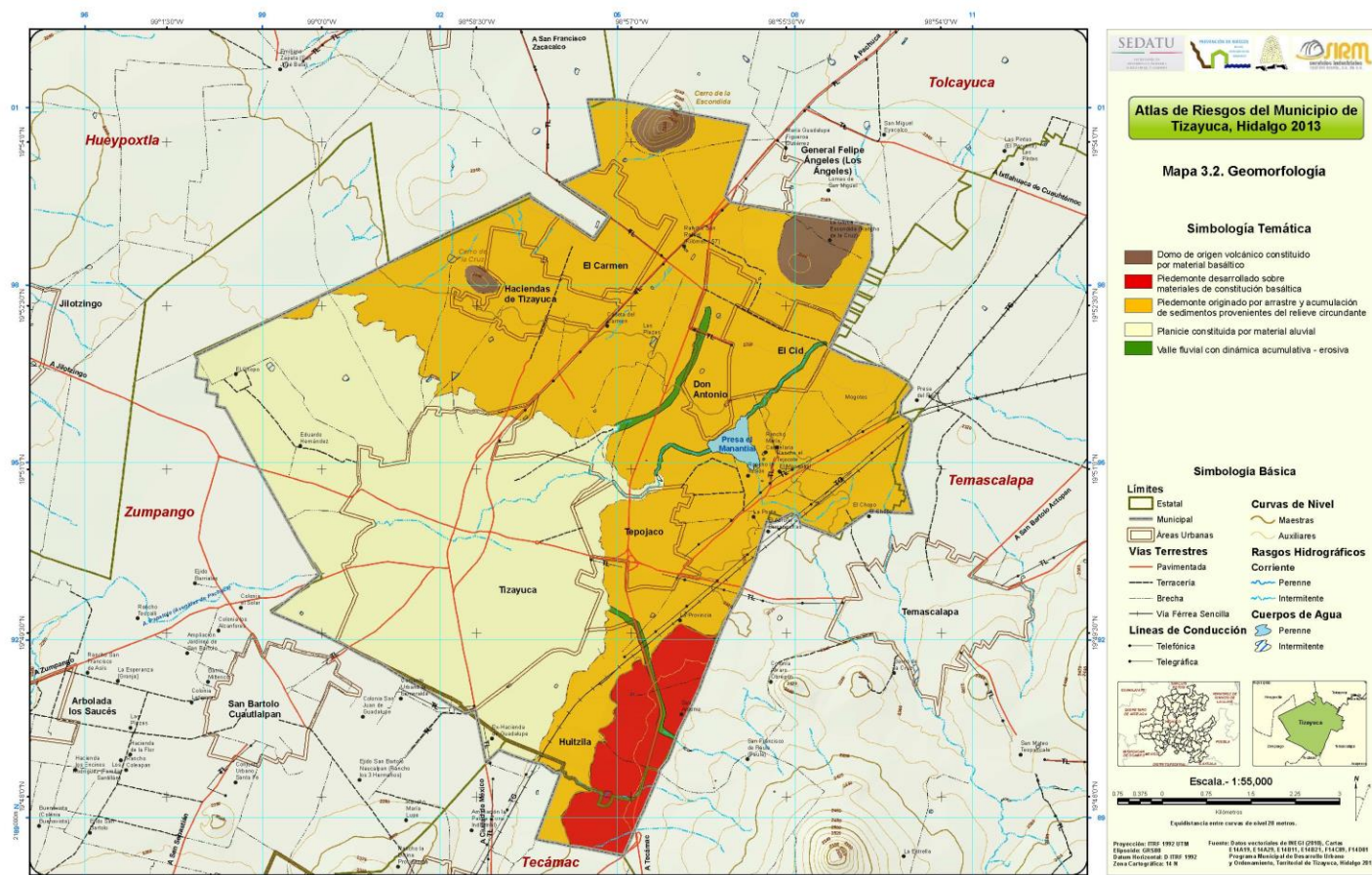
Como se señaló anteriormente, las características de las planicies aluviales permiten la acumulación de agua superficial y subterránea, así como, el asentamiento de Zonas Urbanas y actividades económicas (agrícolas). En Tizayuca, esta unidad se extiende en la Zona Centro-Sur ocupando el 40.7%, del Municipio (37.64 km²).

3.3. GEOLOGIA

El marco regional correspondiente a la Zona de Estudio, se caracteriza por la presencia del Sistema Volcánico Transversal (SVT), constituido por materiales volcánicos de composición diversa, emitidos principalmente durante el Terciario y formaron los estratovolcanes que representan las principales elevaciones del País, no obstante, también existen productos



generados durante el Cuaternario, asociados principalmente a un vulcanismo con materiales de tipo basáltico.



El conjunto de estos depósitos sobreyacen a las rocas de origen sedimentario que conforman el basamento de México, por lo que la profundidad varía a lo largo del **SVT**, encontrándose afloramientos conforme se acerca a la Sierra Madre Oriental.

Por otra parte, la formación de los distintos sistemas montañosos que integran esta provincia fisiográfica (Sierra de las Cruces, Sierra Nevada, Chichinautzin, Sierra de Pachuca, entre otras), así como, el control estructural sobre estas estructuras, originó Cuencas de deposición de tipo endorreico (Cuenca de Toluca, Cuenca de México, Cuenca de Puebla).

Ambos elementos repercuten en las características litológicas del Municipio de Tizayuca, ya que se localiza en una Zona influenciada por los procesos antes señalados. No obstante y debido a la ubicación del Territorio Municipal, la diversidad geológica se circunscribe a dos tipos de material principalmente. (Tabla 3.3.).

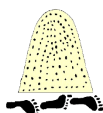


TABLA 3.3. DISTRIBUCION GEOLOGICA DE TIZAYUCA

Unidad	Superficie en km ²	Porcentaje con respecto al Municipio
Aluvión	62.37	67.43
Andesita - Basalto	30.13	32.57
Total	92.5	100.00

Fuente: Servicio Geológico Mexicano SGM (1997)

Los materiales más antiguos en la Zona, corresponden a depósitos de tipo lacustre localizados al noroeste, los cuales fueron producto del continuo acarreo y sedimentación en un antiguo lago durante el Terciario.

Durante el Pleistoceno 1.5 Millones de años (Ma), la actividad volcánica extrusiva originó derrames de composición andesítico - basáltica producto de la actividad volcánica desarrollada. La andesita suele comprender granos minerales finos ó vidrio volcánico, compuesto principalmente por sílice, así como, la presencia de micas; puede presentar una textura porfídica (se visualizan los cristales a simple vista), asimismo, la composición química propicia una mayor viscosidad a este tipo de materiales lávicos.

Por otra parte, el basalto es producto de erupciones volcánicas donde la lava se enfría de manera repentina, conforma una masa de roca porosa con textura afanítica (no se visualizan los cristales a simple vista), con propiedades que favorecen la infiltración del agua, ambas se intercalan en la región para dar forma al afloramiento antes descrito.

Esta Unidad se localiza en la porción oriental del Municipio, producto de las emisiones lávicas originadas en edificios volcánicos que se encuentran fuera del Municipio. (Mapa 3.3.); este tipo de material abarca el 32.5% del territorio (30.06 km²).

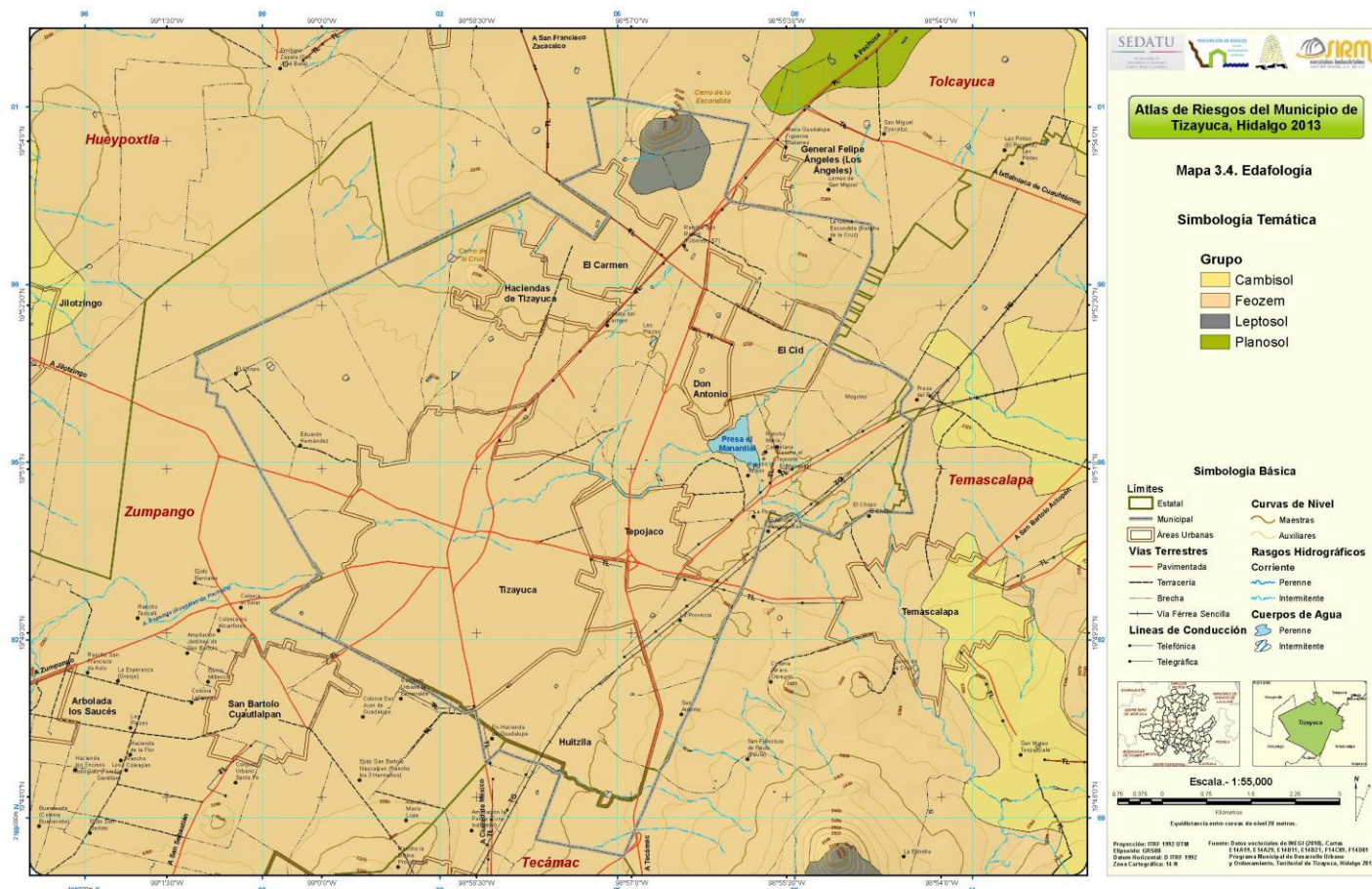
La otra Unidad representativa es el material aluvial del Cuaternario, el cual constituye rellena las Cuencas señaladas anteriormente, con una profundidad que oscila entre los 30 y 300 metros. Este tipo de sedimentos tiene una granulometría que se encuentra entre la arcilla y limo, propiedades que inciden en una menor capacidad de infiltración de agua, por lo que existe la posibilidad de formar cuerpos de agua, asimismo, posee la capacidad de almacenar agua subterránea.

Se distribuye por una franja que va del sureste hasta el noroeste, su cobertura es del 67% del Municipio (61.9 km²), dicho material es producto de la erosión y acarreo desde las Zonas elevadas donde es depositado por el agua en las Zonas bajas lacustres, por lo que es considerado como material no consolidado.



suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también presentan periodos en los que este tipo de suelo se seca, se desarrollan en tierras llanas a onduladas (IUSS, 2007).

Se caracterizan se encuentran intensamente lixiviados, consecuentemente tienen horizonte superficial oscuro rico en humus producto del aporte de materia orgánica, también pueden desarrollarse en pastizales relativamente húmedos y regiones forestales.



Los suelos de tipo Leptosol solo ocupan 0.52 km², con 0.56%, del Municipio, esta Unidad edáfica se localiza al noreste del Municipio. La formación de estos suelos se relaciona principalmente por las condiciones del relieve existente (pendiente), ya que influye en la profundidad por lo que son someros.

También se caracterizan por ser Unidades extremadamente gravillosas y/o pedregosas, lo que repercute en suelos sin desarrollo de estructura, con alta permeabilidad pero fácilmente erodables por acción del agua ó viento; se clasifican como suelos a zonales formados en tierras de altitud media ó alta con topografía fuertemente disectada, (IUSS, 2007).



y no contener geoformas que pudieran acelerar la velocidad de la corriente fluvial, la probabilidad de que ante fenómenos intensos y extraordinarios dichos cauces permanentes, e incluso los intermitentes, puedan sobrepasar sus límites naturales de contención y desbordar sobre gran parte del territorio cercano a dichos cauces, esta condición de peligro se incrementa entre los meses de mayo y octubre, periodo en el cual se concentra gran parte de la precipitación total anual. (ver **Climogramas del Apartado Clima**).

Otro aspecto natural que podrían generar dificultades para la población es el opuesto a la temporada de precipitaciones, es decir el periodo de estiaje, en el cual si bien los cauces no desaparecen, si se reducen las áreas inundadas, lo que implica que el material depositado por el desbordamiento de los ríos se seca y comienza un proceso de generación de partículas sueltas de tamaño micro; esta situación en conjunto con un relieve semiplano puede favorecer que los vientos generen tormentas de polvo, aun cuando estos nos sean muy intensos.

3.6. CUENCAS Y SUB-CUENCAS

El Municipio de Tizayuca, se localiza en la Región Hidrológica 26, del Pánuco, específicamente en la Cuenca del Río Moctezuma (**Mapa 3.6.**), cuya cabecera se localiza en el Estado de México y se extiende hacia el norte, abarcando parte del Estado de Hidalgo y Querétaro en menor proporción; las Sub-Cuencas pertenecientes a la Cuenca del Río Moctezuma, son las Sub-Cuencas del río Acto, río Sala, río Tezo y río Tula, Zona de gran importancia ya que al formar parte de la Cuenca Alta, requiere de atención en cuanto a la calidad del recurso agua y al estado del sistema biofísico en el que se desarrolla; dichas Sub-Cuencas ocupan en conjunto un total de 6,117 km².

Cabe señalar, que el territorio municipal se encuentra comprendido en la Subcuenca del Río Papalote y Río Las Avenidas (**Mapa 3.6a.**), lo cual resulta importante para el abasto de agua para la población; por otra parte, la subdivisión en Nanocuencas Urbanas (**Mapa 3.6b.**), permite identificar la forma en que se distribuye el flujo sobre la zona de estudio.

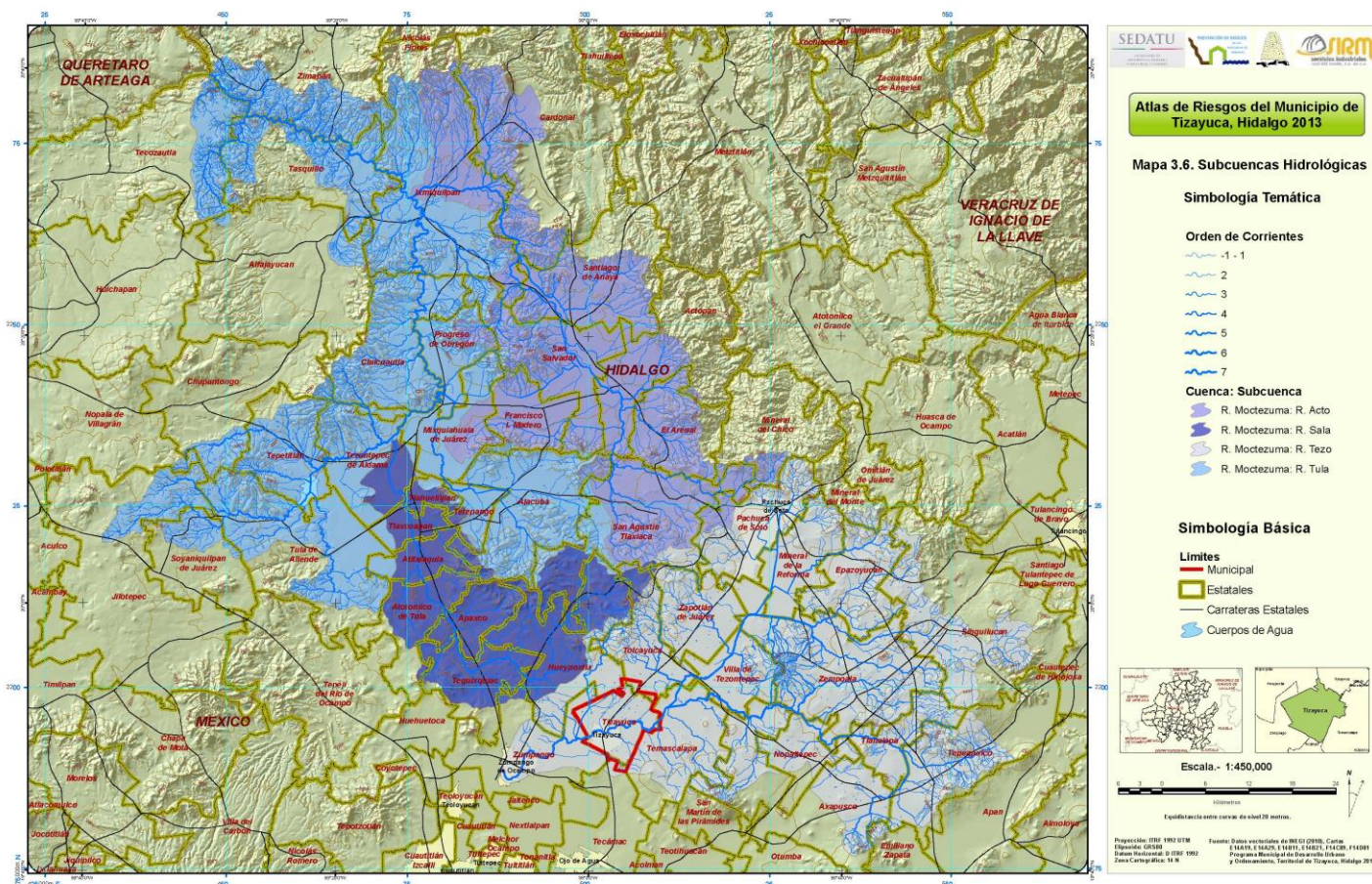
3.7. CLIMAS

Se define como el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado y comprende los extremos y todas las variaciones, por tanto el tiempo varía de un día a otro, el clima de un lugar a otro; así mismo los elementos que hacen variar a los elementos del clima son la latitud, altitud, relieve, distribución de tierras y aguas, y corrientes marinas; estos factores actúan con diferente intensidad y en combinaciones distintas sobre los elementos y los hacen variar de una manera diferente originando los diferentes climas, (García, 1989).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



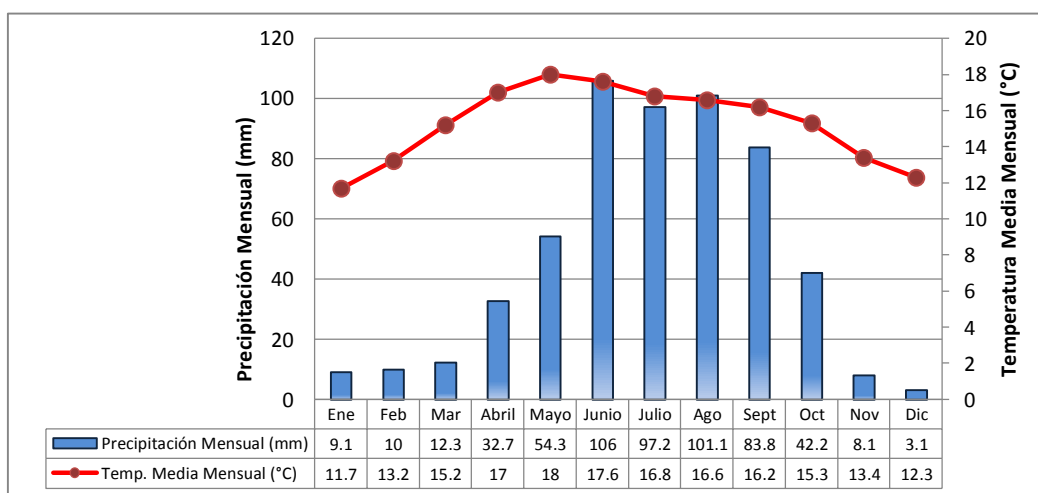
El Municipio de Tizayuca, se localiza en una Zona climática de tipo C (wo), clima templado sub-húmedo el cual se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales entre 12 y 18°C, en el cual la temperatura del mes más frío se encuentra entre los -3 y 18°C, por el contrario el mes más cálido registra temperaturas de 22°C. En el caso de la precipitación, el mes más seco registra valores de 40 mm., dicha región climática tiene su régimen de lluvias en verano con un Índice P/T menor de 43.2, con un porcentaje invernal del 5% al 10.2%, del Total Anual, (Mapa III.7.).

La precipitación media del Municipio gira en torno a los 600 mm. anuales, valor relativamente bajo comparado con otras regiones del país, pero que se magnifica por el bajo nivel de escurrimiento superficial, la recepción de aguas provenientes de Zonas de mayor altitud en el Estado de México, lo que origina que Tizayuca se convierta en un zona de acumulación del agua precipitada. De este total de agua precipitada acumulada anualmente, alrededor del 75%, se concentra en las lluvias veraniegas, que van desde finales del mes de mayo hasta principios de octubre, por lo que en esta temporada se requiere de mayor atención ante escenarios de precipitaciones intensas.



La Estación **13008**, se denomina como “El Manantial”, dicha Estación se localiza al suroeste de la Presa El Manantial, en la figura anterior se observa que los registros máximos de precipitación oscilan entre valores de 7.5 a 93.4 mm., donde los valores máximos de presentan en los meses de junio a septiembre con valores de 82.7 a 93.4 mm., este último valor fue registrado en el mes de agosto; por el contrario los valores mínimos de precipitación se registraron en los meses de noviembre a febrero, cuyo valor mínimo se presentó en este último mes mencionado, con solo 7.5 mm. En cuestión de la temperatura media mensual se registraron valores de 11.1 a 17.5 °C, en dicho periodo de tiempo, donde los valores máximos registrados se presentan en los meses de abril a agosto; mientras que los valores mínimos de temperatura se muestran en los meses de noviembre a febrero con valores de 11.1 a 12.8 °C.

GRAFICA 3.2. CLIMOGRAMA DE LA ESTACION 13091- “TIZAYUCA” (DGE)



Fuente: SMN, 2013

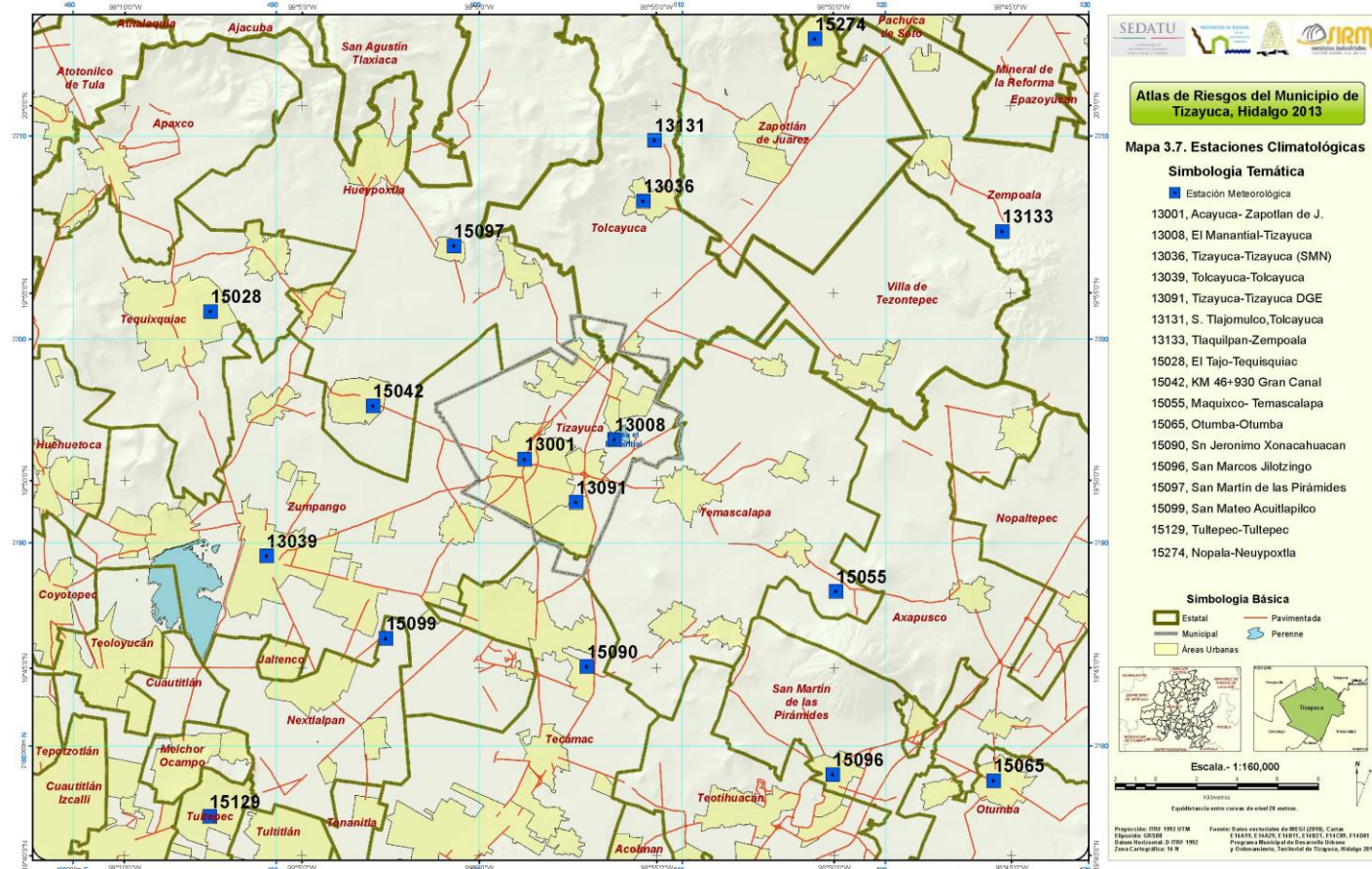
La Estación **13091**, denominada “Tizayuca (DGE)”, se localiza al norte de la localidad de Huitzila, en dicha Estación se registraron valores de precipitación de 3.1 a 106 mm. en el periodo de 1951 a 2010, donde los valores máximos se presentan en los meses de junio a septiembre, por el contrario los meses de noviembre a febrero señalan precipitaciones bajas con rangos de 3.1 a 10 mm., donde el valor mínimo se presentó en el mes de diciembre. En relación a la temperatura media mensual se registraron valores que van de los 11.7 a los 18 °C, en este sentido los valores máximos de temperatura se presentan en los meses de abril a septiembre, por el contrario se observa que en los meses de noviembre a febrero se presentan los valores mínimos de temperatura considerando a enero como el mes más frío del Municipio con un valor de temperatura de 11.7 °C.

Entre ambas Estaciones existen diferencias en cuanto a los meses con mayor registro de precipitación, pero en ambas se puede leer la clara concentración de precipitación veraniega y se reafirma que en este período se precipita alrededor del 75%, de la lluvia total durante un año. Más específico, de junio a septiembre, se tiene la mayor concentración de agua de lluvia, temporada



en la cual también se tiene un incremento en la temperatura media (aunque no los valores más altos) lo que implica el incremento en la humedad atmosférica.

Adicionalmente, se muestra la distribución de las estaciones meteorológicas que se utilizaron para analizar peligros como granizadas o tormentas eléctricas (Mapa III.7a.).



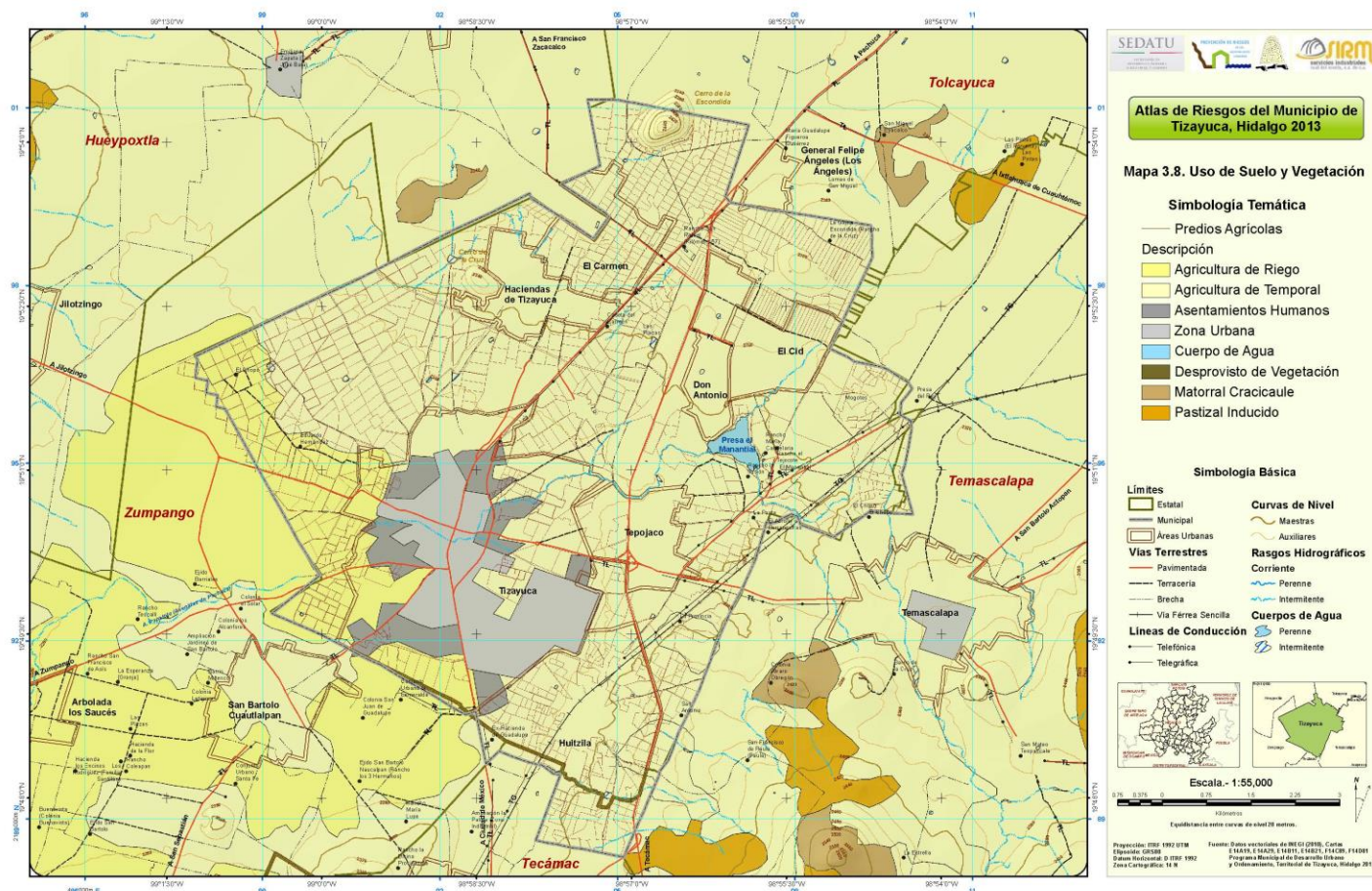
3.7. USO DE SUELO Y VEGETACION

El Uso de Suelo, está definido por actividades humanas en la mayor parte del Territorio Municipal, el cual presenta Uso de Suelo Agrícola y Asentamientos Humanos, con lo que la presencia de vegetación es mínima ó escasa, para la escala de trabajo no figura ninguna asociación vegetal, únicamente la Presa el Manantial, como cuerpo de agua más importante. (Mapa III.8.).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



El porcentaje territorial destinado a la agricultura de riego y temporal es de 86% (79.55 km²), su cobertura se orienta en una franja que va de noroeste a sur, con lo cual se evidencia la disminución de la cobertura de las asociaciones vegetales para un cambio de Uso de Suelo orientado a actividades productivas primarias. La Cabecera Municipal es el límite entre las Zonas de agricultura de riesgo y de temporal; la primera se ubica hacia la zona suroeste del Territorio Municipal, en los alrededores del Rancho San Isidro, en donde es de gran utilidad el uso de las técnicas de riesgo. El resto del Municipio, con excepción de la Cabecera Municipal y Zonas Urbanas periféricas, presenta riesgo de temporal.

Las Zonas aisladas que aún conservan rasgos de la vegetación original presentan evidencias y rezagos de la existencia de vegetación baja y arbustiva, además de cactáceas como maguey, cactus y nopal, junto con huizache, capulín, además de vegetación media aislada compuesta por pirul y pino. Las condiciones edafológicas y climáticas permiten el florecimiento de árboles frutales y hierbas silvestres.

La tercera mayor cobertura territorial está definida por los Asentamientos Humanos, ocupando el 4.6% (4.25 km²), del total del Municipio, siendo la Cabecera Municipal la mayor área urbana, seguida de las localidades de Huitzila, Tepojaco, El Cid y El Carmen.



Por último mencionar la presencia del cuerpo de agua Presa El Manantial, ubicada en la Zona noreste del Territorio Municipal, que representa el Uso de Suelo con menor cobertura. Ante lo anterior, es posible concluir que Tizayuca, no posee cobertura vegetal significativa y la mayor superficie está destinada a actividades humanas productivas de tipo primaria, en específico agricultura, y sus asentamientos. (Tabla 3.5.), sin embargo, la tendencia es el cambio de Uso de Suelo hacia ocupación habitacional, por lo que las Zonas Urbanas tienden a la expansión, modificando aun más el medio físico, con las alteraciones que esto representan y la potencialización de peligros, por ejemplo inundaciones.

TABLA 3.5. COBERTURA DEL USO DE SUELO Y VEGETACION

Unidad	Superficie en km ²	Porcentaje con respecto al Municipio
Agricultura de Riego	9.89	10.70
Agricultura de Temporal	70.78	76.52
Asentamientos Humanos	4.25	4.60
Cuerpo de Agua	0.41	0.45
Zona Urbana	7.15	7.73
Total	92.5	100.00

Fuente: INEGI, 2008

3.8. AREAS NATURALES PROTEGIDAS

Al año 2013, el Municipio de Tizayuca, no presenta Areas Naturales Protegidas ó Areas de Conservación Estatales ó Municipales, sin embargo, el **Gobierno Municipal 2012-2016**, presidido por el **C. Juan Núñez Perea**, tiene como objetivo la conservación de las Zonas Naturales existentes en el Territorio Municipal, que incluye los cuerpos de agua, los polígonos susceptibles de rescate y los polígonos urbanos.

Una de las Zonas que se encuentran señalizadas para lograr estos objetivos es la Presa El Manantial, la cual con su recuperación se evitaban posibles inundaciones en sus alrededores y las Zonas de Río de las Avenidas, además de existir un valor estético vinculado a las Areas de río, pudiendo ser un corredor ripario, por lo que se pretende establecer espacios para corredores peatonales, ciclistas, que comuniquen el Municipio, de oriente a poniente de manera natural.

La recuperación de éste Patrimonio Natural también está motivado dados los Impactos Ambientales respecto a la pérdida de espacios abiertos, ya que las Areas Naturales presentan un servicio esencial ante el cambio climático, como la filtración de las aguas pluviales, la reconversión de las emisiones de carbono y la preservación de los hábitats silvestres.

Dentro de los Proyectos para generar Areas Verdes Municipales están:

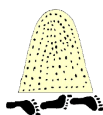
- **Creación del Parque Lineal.**



Dentro del Programa se pretende, dentro de un desarrollo urbano sustentable y aprovechando las restricciones que se tienen para las construcciones sobre la línea de gas, crear un parque lineal con un corredor verde, lleno de esculturas y carriles para peatones para el uso de bicicletas, el cual se crearía dentro de un circuito que va desde El Manantial hasta el extremo nor-poniente del Municipio y subiendo al norte para conectar el Cerro de la Cruz, la Loma de Tezontle, con el nuevo Sub-Centro Administrativo y de Negocios que contempla una Gran Plaza Central.

- **Mejoramiento y Consolidación del Río de las Avenidas.**

Representa otro gran corredor ripario que va desde El Manantial, esta vez hacia su extremo sur-poniente sobre el Río de la Avenidas atravesando en un eje oriente-poniente al Municipio hasta su límite con el Estado de México, aprovechando el cauce de Río y evitando la construcción dentro de ésta Sección para evitar posibles inundaciones con un corredor verde, con vegetación propia del lugar y carriles peatonales de bicicletas que llevarían a los habitantes del Municipio de ambos extremos, atravesando el Centro Histórico del mismo.



CAPITULO 4º

CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y DEMOGRAFICOS



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





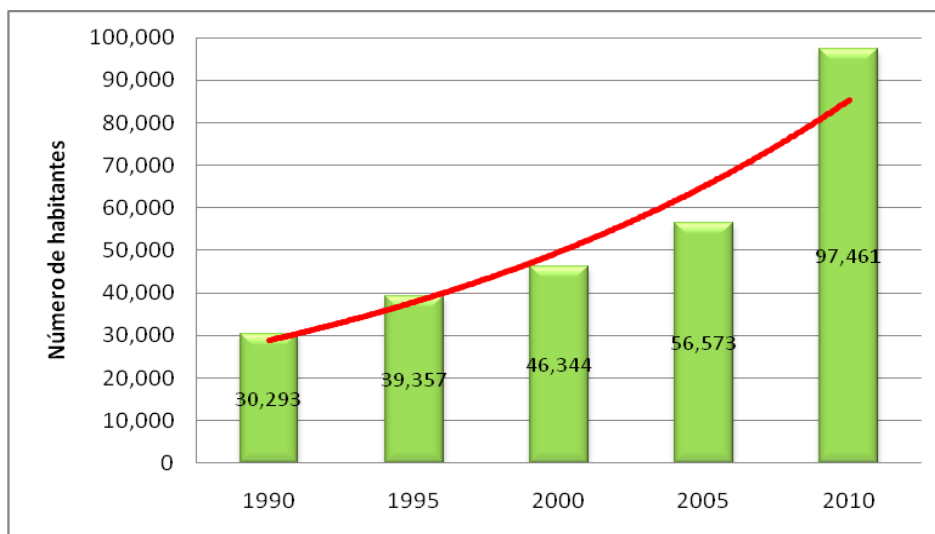
4.1. ELEMENTOS DEMOGRAFICOS:

El Análisis de los elemento demográficos consideró por una parte, y con fines de Cálculo Estadístico y Cartográfico, datos oficiales del Censo de Población y Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática **INEGI**; sin embargo, se señala Información de número de población, según colonia y/o fraccionamiento habitacional, esta Información proporcionada por diferentes Dependencias del **Gobierno Municipal de Tizayuca (2012-2016)**; la misma Fuente de Información, indica una estimación de la población actual con alguna discapacidad, misma que se señala en el apartado correspondiente.

A. DINAMICA DEMOGRAFICA

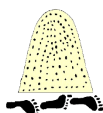
El Municipio de Tizayuca, presenta una dinámica poblacional de crecimiento exponencial, ya que el incremento entre la población de 2005 y la del 2010 es casi del doble (40,888 habitantes más), lo que indica un crecimiento rápido en cinco años, en cambio en años anteriores, durante el periodo 1990-2005, este se muestra de manera paulatina, incrementando entre 7 mil y 10 mil habitantes por lustro, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía **INEGI**, en los diferentes Censos que ha realizado. En veinte años la población pasó de 30,293 habitantes en 1990 a 97,461 habitantes en el 2010, es decir, existe una diferencia de 67,168 habitantes más, esto indica 3,358 personas más por año (Tasa Positiva de Crecimiento Anual de 7%, en dicho periodo). En la (**Gráfica 4.1.**), se aprecia el crecimiento de la población y su tendencia de incremento.

GRAFICA 4.1. DINAMICA POBLACIONAL DE TIZAYUCA, 1990-2010



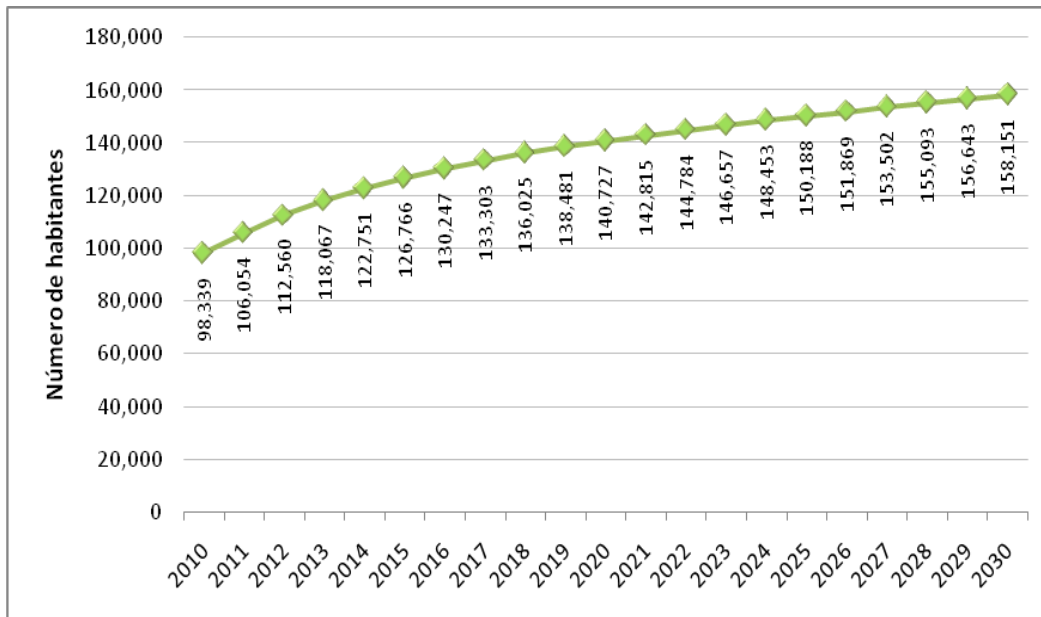
Fuente: INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010

Aunado a esto, las proyecciones realizadas por la Comisión Nacional de Población (**CONAPO**), del municipio al año 2030, muestran que el crecimiento seguirá la misma dinámica que en años anteriores al 2010, alcanzando una población de aproximadamente **158,151** habitantes, con una



Tasa de Crecimiento Anual proyectada de **2.4%** (del 2010 al 2030), que se muestra en la siguiente Gráfica 4.2.

GRAFICA 4.2. PROYECCION DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. 2010-2030



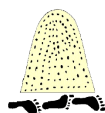
Fuente: CONAPO, 2012

El aumento en treinta años se estima que sea de cerca de 60 mil habitantes, lo que fortalece la dinámica poblacional en crecimiento. Cabe mencionar que aunado a este proceso, la cantidad de nacimientos registrados en el 2010 fue de 1,746 niños en contraste con el número de defunciones que fueron de 287 decesos, comparativamente mucho menor al número de nacimientos que pudieran ser la causa de aumento en la población del Municipio. Además, la Tasa de Natalidad del Municipio es de 18 nacimientos por cada mil habitantes, por debajo de la Tasa Estatal que es de 24 nacimientos por cada mil habitantes.

Cabe mencionar que únicamente el 34%, de la población actual ha nacido en el mismo Estado y que el 63%, ha nacido en otra entidad, lo cual revela la gran cantidad de habitantes que han sido atraídos al Municipio para habitarlo y lo cual explica el crecimiento exponencial que ha tenido la población en los últimos veinte años.

A.1. PROYECCION DE POBLACION SEGUN CONAPO

Considerando los datos anteriores, la **CONAPO**, ha realizado una proyección del crecimiento poblacional hasta el 2030 (**Tabla 4.1.**), misma que permite identificar el número posible de personas afectadas de no mitigar los riesgos actuales.



**TABLA 4.1. PROYECCION DE LA POBLACION DE LOS MUNICIPIOS A MITAD DE AÑO
POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD, 2010-2030**

Clave Municipio	Municipio	Sexo	Grupos de Edad	2010	2015	2020	2025	2030
13069	Tizayuca	Ambos	0-14	31 868	38 591	38 666	37 274	37 217
			15-29	25 702	31 369	35 178	37 935	37 981
			30-44	24 328	32 253	33 080	31 358	30 955
			45-64	13 280	20 072	27 550	35 065	40 443
			65+	3 160	4 482	6 253	8 556	11 555
13069	Tizayuca	Hombres	0-14	16 362	19 889	19 889	19 170	19 130
			15-29	12 460	15 512	17 698	19 144	19 135
			30-44	11 760	15 232	15 282	14 464	14 552
			45-64	6 506	9 813	13 390	16 786	18 955
			65+	1 478	2 106	2 929	3 975	5 363
13069	Tizayuca	Mujeres	0-14	15 507	18 702	18 777	18 104	18 087
			15-29	13 243	15 856	17 479	18 790	18 846
			30-44	12 568	17 021	17 798	16 893	16 403
			45-64	6 774	10 259	14 160	18 279	21 488
			65+	1 683	2 377	3 324	4 581	6 192

FUENTE: CONAPO.

B. DISTRIBUCION DE LA POBLACION

El Municipio de Tizayuca, registra 31 localidades en las que se distribuyen los 97,461 habitantes, siendo el promedio por localidad de 3,144 habitantes, lo que indica la urbanización de la población de acuerdo **INEGI** que considera a las localidades urbanas aquellas con más de 2,500 habitantes.

Sin embargo hay 24 localidades con poblaciones menores a 2,500 habitantes, el resto son mayores a esta cifra, las cuales son la Cabecera Municipal Tizayuca con 43,250 habitantes, Don Antonio con 17,736 habitantes y Haciendas de Tizayuca con 14,787 habitantes, otras localidades son Huitzila, Tepojaco, El Cid y El Carmen, con poblaciones entre 2,502 y 5,151 habitantes. (Tabla 4.2.).

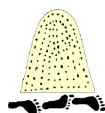


TABLA 4.2. NUMERO DE HABITANTES POR LOCALIDAD

LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	TAMAÑO DE LOCALIDAD
Tizayuca.	43,250	Mayor a 20 mil habitantes
Don Antonio; Haciendas de Tizayuca y Huitzila.	37,674	De 5 mil a 20 mil habitantes
Tepojaco; El Cid y El Carmen.	9,200	De 2,500 a 5 mil
Emiliano Zapata; Las Plazas; Olmos; Ex-Presidentes; El Manantial; Hacienda Los Arcos; Mogotes; Loma Bonita; Villa los Milagros; La Posta y El Chopo.	7,139	De 100 a 2,500 habitantes
La Pista de Tizayuca; Ciudad de los Niños (Rosas Rojas); Flamingos (Balneario); Rancho San Isidro; Rancho La Ilusión (La Casa del Manantial); Rancho San Rafael (Kilómetro 57); El Chopo; Mi Ranchito (Restaurante); San Antonio; Rancho El Tejocote; Rancho Martín Candelaria; La Provincia; y Eduardo Hernández.	198	Menores a 100 habitantes
Total	97,461	

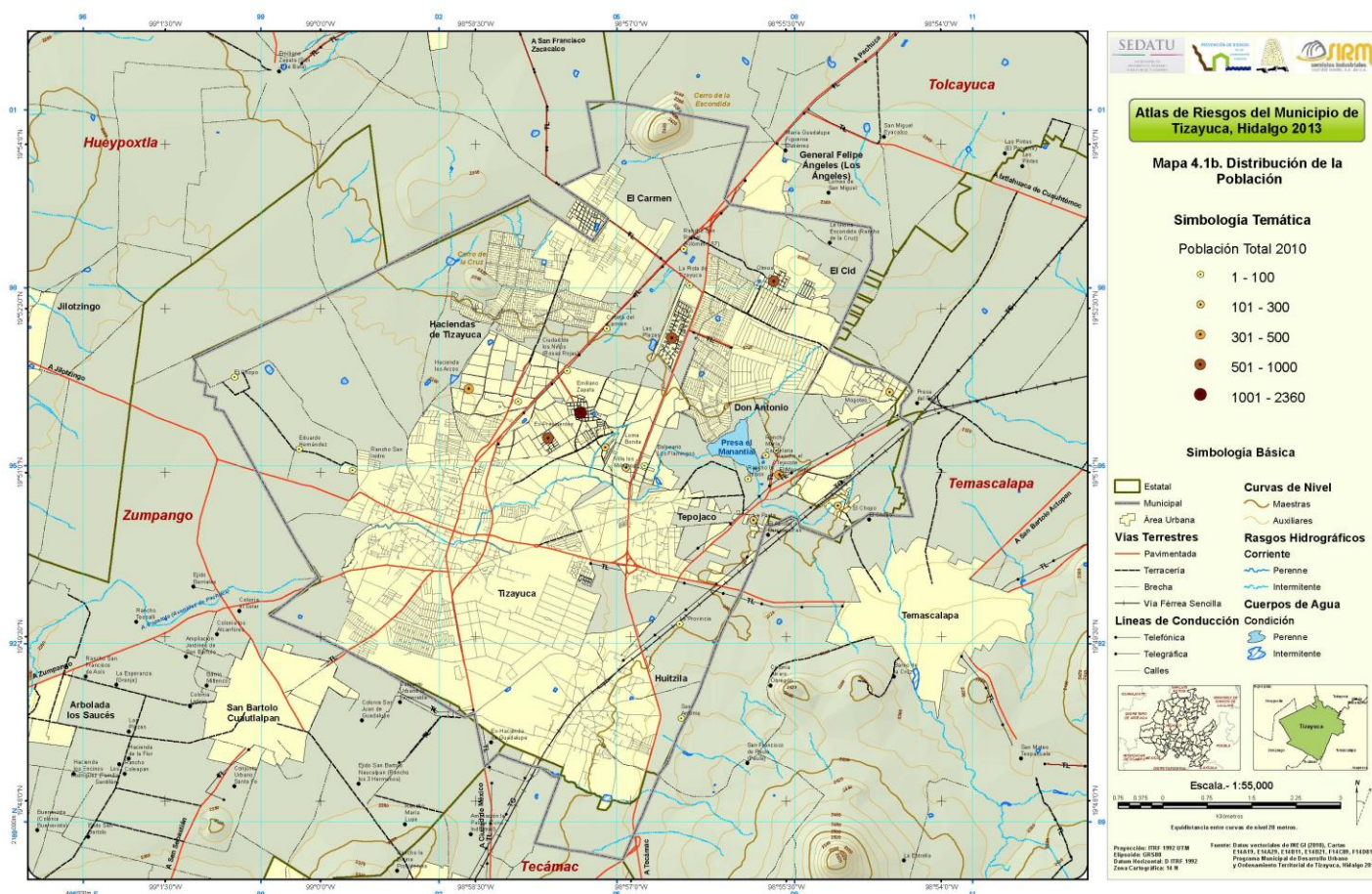
Fuente: INEGI, 2010

De acuerdo con esta Información la mayor parte de las localidades son rurales las cuales albergan el 8%, de la población total, el 14%, de la población se concentra en localidades consideradas urbanas de tamaño medio (entre 2, 500 y 5,500 habitantes) y finalmente el 78%, de la población vive en localidades urbanas (mayores a 10,000 habitantes). (Mapa 4.1b.).



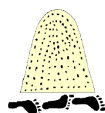
ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO URBANO
TERRESTRIAL Y URBANO



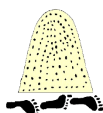
En suma, el porcentaje de población urbana es de 93%, la cual está asentada en las siete localidades con población superior a 2,500 habitantes. Por otro lado, el porcentaje de población rural es de 7%, distribuida en las 24 localidades restantes con población inferior a 2,500 habitantes.

NOTA.- A PARTIR DE INFORMACION PROPORCIONADA POR LA COMISION DE AGUA Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA (PERIODO DE GOBIERNO 2012-2016), SE SEÑALA QUE EL NUMERO DE HABITANTES QUE AL 2013 PRESENTA EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA ES DE: 192,530 HABITANTES. DE LOS CUALES 53,610, SE LOCALIZAN EN LA CABECERA MUNICIPAL.



EN LA SIGUIENTE TABLA SE INDICA EL NÚMERO DE HABITANTES SEGÚN COLONIA Y FRACCIONAMIENTO.

COMISIÓN DE AGUA y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA			
RELACION DE USUARIOS POR COLONIA			
COLONIA	USUARIOS	COLONIA	USUARIOS
Ampliación La Gloria	2	Presidentes Ejidales	31
Ampliación Residencia San Ángel	52	Privada Quinta del Rey	1
Ampliación Lázaro Cárdenas	184	Real San Jerónimo	111
Ampliación Nacozari	4	Residencial San Ángel	5
Antorcha	194	Rojo Gómez	322
Atempa	840	San Antonio	601
Campanas	402	San Luis Olmos	66
Campestre Atempa	79	Tepeyac	285
Carlos Castillo Peraza	49	Tierra Blanca	18
Cd. de los Niños	161	Unidad C.T.M.	281
Centro	284	Unidad Deportiva I	236
Chopo	46	Unidad Deportiva II	94
Cuauhtemoc	1	Unidad Habitacional Tizayuca	1271
Cuztitla	435	Universidad	272
Deportiva	4	Viveros - Del Pedregal	18
El Carmen Hidalgo	184	Bicentenario	67
El Cid de Tizayuca	971	Fraccionamiento La Quinta Esperanza	94
El Manantial	464	Fraccionamiento Los Almendros	171
El Paraíso	100	Fraccionamiento Los Corales	40
El Rosario	55	Fraccionamiento Los Pinos el Pedregal	62
El Sitio	104	Fraccionamiento Los Remedios-El Carmen	26
Ex-Presidentes	275	Fraccionamiento Olivar	11
Felipe Reyes	263	Fraccionamiento Rancho La Purísima	17
Fernando Montes de Oca	94	Fraccionamiento San Ángel	123
Fraccionamiento El Rosal	15	Fraccionamiento San José	42
Fraccionamiento La Cruz	1	Fraccionamiento Villa Magna	925
Fraccionamiento La Esmeralda	38	Bosques de Ibiza	147
Fraccionamiento La Gloria	20	Fraccionamiento Vista Hermosa	610
Gómez Morín	68	Geovillas	499
Heberto Castillo	236	Hacienda Las Torres I	233
Huicalco	381	Hacienda Las Torres II	217
Jacarandas	2	Hacienda Las Torres III	73
La Cañada	47	Héroes Tizayuca SADASI	153
La Legua	86	Jardines I Sección	553



La Perla	46	Jardines II Sección	602
Las Joyas	173	Nuevo Pedregal	28
Lázaro Cárdenas	351	Paseos del Pedregal	11
Loma Bonita	167	Torres del Pedregal	241
Lomas de Tizayuca	40	Fraccionamiento Accordia San Ángel	129
Los Pinos El Carmen	24	Fraccionamiento Bosques del Carmen	12
Los Pintores	21	Fraccionamiento Colonizadores	24
Los Pirules	2	Fraccionamiento Diamantes	38
Luis Donaldo Colosio	94	Fraccionamiento Don Carlos	106
Luis Donaldo Colosio II	64	Fraccionamiento El Potrero I	28
Manuel J. Clouthier	109	Fraccionamiento El Potrero II	24
Marcelino Rojas	18	Fraccionamiento Fuentes de Tizayuca	265
Mogotes	74	Fuentes de Tizayuca	218
Nacozari	624	Fraccionamiento Haciendas de Tizayuca	11151
Nuevo Tizayuca	1990	Rancho Don Antonio	10555
Olmos	137	Ampliación Emiliano Zapata	29
Parque IV	187	Ampliación Emiliano Zapata II	2
Pedregal	1312	Huitzila	2
Plazas	464	Tepojaco	13
Praderas de Tizayuca	82	Zona Industrial	269
Precursores Ejidales	38		

C. MORTALIDAD

La Tasa de Mortalidad, se define como la frecuencia relativa de las muertes ocurridas en una población, dentro de un intervalo específico de tiempo que generalmente es de 1 año. De esta manera dicha Tasa es de 3 muertes por cada mil habitantes, mientras que en el Estado se registran 5 muertes por cada 1,000 habitantes, lo cual indica que la Tasa Municipal es ligeramente inferior a la Estatal.

En el 2011, se registraron 287 defunciones, de las cuales 160 fueron de hombres, 127 de mujeres, además de 21 defunciones de menores de un año, de los cuales 10 fueron de niños y 11 de niñas, sumando un total de 308 defunciones en el Municipio. Esto es que hay mayor mortandad en hombres que en mujeres y mayor en niñas que en niños varones.

En cuanto a la Tasa de Mortalidad Infantil, es de 12 defunciones infantiles por cada mil habitantes, a nivel Estatal dicha Tasa es de 208 niños muertos por cada mil habitantes, muy superior a la TMI Municipal.



D. DENSIDAD DEMOGRAFICA

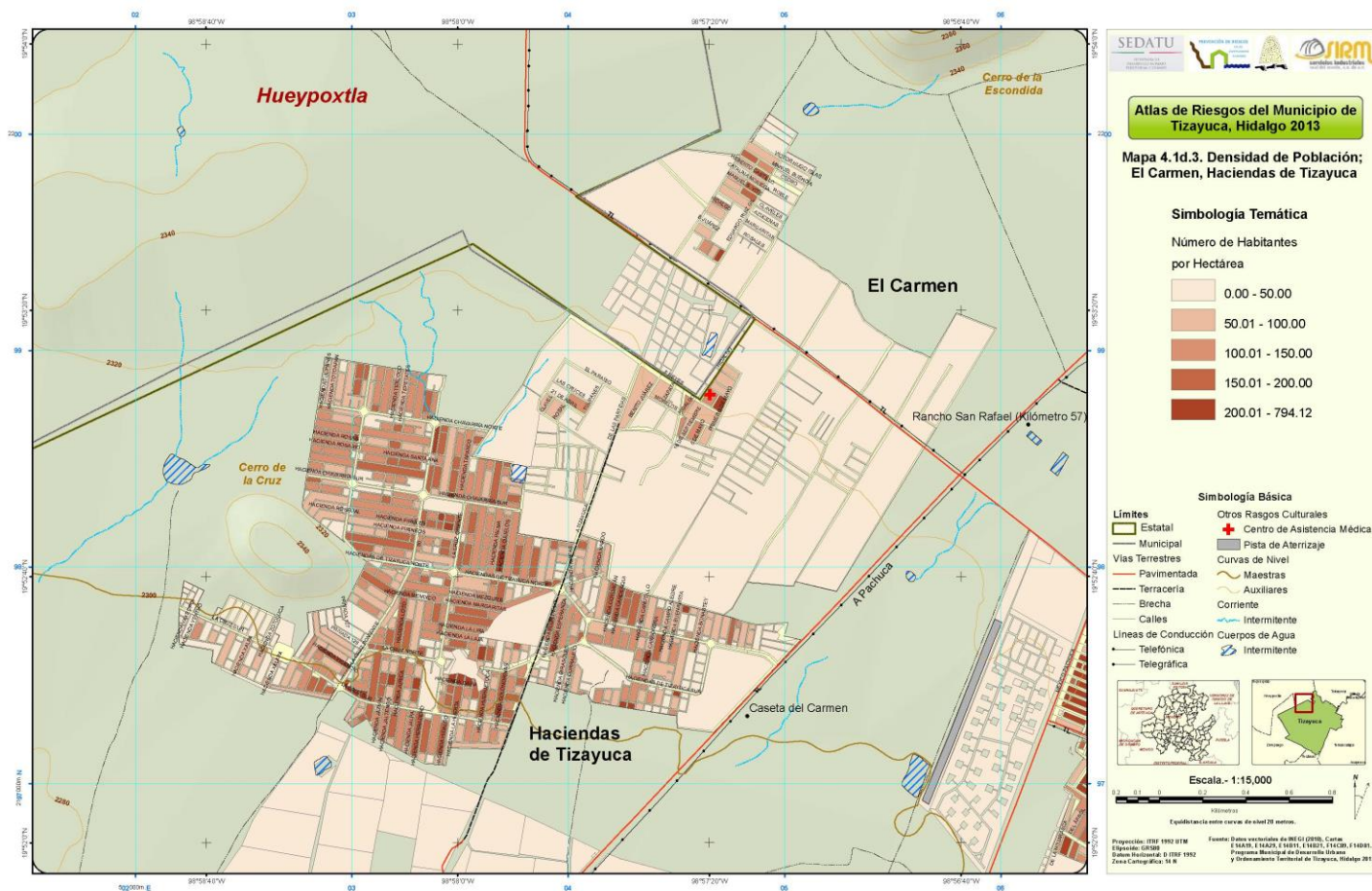
La Densidad de Población, es la relación entre el número de habitantes y la superficie total del territorio expresada en hectáreas, por tanto, la densidad del Municipio de Tizayuca, es de 10.25 hab/ha, ya que la superficie del Municipio es de 9,500 ha. y la población es de 97,461 habitantes.

La Densidad de Población Municipal, es muy superior a la Estatal, ya que esta es de un habitante por hectárea, lo cual refleja Alta Densidad Municipal. (Mapa 4.1d.).

A nivel localidad, la variación de densidad es muy superior al promedio debido a que algunas viviendas son verticales y ello conlleva a mayor ocupación en un espacio reducido, como son manzanas. En la Cabecera Municipal, existen manzanas con una densidad de entre 200 y 704 habitantes por hectárea. Así mismo, también predominan Zonas donde la densidad es de entre 150 y 200 hab/ha. sobre todo al norte de la Cabecera. (Mapa 4.1d.1.).

Con lo que respecta a las localidades El Cid y Don Antonio, gran parte de su territorio tiene una densidad de entre 150 y 795 hab/ha. principalmente al este de estas, en manzanas cercanas a una de las vialidades principales. (Mapa 4.1d.2.).

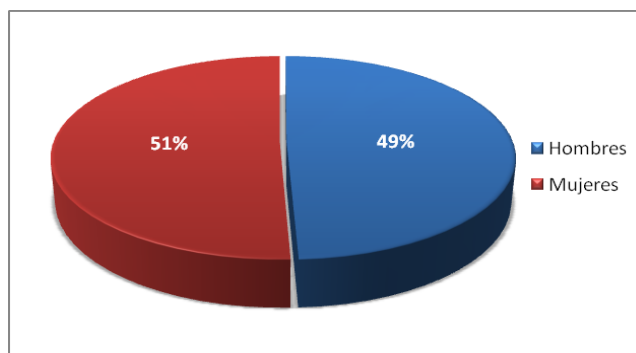
En las localidades El Carmen y Haciendas de Tizayuca, se observa que en su mayor parte, la densidad es de entre 100 y 200 hab/ha. al suroeste, en la colindancia con el Estado de México. (Mapa 4.1d.3.).



E. COMPOSICION DE LA POBLACION

La composición por género se refleja en una relación hombres-mujeres de 98 hombres por cada 100 mujeres en Tizayuca, lo cual indica un equilibrio entre la población, donde el 51% son mujeres y el 49%, como se muestra en la **Gráfica 4.3.**, se aprecia que la población femenina es ligeramente superior a la masculina.

GRAFICA 4.3. PORCENTAJE DE HOMBRES Y MUJERES EN EL MUNICIPIO



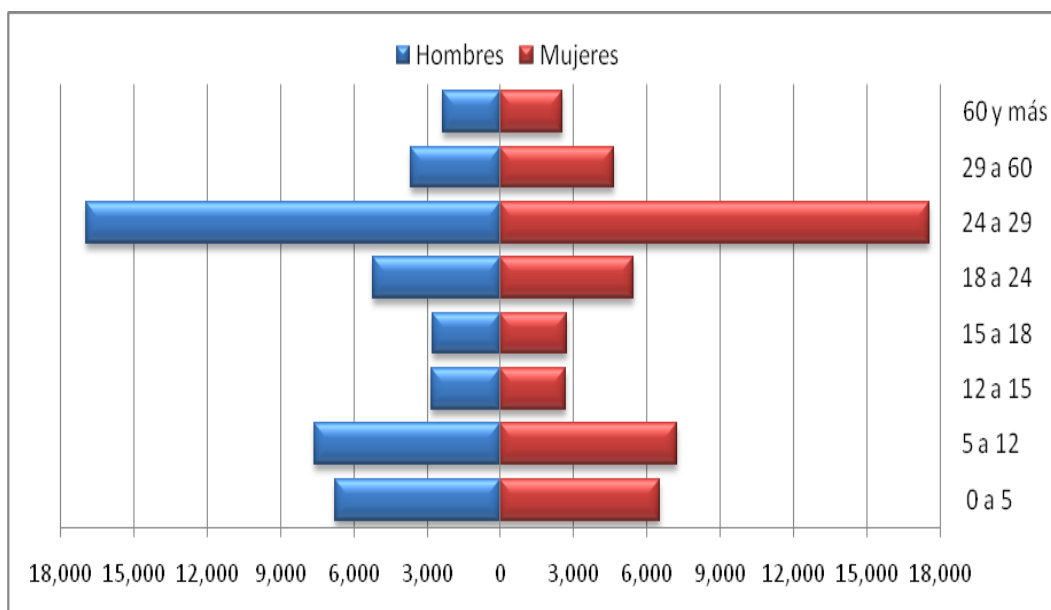
Fuente: INEGI, 2010



En cifras esto quiere decir que 48,102 habitantes son hombres y 49,359 habitantes son mujeres.

Así mismo, la estructura de la población se compone en mayor parte por jóvenes entre 24 y 29 años de edad, que son el rango más grueso de población en comparación con otros rangos de edad, concentrando el 35.4%, del total de la población, seguido por niños de 5 a 12 de años de edad que constituyen el 15.2%, del total de habitantes y niños de cero a cinco años de edad que representan el 13.6%, de los habitantes, en menor proporción se encuentran grupos de edad que van de 12 a 18 años de edad y de 29 a más, como se aprecia en la pirámide de edades (Gráfica 4.4.), elaborada a partir de los datos del censo de población del 2010.

GRAFICA 4.4. PIRAMIDE DE EDADES DE TIZAYUCA



Fuente: INEGI, 2010

La Pirámide, es de tipo descendente debido a que el grueso de población es joven (entre 24 y 29 años), con tendencia a ser ascendente ya que el segundo grueso de población se ubica en la base de la pirámide, es decir, comienza a haber mayor población infantil que adolescente y de adultos mayores, esto probablemente se debe a que el 61%, de las mujeres está en edad reproductiva, (se considera de los 15 a los 49 años de edad), porcentaje que está en rango de edad que más predomina en la población, siendo el número promedio de hijos nacidos vivos por mujer de dos.

En otro aspecto, la población de tres años y más que habla alguna lengua indígena constituye el 1.7%, del total de habitantes en el municipio, de los cuales 904 personas son hombres y 797 son mujeres, además seis personas hablan una lengua indígena pero no habla español, también 4,360 personas pertenecen a un hogar donde el jefe del hogar ó su cónyuge hablan alguna lengua indígena.

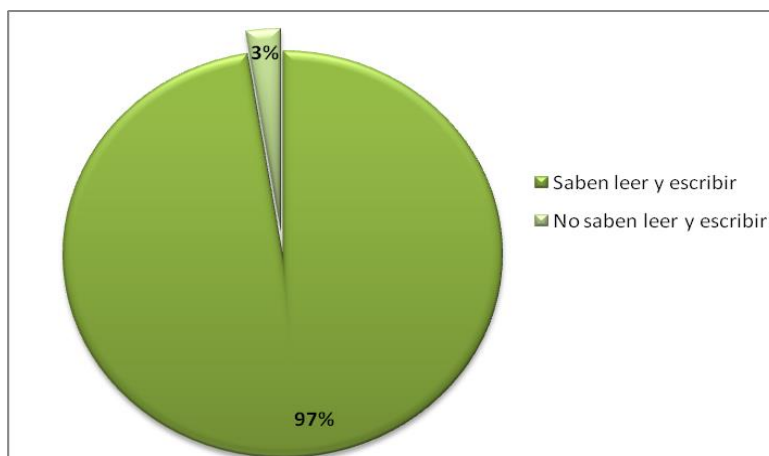


4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

A. ESCOLARIDAD

En lo referente a este rubro de suma importancia se conoce que 1,628 personas de 15 y más años son analfabetas, es decir, no saben leer ni escribir, de las cuales 585 personas son hombres y 1,043 son mujeres lo cual representan el 2.6%, de los habitantes mayores a 15 años, lo cual indica que el 97.4%, de la población mayor a 15 años sabe leer y escribir, reflejando un gran porcentaje de alfabetismo (**Gráfica 4.5.**). En comparación con el porcentaje de analfabetismo a nivel estatal, éste es de 10%. En cuanto al analfabetismo infantil, es decir, niños de entre 8 y 14 años que no saben leer y escribir, en el municipio se encuentran 199 casos y en su mayoría son varones.

GRAFICA 4.5. PORCENTAJE DE ALFABETISMO EN EL MUNICIPIO

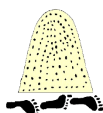


Fuente: INEGI, 2010

De las personas en edad de asistir a la escuela y que no lo hacen se conoce que 313 son niños entre 6 y 11 años y 301 niños de entre 12 y 14 años de edad, además de 3,140 niños de entre 3 y 5 años, representando el 12% del total de población de entre 0 y 14 años de edad. El porcentaje de población con rezago educativo es de 10.5%, de la población de 15 años y más (6,721 personas), es decir que no cuentan con instrucción educativa ó que tiene educación incompleta, de esta cifra, 2,142 habitantes de 15 años ó más sin escolaridad y 4,579 tienen primaria incompleta, en su mayoría mujeres, por otro lado 3,518 personas tienen secundaria incompleta.

Así mismo, 9,561 personas de 15 años y más tiene primaria completa y 19,584 con secundaria completa; 22,083 habitantes de 18 años y más cuentan con educación pos-básica, poco más de la mitad son mujeres. De acuerdo con **INEGI 2010**, el grado de escolaridad de la población mayor a 15 años es de secundaria (9 años de estudio).

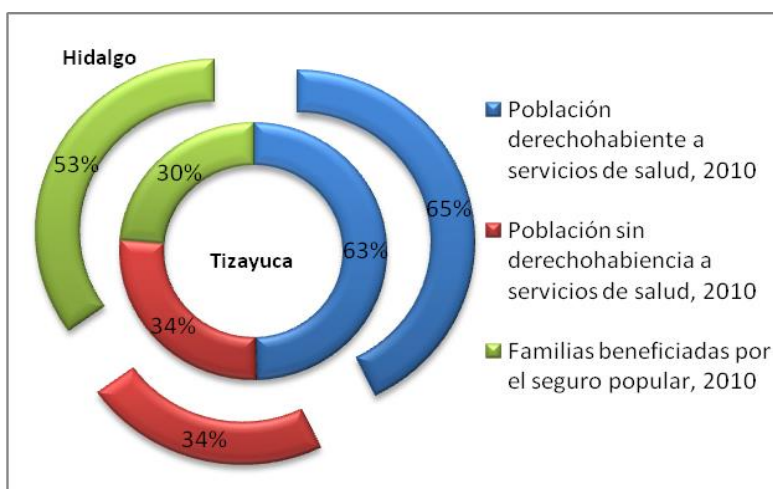
Respecto al número de escuelas, existen 107 escuelas de educación básica y media superior, de las cuales 45 son de preescolar, 43 primarias, 13 secundarias, 1 escuela profesional-técnica y cinco bachilleratos, además nueve escuelas en formación para el trabajo.



B. SALUD

La población derechohabiente a servicios de salud son 61,013 habitantes, de los cuales 39,064 están suscritos al **IMSS** y 4,488 al **ISSSTE**, que en conjunto representan el 63%, del total poblacional y el restante 34%, no cuenta con afiliación a tales servicios (33,036 habitantes); por otro lado, 28,952 personas cuentan con seguro popular (**Gráfica 4.6.**). En comparación con el estado, el 65%, de la población es derechohabiente a los servicios de salud, por lo que el Municipio está ligeramente por debajo de dicho promedio, aunque no deja de ser alto el porcentaje de población que no cuenta con servicios de salud.

GRAFICA 4.6. PORCENTAJE DE POBLACION CON ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD A NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL



Fuente: INEGI, 2010

Así mismo, en cuanto a la infraestructura y el personal, en el Municipio hay 87 Médicos de los cuales 61 pertenecen al **IMSS**, uno al **ISSSTE** y 25 a la Secretaría de Salud del Estado **SSEH**; en este sentido el número de Médicos por cada mil habitantes es de uno, sin embargo se conoce que existen 2,227 consultas por Médico. Existen ocho Unidades Médicas y de estas 2 pertenecen al **IMSS**, una al **ISSSTE** y cinco a la Secretaría de Salud del Estado **SSEH**; el número de consultas por Unidad Médica es 24,221. (INEGI, 2010).

C. MARGINACION

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población **CONAPO 2010**, por sus siglas, la marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida. Las dimensiones de la marginación son educación, vivienda e ingreso (disponibilidad de bienes), a partir de las cuales se determina el índice de marginación y por ende el grado de marginación que presentan (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo); como se muestra a



continuación con datos del Municipio y en comparativa con los del Estado como referencia (Tabla 4.3.).

TABLA 4.3. INDICADORES DE MARGINACION A NIVEL MUNICIPAL Y ESTATAL

Indicador	Tizayuca	Hidalgo
Población de 15 años ó más analfabeta (%)	2.6	10.3
Población de 15 años ó más sin primaria completa (%)	10.5	22.7
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado (%)	0.2	6
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	0.5	2.5
Ocupantes en viviendas sin agua entubada (%)	0.6	9.1
Viviendas con algún nivel de hacinamiento (%)	38.7	37.7
Ocupantes en viviendas con piso de tierra (%)	2.3	7.2
Población en localidades con menos de 5000 habitantes (%)	17	58.7
Población ocupada con Ingresos de hasta 2 salarios mínimos (%)	35.3	49.3
Índice de Marginación	-1.52	0.66
Grado de Marginación	Muy Bajo	Alto
Índice de Marginación Escala 0-100	10.52	48.79
Lugar Nacional	2,320	6

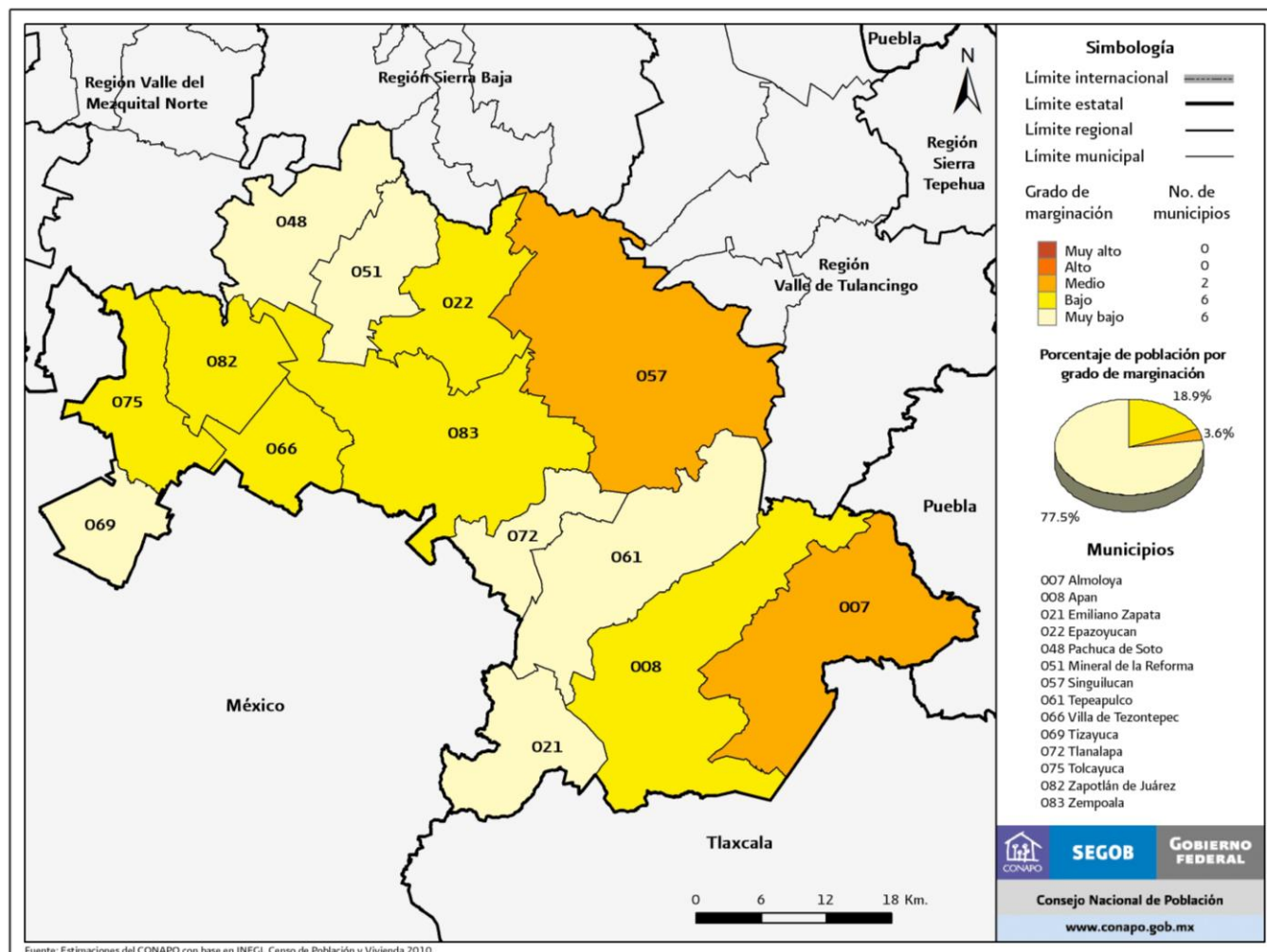
Fuente: CONAPO, 2010

Con base en la Información anterior, se calculó el índice de marginación del Municipio que es negativo y con ello se dice que el grado de **MARGINACION** es **MUY BAJO** ocupando el lugar 81 a nivel Estatal y 2,320 a nivel nacional. Así mismo, se puede apreciar que el Estado de Hidalgo es una de las Entidades con mayor índice de marginación ocupando el sexto lugar, por lo que el Municipio de Tizayuca es una de las localidades del Estado que menor grado de marginación encuentra, como se aprecia la (Imagen 4.1.).

A nivel localidad de las 31 localidades, sólo existen cálculos de marginación para 21 localidades ya que en algunos casos no existía la información para poder determinarlo, sin embargo a nivel Municipal y de las principales localidades que albergan más del 50%, de la población sí se tiene el cálculo y en términos generales es bajo el grado de marginación, ver Mapa 4.2c. y Tabla 4.4.



IMAGEN 4.1. GRADO DE MARGINACION POR MUNICIPIO EN LA REGION ALTIPLANO DEL ESTADO DE HIDALGO, 2010



Fuente: CONAPO, 2010



Tepojaco	-1.1782	Bajo	5.2987	100 636	3 682
Flamingos (Balneario)	-1.1819	Bajo	5.2696	100 763	3 686
Huitzila	-1.2006	Bajo	5.1210	101 309	3 711
El Chopo	-1.2186	Bajo	4.9780	101 819	3 743
La Posta	-1.2392	Bajo	4.8147	102 341	3 754

Fuente: CONAPO, 2010

Se aprecia que las que mayor grado de marginación tienen son: Mi Ranchito, Loma Bonita, Rancho San Isidro, El Carmen y La Pista de Tizayuca, esto indica que son en cierta forma más vulnerables que aquellas que tienen menor grado de marginación, como ya lo expresa el concepto en sí mismo y cuyas localidades son: El Cid, Tizayuca, Las Plazas, El Manantial, Haciendas de Tizayuca, Don Antonio, Rancho San Rafael, Hacienda los Arcos y Villa los Milagros, clasificadas en un rango de muy bajo en escala de 2 a 4.

D. HACINAMIENTO

Este indicador, de acuerdo con **INEGI 2010**, habla de la carencia de espacios de la vivienda ó bien, la sobreocupación de personas en la vivienda, dificultándose con ello el funcionamiento adecuado de la vivienda y para determinarla, se utilizan dos criterios que son el número de personas por cuarto y por dormitorio; y el umbral adoptado con mayor frecuencia es el de 2.5 personas. Cuando una vivienda presenta hacinamiento, sus ocupantes presentan mayor riesgo de sufrir ciertas problemáticas como la violencia doméstica, desintegración familiar, bajo rendimiento escolar, entre otros más.

El Índice de hacinamiento en el Municipio es de 3.7 ocupantes por vivienda, considerando que existen 25,329 viviendas totales habitadas y 94,059 ocupantes en las viviendas. Esto indica que sobrepasa por poco el umbral de 2.5 personas por vivienda. A nivel localidad, Mi Ranchito es la única que está por debajo del umbral con 2.3 ocupantes y en el caso contrario, es La Pista de Tizayuca, que rebasa el promedio Municipal albergando a cinco personas por vivienda. (**INEGI, 2010**).

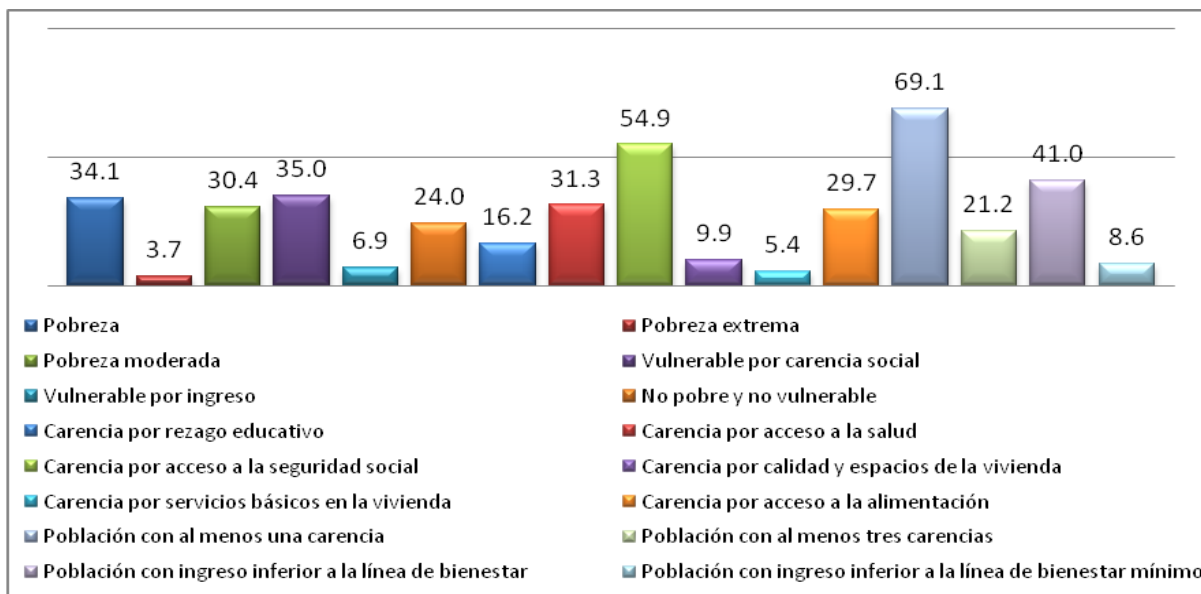
E. POBREZA

Dicho concepto comprende diversos componentes ó dimensiones, ya que se trata de un fenómeno de naturaleza multi-dimensional que no puede ser considerado, única y exclusivamente, por los bienes y servicios que pueden adquirirse en el mercado, por lo que deben de ser tomados en consideración al menos los siguientes indicadores: ingreso corriente per cápita; rezago educativo promedio en el hogar; acceso a los servicios de salud; acceso a la seguridad social; calidad y espacios de la vivienda; acceso a los servicios básicos en la vivienda; acceso a la alimentación y grado de cohesión social. La Información recabada está a cargo del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social **CONEVAL**, a partir de la generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía **INEGI**, con una periodicidad mínima de dos años para Información Estatal y de cinco años para la desagregación Municipal (**CONEVAL, 2013**). De esta



manera son 16 los Indicadores de Pobreza que el **CONEVAL** ha definido y que se muestran en el siguiente (**Gráfica 4.7.**).

GRAFICA 4.7. INDICADORES DE POBREZA EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. 2010 (% DE POBLACION)

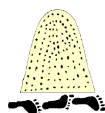


Fuente: CONEVAL, 2010

Se puede observar que los Indicadores que rebasan al 50%, de la población son la carencia por acceso a la seguridad social y la población con al menos una carencia, por el contrario aquellos Indices que menor presencia ejercen en la población del Municipio (menos del 10%) son la vulnerabilidad por Ingreso, carencia por servicios básicos a la vivienda, la carencia por calidad y espacios en la vivienda y finalmente el ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo. En lo que respecta a la población considerada pobre que constituye el 34.1%, es decir a 33,234 habitantes el 3.7%, de la población padece pobreza extrema, esto es 3,606 personas y 30.4%, de la población es considerada con pobreza moderada (29,628 habitantes), el resto de la población se encuentra fuera de esta condición, lo cual son dos terceras partes del total. Como referencia, a nivel Estatal el 54.9%, de los habitantes se encuentra en algún grado de pobreza.

F. POBLACION CON LIMITANTES EN LA ACTIVIDAD

El aspecto de las limitantes en la población es muy importante para conocer las características de la misma y que puede ser un factor de vulnerabilidad ante algún evento. Por ello, en el Municipio habitan 2,691 personas con limitaciones en la actividad, que representan 2.8%, del total de habitantes. Los habitantes con alguna limitación se distribuyen de la siguiente manera de acuerdo con Información de **INEGI 2010**, 1,293 tiene limitación para caminar ó moverse; 866 presenta limitación para ver aun usando lentes; 322 tiene limitación para hablar, comunicarse ó conversar; 296 para escuchar; 142 para vestirse, bañarse ó comer, 179 con limitación para poner atención ó aprender cosas sencillas y 294 con limitación mental. (**Tabla 4.5.**) y (**Mapa 4.2f.**).



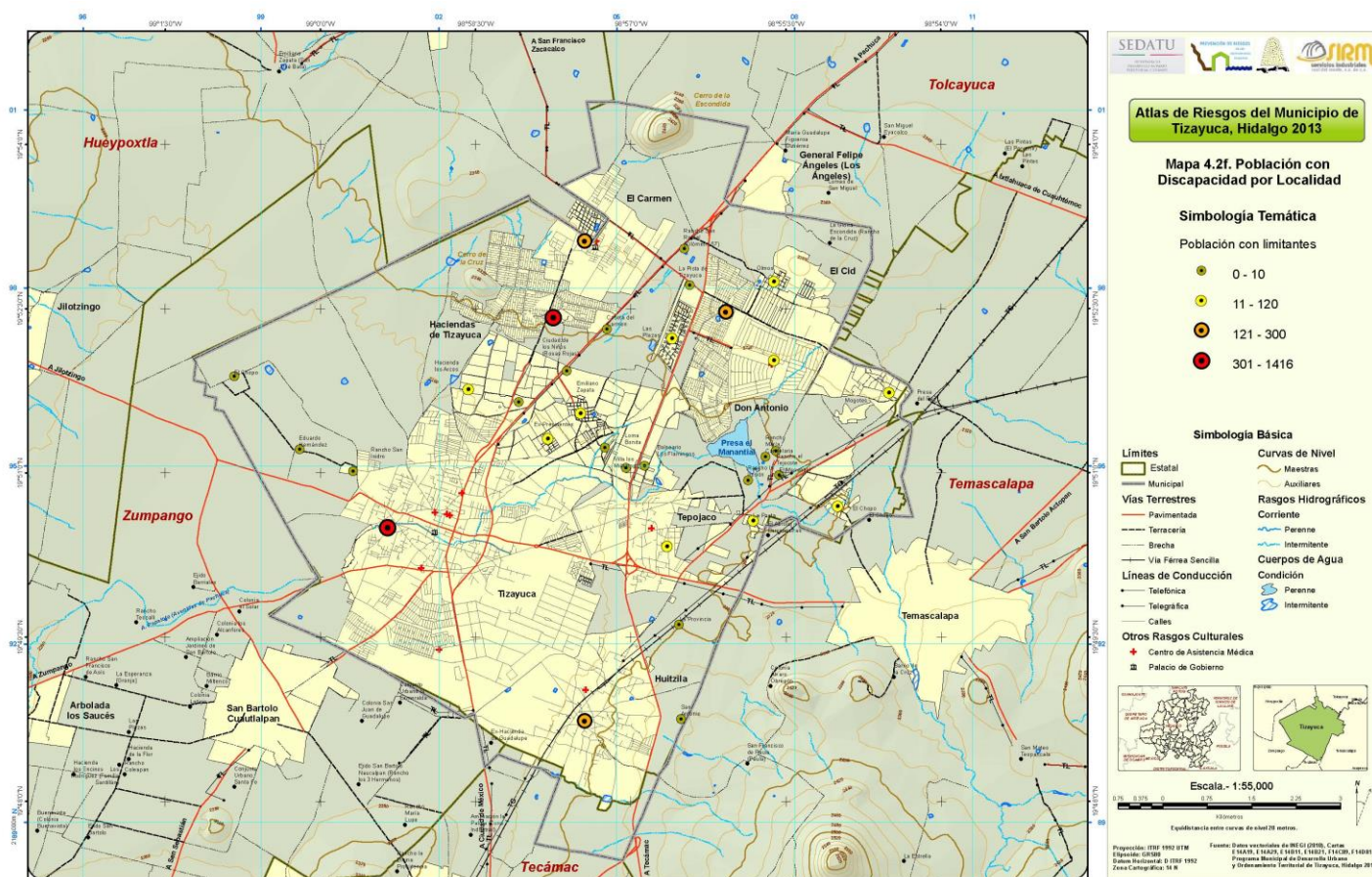
**TABLA 4.5. POBLACION CON ALGUN TIPO DE LIMITANTE POR LOCALIDAD
EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO.**

LOCALIDAD	Población Total	Motriz	Visual	Lingüística	Auditiva	Motriz sencilla	Mental	Mental (aguda)
Tizayuca	1,416	712	476	139	166	70	92	144
Haciendas de Tizayuca	332	136	105	49	26	13	24	39
Don Antonio	290	106	96	46	33	16	22	39
El Carmen	142	75	64	16	16	2	6	5
Huitzila	121	80	22	16	12	14	6	14
Tepojaco	82	44	14	15	11	11	7	14
El Cid	76	36	22	9	9	4	4	12
Emiliano Zapata	65	25	19	8	9	7	8	14
Las Plazas	31	18	7	2	2	1	4	1
Olmos	27	14	8	3	3	0	0	2
Ex- Presidentes	19	9	6	1	0	0	2	4
Mogotes	13	5	6	3	2	2	0	0
La Posta	13	5	4	0	2	1	0	3
El Chopo	12	5	4	1	4	1	2	1
Hacienda Los Arcos	12	6	3	2	0	0	0	1
El Manantial	10	3	5	2	0	0	0	0
Villa Los Milagros	9	0	4	4	1	0	1	0
Loma Bonita	5	2	0	4	0	0	0	0
Rancho San Isidro	3	1	1	1	0	0	1	0
El Chopo	2	2	0	0	0	0	0	0

Fuente: INEGI, 2010

En las localidades de Flamingos, La Pista de Tizayuca, Rancho la Ilusión (La Casa del Manantial) y Rancho San Rafael, existe una persona en cada una con alguna limitante motriz. Las localidades donde habitan más personas con algún tipo de limitante son Tizayuca, Haciendas de Tizayuca, Don Antonio, El Carmen y Huitzila, algunas otras no se aprecian en la *gráfica anterior*, ya sea porque no hay población con limitantes ó porque no se cuenta con la Información.

NOTA.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL AYUNTAMIENTO DE TIZAYUCA (PERIODO 2012-2016), SEÑALA QUE AL 2013, EL NÚMERO DE PERSONAS CON ALGUNA DISCAPACIDAD ES DE 10,000.

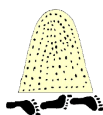


4.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS EN LA ZONA

A. ACTIVIDADES ECONOMICAS POR SECTOR

La mayor parte del Territorio Municipal se emplea en la agricultura, por lo que es una de las actividades primarias más importantes. De la superficie que es sembrada, 330 Hectáreas son de riego, 5,350 son mecanizadas y 5026 hectáreas son de temporal. Algunos de los productos que son cultivados en el Territorio Municipal son: maíz, trigo, frijol, avena forrajera y alfalfa verde, que generaron en el 2010 aproximadamente \$ 29'126,000.00. También existe la venta de miel, huevo y leche de vaca. Existe cría de ganado bovino principalmente, seguido por el ovino, porcino y caprino, así como, de gallinas siendo el volumen e estas en toneladas superior al del ganado.

En actividades secundarias, 9,507 personas se dedican a la manufactura en 380 Unidades Económicas. Las actividades referentes a la Industria han permanecido prácticamente estáticas, a pesar de contar con un enclave Industrial de los más importantes del Estado, mientras que las actividades de servicio han incrementado de manera importante su participación, clasificando a la Cabecera Municipal con función de servicios. Actualmente la micro, pequeña y mediana Industria presentan problemas de liquidez, financiamiento y obsolescencia tecnológica de sus procesos,



dificultades organizacionales y operativas que incluyen la insuficiente capacitación de los recursos humanos, deficiente integración productiva, muy limitada presencia en el mercado regional. Lo anterior, hace indispensable generar dos vertientes principales: con la gran Industria fortalecer las misiones comerciales y la diplomacia Municipal como elementos para abrir nuevos mercados en el exterior.

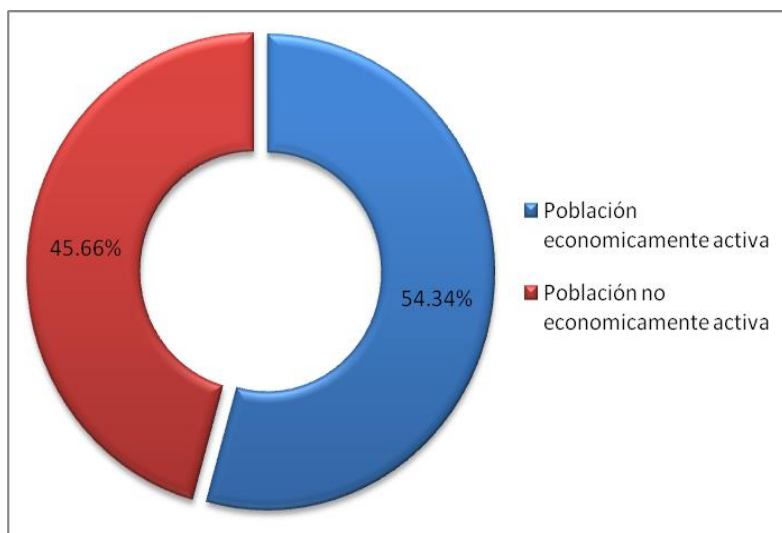
Por otra parte, la mediana, pequeña y micro Industria exigen una atención prioritaria para conseguir su consolidación como alternativa eficaz y de producción y empleo. Uno de los aspectos fundamentales es la gestión de apoyos para el financiamiento social de la micro-industria; lograr su vinculación con el Sector Educativo de nivel superior, a fin de que se incorpore a su desarrollo la tecnología de vanguardia en los procesos productivos y la formación de los recursos humanos.

En cuanto a las actividades terciarias, existen cuatro tianguis en el Municipio, 143 cuartos de hospedaje distribuidos en cuatro establecimientos de hospedaje, así como, 10 Sucursales de la Banca Comercial.

B. CARACTERISTICAS DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

En cuanto a la Población que realiza alguna actividad económica **PEA**, 37,575 habitantes son económicamente activos, de los cuales el 69%, son hombres y el resto son mujeres, en contraparte 31,568 habitantes no son económicamente activos, de esta cantidad el 75%, son mujeres (**Gráfica 4.8.**); así mismo, la población ocupada es de 35,789 personas y 1,786 son personas desocupadas, de éste último, 1,349 eran hombres y el resto mujeres.

GRAFICA 4.8 PORCENTAJE DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA



Fuente: INEGI, 2010

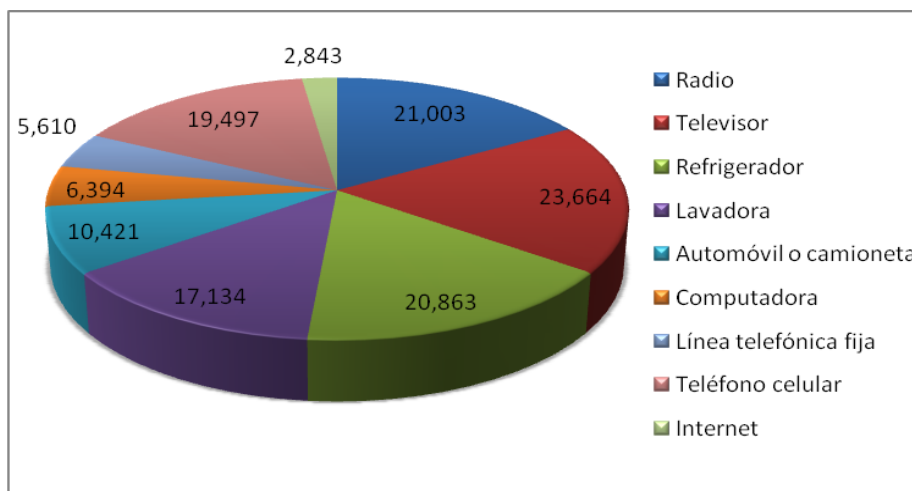
De esta manera se observa que la población predominantemente activa es la masculina y que la participación de las mujeres en el trabajo remunerado es menor. Así mismo, es casi equitativo el porcentaje de personas que es económicamente activa contra aquellas que no.



C. INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y SERVICIOS

En el Municipio de las 25,329 viviendas habitadas, 23,628 tienen piso de material diferente de tierra y 523 con piso de tierra, lo que refleja una mínima cantidad de viviendas expuestas a problemas de salud u otros relacionados por tener pisos de tierra. Además 8,455 viviendas cuentan con un dormitorio; y 15, 706 tienen dos ó más dormitorios. En cuanto a los servicios en las viviendas, 24,056 disponen de luz eléctrica esto es el 95%, del total, 23,775 disponen de agua entubada esto es una cobertura del 94%; 24,027 disponen de excusado ó sanitario (95%); 23,931 cuentan con drenaje (95%). Por otra parte existen 100 viviendas sin ningún bien, es decir, que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet, al respecto se muestra en el siguiente gráfico, el número de viviendas que si dispone de algún bien de los ya mencionados. (Gráfica 4.9.).

GRAFICA 4.9. NUMERO DE HABITANTES QUE POSEEN ALGUN BIEN



Fuente: INEGI, 2010

Como se aprecia en la *gráfica anterior*, el bien que la mayoría de la población posee es televisor, radio y refrigerador y en el extremo opuesto los bienes que menos se poseen son computadoras, internet y línea telefónica fija.

4.4. RESERVA TERRITORIAL

El PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TIZAYUCA, HGO. agosto, 2013; señala la superficie aprovechable para urbanización dentro del Territorio Municipal, señalando que al año señalado, quedan 2,769.41 Ha. de superficie, susceptibles para desarrollo (Mapa 4.4.).

Sin embargo, restando la superficie deficitaria de Areas Irregulares y proporcionando un buffer alrededor del río de 50 m. la superficie restante y sus posibles Usos de Suelo, serían 2,121.72 Ha. para aprovechamiento. (Tabla 4.5.).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

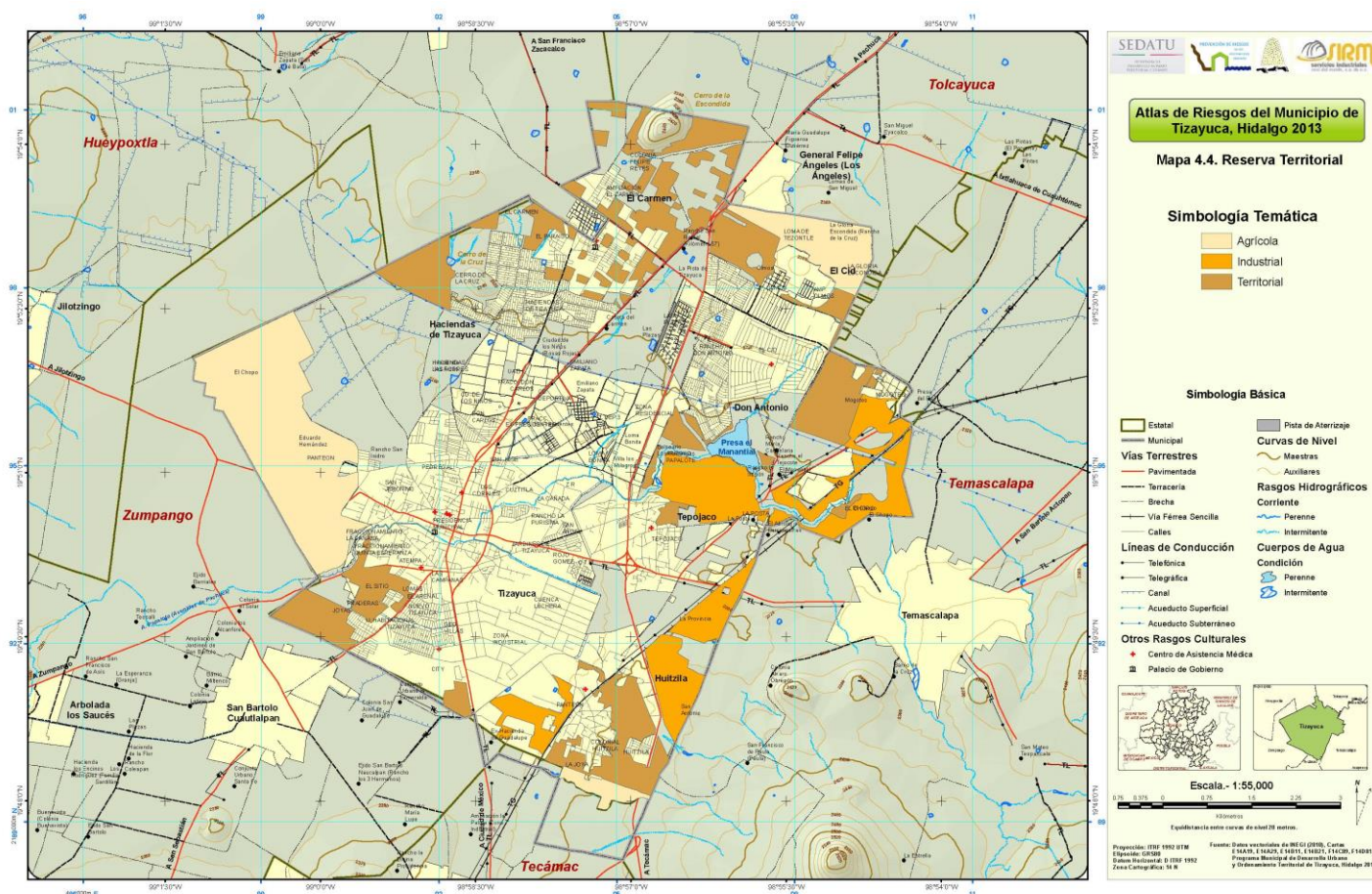


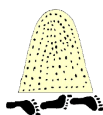
TABLA 4.6. AREAS APROVECHABLES

Asentamientos Irregulares	590.32
Cuerpos de Agua	49.91
Area del Río (Buffer de 50 m.)	142.20
Zonas de Inundación	65.75
Area de Protección Ambiental	91.89
Polígonos Urbanos	3577.86
Industria	387.37
Area Aprovechable	2769.41
Area del Municipio	7674.76
Reserva territorial Futura	647.69
Area Aprovechable Real	2121.72

Sin embargo, y pese al Desarrollo Urbano de los últimos años del Municipio, el **PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TIZAYUCA, HGO.** agosto, 2013, plantea sí es necesario ocupar más superficie en vivienda, siendo que en 2012, se reportó a Tizayuca, como uno de los 20 Municipios del país con mayor número de casas abandonadas ó semi-abandonadas (cartera vencida, lejanía, inseguridad, sólo por inversión, falta de equipamiento



urbano, propiciando le robo, vandalismo etc.); en base al Ultra Desarrollo que se ha tenido en los últimos 5 años y aun así, pretendiendo ordenar territorialmente el Area de aprovechamiento se deja para Reserva Territorial Futura, Polígonos de superficie de 647.69 Ha. los cuales no tendrán Uso ni Destino alguno, hasta no resolver los Polígonos de Crecimiento y Mejoramiento.



CAPITULO 5º

IDENTIFICACION DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENOMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





El **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, se elaboró considerando las *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013*, de la **Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano SEDATU** y con ello se estableció un marco conceptual claro y conciso para establecer la localización de aquellas Zonas que puedan ser afectadas por fenómenos de origen natural tanto Geológicos como Hidrometeorológicos.

En el **ATLAS**, se definió al peligro como la probabilidad de ocurrencia de un evento que se presenta en la naturaleza ó que tiene un origen antropogénico, que por su energía y persistencia puede ocasionar un desastre, mientras que al riesgo se le consideró como la posibilidad de ocurrencia de daños ó efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades ó sus bienes, como consecuencia de eventos ó fenómenos perturbadores, los que pueden ser de origen natural ó pueden resultar de acciones humanas.

En México, se ha adoptado de manera generalizada la clasificación de peligros que se basa en el tipo de agente perturbador que los genera. Se distinguen por su origen cinco tipos de riesgo: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, Sanitarios y Socio-Organizativos. Para el caso del presente del **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. - 2013**, sólo se abordan los **fenómenos perturbadores ó peligros de tipo natural**, que comprenden a los **Geológicos** y a los **Hidrometeorológicos**.

5.1. RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO

Los **peligros geológicos**, comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre (litosfera), 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 (**SEDATU-UAEM, 2009**).

5.1.1. ERUPCIONES VOLCANICAS

El vulcanismo es una manifestación de la energía interna de la Tierra. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la Zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la gran placa Norteamericana, y tiene su expresión volcánica en el Sistema Volcánico Transversal ó Faja Volcánica Mexicana.

Tizayuca, pese a encontrarse dentro del Sistema Volcánico Transversal no presenta este tipo de peligro, dada su lejanía al sur del Municipio, de más de 95 km. con el volcán Popocatepetl (la zona de mayor afectación ante una eventualidad de este edificio volcánico es hacia el este, sur y suroeste, por lo que el Municipio de Tizayuca, está fuera de estas orientaciones). Este **PELIGRO NO APLICA**.

5.1.2. SISMOS

Por su ubicación geográfica, México tiene la presencia de fallas geológicas activas y la acción de las placas tectónicas, los cuales generan sismos de menor a mayor magnitud; que representan un riesgo constante para las Zonas donde se generan fuerzas de fricción, cuando estos esfuerzos



sobrepasan la resistencia de la roca, ó se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada; es decir, desde este epicentro ó foco la energía es liberada en forma de ondas sísmicas que, a través del medio sólido de la Tierra, se propagan en todas direcciones.

Los Epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores de 7 grados), que ocasionan grandes daños, se ubican en las costas del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, Estado de México y la península de Baja California. En los Estados restantes no se han originado movimientos sísmicos de importancia, aunque algunos llegan a ser afectados por los grandes sismos como son: Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco.

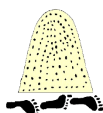
Tizayuca, se localiza en la Región B, de las Regiones Sísmicas de México, elaboradas por la Comisión Federal de Electricidad **CFE**, en la cual los niveles de sismicidad y de aceleración propios de las Zonas B y C, están acotados por los valores correspondientes de A y D (Zona A: corresponde a la Zona de menor peligro, en donde no se tienen registros históricos de sismos y donde las aceleraciones del terreno, se esperan menores al 10%, de la aceleración de la gravedad, y; Zona D: ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud -M mayor a 7- y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores a 70%, de g.).

El Municipio, está en una Zona estable y presenta una litología de rocas ígneas de tipo andesita-basalto, favoreciendo a una estabilidad con respecto a las ondas sísmicas, así como, en la mayor parte del Municipio se localiza principalmente suelo aluvión. Pero históricamente en el Municipio no se han encontrado problemas por la actividad sísmica, lo que permite que sea una Zona de moderada a eventos tectónicos.

Por otro lado, los suelos en la planicie de Tizayuca, son delgados y de uso agrícola de temporal, lo que significa que son de baja productividad. Según los datos geo-técnicos, además de delgados son firmes y su capacidad de carga es normal, superando las 30 toneladas por metro cuadrado que se requieren para edificaciones comunes. Es decir, Tizayuca, se encuentra en una Zona de depósitos clásticos continentales del Cretácico Superior Cenozoico, acumulados en Cuencas o depresiones locales como resultado del bloqueo de drenaje producido por fallas ó actividad volcánica, lo cual permite que tenga una susceptibilidad baja a los sismos.

Si la Zona tiene una susceptibilidad baja a los sismos, entonces las cuestiones de riesgo, estarán enfocadas principalmente a la vulnerabilidad, en Tizayuca las construcciones son de pocos niveles y las nuevas unidades ó fraccionamientos que se construyen están bajo una *Normatividad de Construcción*, por lo que no debe de tener problemas en cuestión de afectación por sismos.

Los Epicentros de los sismos registrados oscilan entre 3 y 5 grados en la escala de Richter, lo que los coloca con una intensidad de peligro baja y media. (Mapa 5.1.2.) y (Tabla 5.1.1.).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

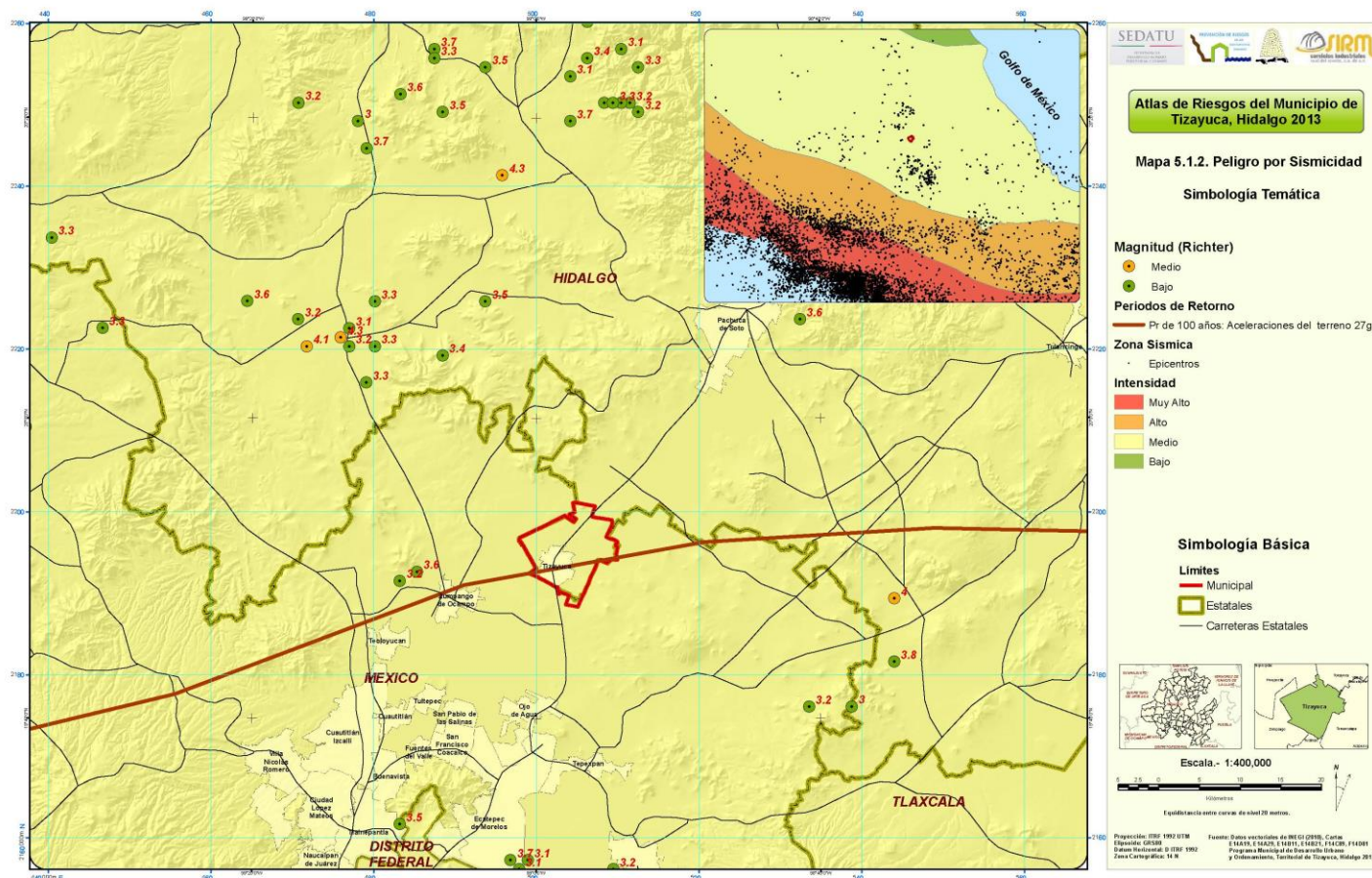


TABLA 5.1.1. ESCALA DE RICHTER Y GRADO DE PELIGRO ASOCIADO

Magnitudes Richter	Descripción	Efectos de un Sismo	Grado de Peligro según los Efectos
<2,0	Micro	Los Micro-Sismos no son Perceptibles	Muy Bajo
2,0-2,9	Menor	Generalmente no son Perceptibles	
3,0-3,9	Menor	Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños	
4,0-4,9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable	Medio
5,0-5,9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles ó mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves	Alto
6,0-6,9	Fuerte	Pueden ser destructivos en áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda	Muy Alto
7,0-7,9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas Zonas	
8,0-8,9	Gran	Puede causar graves daños en Zonas de varios cientos de kilómetros	
9,0-9,9		Devastadores en Zonas de varios miles de kilómetros	
		Nunca registrado; ver Tabla más adelante para el	



10,0+	Epico	equivalente de Energía Sísmica	
-------	-------	--------------------------------	--

PERIODOS DE RETORNO

El Periodos de Retorno, es el tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada, para el caso de Tizayuca, se obtuvo el periodo de retorno de 10, 100 y 200 años (Tabla 5.1.2.); dicha Información es la más representativa en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones en México, aunque no directamente aplicable en la población con fines de Protección Civil, es un elemento fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación ó refuerzo de Obras Civiles existentes (CENPRED, 2006).

TABLA 5.1.2. ACELERACIONES MAXIMAS DEL TERRENO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10, 100 Y 500 AÑOS, PARA TIZAYUCA, HGO.

MUNICIPIO	A max (gal) para Tr = 10 años	A max (gal) para Tr = 100 años	A max (gal) para Tr = 500 años
Tizayuca	11	27	135

Estos datos de aceleraciones del terreno fueron obtenidos por el **PROGRAMA PELIGRO SÍSMICO EN MEXICO-PSM1996-(CENPRED,2006)**, mismos que facilitan, ante la falta de un *Reglamento de Construcción* propio, definir las ordenadas de diseño para edificaciones de poca altura, típicas en nuestro país; es decir, construcciones de uno ó dos niveles ubicadas en suelo firme (CENAPRED, 2006).

De manera alterna, el Municipio, en caso de que lleve a cabo Estudios de Riesgo para obras en particular, podrá solicitar Mapas específicos a alguna de las Instituciones participantes en la elaboración del **PSM** (el Sistema también es capaz de generar Mapas para periodos estructurales fundamentales hasta de 3s). Así, se puede determinar, por ejemplo, si para periodos de retorno de 100 años ó menos se alcanzan ó superan aceleraciones del terreno de 150 gal. En ese caso, habrá que dar alta prioridad a la aplicación, actualización ó creación de un *Reglamento de Construcción* para el propio Municipio.

Es recomendable que el empleo de esta Información se lleve a cabo con la Asesoría ó Participación directa de un Ingeniero Civil capacitado para el diseño de Obras. Además, esta Información, junto con las características estructurales y estado físico de las construcciones, permitirá que Especialistas emitan recomendaciones para disminuir la vulnerabilidad. (CENAPRED, 2006).

PERIODOS DE RETORNO PARA ACELERACIONES DE 15% DE G ó MAYORES

Para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual ó mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre).

Por tal razón, la Comisión Federal de Electricidad **CFE**, generó Información de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 0.15 de g ó mayores (CENAPRED, 2006).



La siguiente (Tabla 5.1.3.), indica el valor que le corresponde a Tizayuca, según una aceleración del 0.15 de g ó mayor, resultados que arroja el **PSM, 1996**.

TABLA 5.1.3. ACELERACION DEL 0.15 DE G Ó MAYOR PARA TIZAYUCA, HGO.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	LAT °W	LONG °N	ALT (m.)	POB (2005)	TR (años)
Tizayuca	Tizayuca	19.8408	-98.9806	2270	33182	1563

Lo anterior nos indica que Tizayuca, podría ser afectado por una aceleración igual ó mayor a 15%, de g, una vez cada 1563 años. Ante esta perspectiva, pueden definirse prioridades para Estudios Específicos de Seguridad Estructural, actualización de *Reglamentos de Construcción*, entre otros.

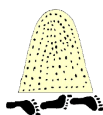
MICROZONACIÓN SÍSMICA

En estudios de análisis sísmico para identificar más puntualmente las zonas de mayor riesgo para sismos son dos: la primera es el estudio de microsismicidad, este se hace por medio de varios estudios de microsismos que se hace en diferentes periodos con un sismógrafo o por una estación fija, por medio de acelerogramas; por ser trabajos muy especializados y costosos, son difíciles de usar. El segundo, es por medio una microzonación sísmica, que es un método de gran importancia en el estudio de la peligrosidad sísmica en zonas urbanas.

El método de microzonación sísmica consiste en la identificación y caracterización de unidades litológicas, generalmente suelos, cuyas respuestas dinámicas frente a terremotos son semejantes; así como propiedades geotécnicas de los suelos, espesor, densidad, velocidad de ondas transversales, módulo de rigidez, resistencia, profundidad del nivel freático, susceptibilidad frente a la licuefacción, deslizamiento y roturas superficiales por fallas, condiciones topográficas que puedan ampliar la respuesta sísmica.

Para hacer este tipo de método se necesita una aplicación directa que consiste en analizar la señal sísmica registrada en un acelerograma procedente de un terremoto ocurrido en la zona, o de una gran vibración generada artificialmente. Cuando no se tiene este tipo de información se recurre a partir de un acelerograma característico del terremoto de diseño y se simula la respuesta sísmica de cada tipo de suelo presente en la zona.

En el caso del municipio de Tizayuca se sabe que cuenta con este tipo de señales registradas en acelerogramas, y que en la zona no ha existido y ni se ha registrado históricamente sismos de gran magnitud, por lo que es difícil hacer este tipo de mapas; sin embargo, se puede hacer un análisis tentativo considerando los otros elementos que se necesitan en la aplicación de este método, por lo que se puede inferir que las zonas de un posible riesgo sísmico son de muy bajas a bajas (mapa 1); y estas se determinaron por la litología, tipo de suelo, hidrología (utilización de pozos de agua) y por las fallas y fracturas que se presentan en la zona, así como de los posibles deslizamientos y procesos de licuefacción.



5.1.4. INESTABILIDAD DE LADERAS

Son movimientos talud abajo de materiales térreos, que suceden generalmente en las áreas de relieve escarpado (montañas y/o lomeríos) y se desencadenan por algún factor como el exceso de agua en los taludes, un sismo, erupciones volcánicas, ó por acción de la pendiente ó la gravedad.

Algunos Procesos de Inestabilidad de Ladera son:

- Deslazamientos.
- Derrumbes.
- Flujos.
- Creep ó Reptación.

Los Procesos de Inestabilidad de Laderas, son peligros que ocurren por factores como los siguientes:

- Pendiente del terreno pronunciada y laderas escarpadas.
- Materiales litológicos poco consolidados y/o de fácil reblandecimiento por exceso de agua.
- Lluvias intensas y/o constantes y/o extraordinarias.
- Obras Civiles que generen alteraciones en las laderas de los cerros.
- Dinámica tectónica activa representada por fallas, fracturas y/o sismos.
- Actividad volcánica.

PENDIENTES

La evolución del relieve en la Cuenca de México repercute en las condiciones actuales del Municipio de Tizayuca, debido a que está localizado en la zona de transición entre la parte baja de la Cuenca y los sistemas montañosos que sirven como parteaguas.

Debido a lo anterior, el grado de pendiente está asociado a las geoformas existentes en el Territorio Municipal, caracterizadas por el predominio de acumulación de sedimentos, por tal motivo, las estructuras dominantes son el piedemonte y planicie aluvial.

El piedemonte resultado del transporte y acumulación de sedimentos, presenta un rango de pendiente entre los 3° y 6°; la planicie aluvial no rebasa los 3° de inclinación; al norte del Municipio se localizan domos producto de eventos volcánicos, con pendiente que no supera los 15°.

Con estos valores, la pendiente es uno de los factores que limitan la probabilidad de desarrollar Procesos de Inestabilidad de Laderas, no obstante, constituye el elemento que suscita otros peligros, principalmente las inundaciones. (Mapa 5.1.4a).

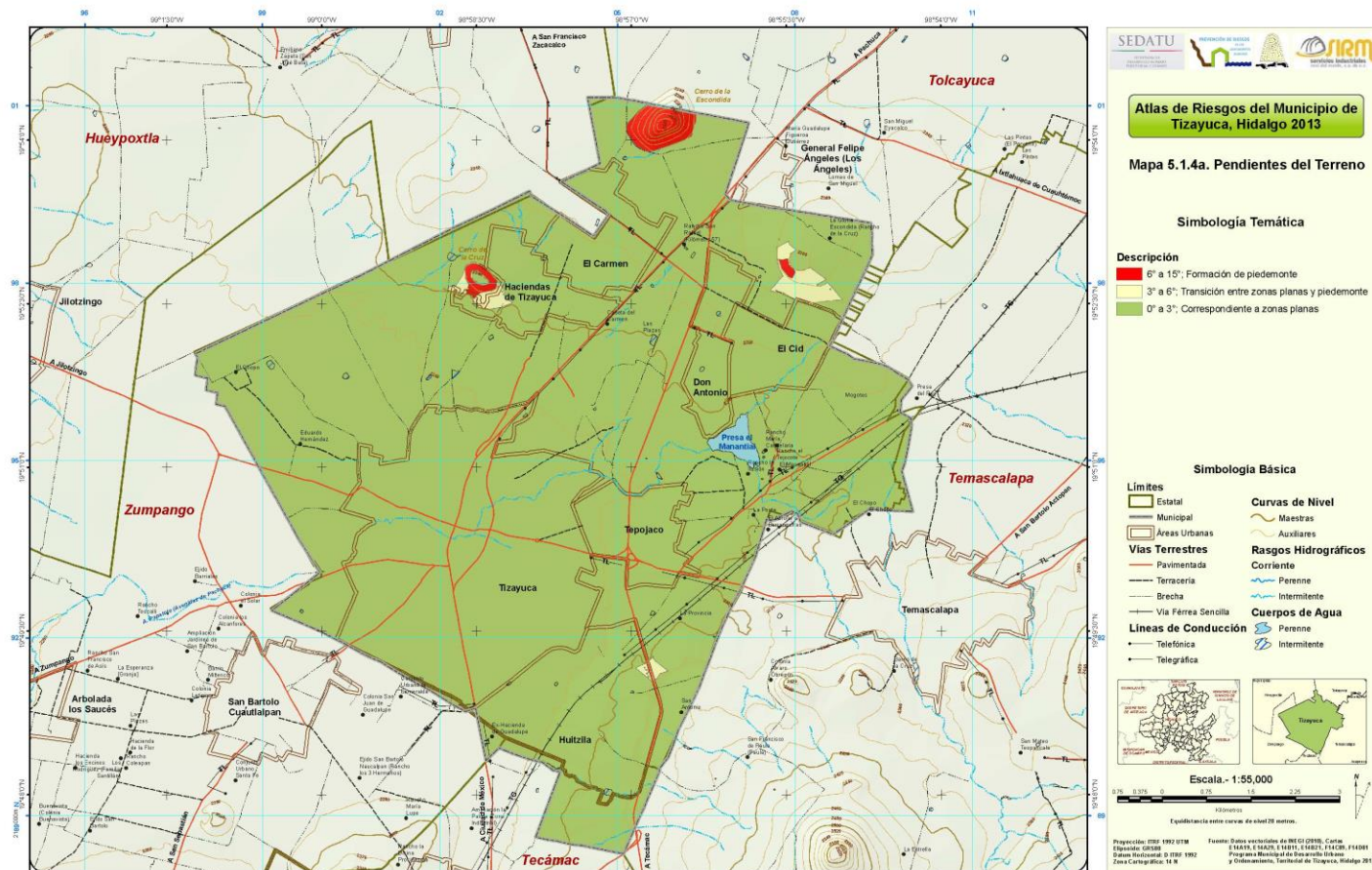
EROSION

En el Municipio de Tizayuca, el modelado del relieve producto de la erosión laminar, está condicionado por dos Factores. El Primero de ellos, corresponde al crecimiento acelerado de la Zona Urbana ocasionada por el aumento en la población flotante que deriva en la construcción de



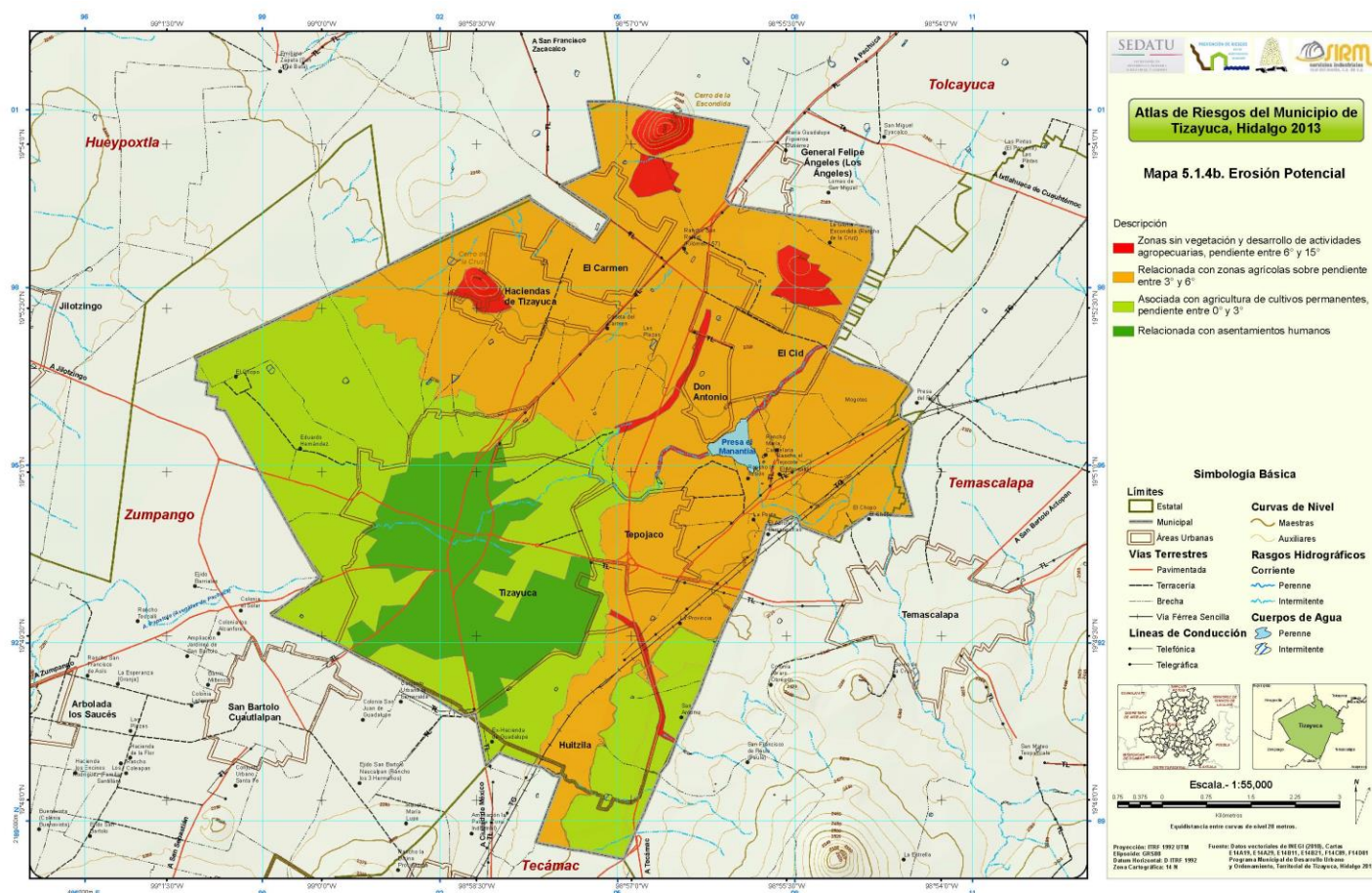
fraccionamientos, por tal motivo, los suelos han sido sepultados por la edificación de estos conjuntos habitacionales.

El Segundo Factor, se relaciona con las características morfológicas, ya que el Territorio Municipal se emplaza principalmente sobre estructuras de piedemonte y planicie aluvial. El piedemonte presenta grados de pendiente entre los 3° y 6°, por lo que minimiza la acción erosiva por parte de la escorrentía; por otra parte, la pendiente en la planicie es menor a los 3°, caracterizada por una dinámica de acumulación de sedimentos.



La condición de susceptibilidad alta se asocia con las estructuras dómicas localizadas al Norte de la Zona de Estudio, el grado de inclinación del terreno se encuentra entre los 6° y 15°, asimismo, presenta unidades de suelo Leptosol y vegetación dispersa por la utilización para actividades agropecuarias; estas condiciones favorecen el arrastre de sedimentos durante la ocurrencia de lluvia.

Por otra parte, la erosión producida por el viento (eólica), se desarrolla sobre los terrenos que continúan bajo un Uso Agrícola, intensificándose en la temporada de estiaje debido a la falta de humedad que mantengan cohesionadas las partículas de suelo, de esta forma, existe la probabilidad de generar procesos como remolinos de polvo. (Mapa 5.1.4b).



PELIGRO POR DESLIZAMIENTOS

El relieve del Municipio de Tizayuca está dominado por geoformas asociadas a valores bajos de pendiente, tales como planicie constituida por material aluvial y piedemonte originado por arrastre y acumulación de sedimentos, por consecuencia la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos es prácticamente nula. De hecho, a lo largo del Municipio de Tizayuca, e incluso en Territorios de Municipios adyacentes, no se identificaron evidencias de deslizamientos activos, recientes ó antiguos, ni tampoco materiales acumulados que pudieran asociarse a la remoción de material asociada a estos Procesos Geomorfológicos.

De hecho, dentro de los límites Municipales, únicamente la porción oeste del domo de origen volcánico constituido por material basáltico asentado a 2 kilómetros al poniente de la caseta Del Carmen, presenta condiciones de bajo peligro por potencial ocurrencia de deslizamientos. Esta Zona de relativa inestabilidad del terreno posee una extensión menor a las 9 Hectáreas y su pendiente máxima es de 14°, parámetro que es el condicionante para considerar esta Zona ligeramente susceptible a ocurrencia de deslizamientos, pero la resistencia del material volcánico que conforma el domo favorece la estabilidad del terreno. (Mapa 5.1.4c).



Se hace mención de lo *anterior*, ya que, principalmente en el caso de Tolcayuca, un potencial deslizamiento podría afectar de forma indirecta porciones menores del norte del Municipio de Tizayuca, directamente en Zonas poco habitadas ó en las vías de comunicación.

RIESGO POR DESLIZAMIENTOS

Las Zonas de Peligro por Deslizamientos en el Municipio de Tizayuca, se ubican fuera de áreas pobladas, salvo la porción alta del Cerro de la Cruz, misma que se ubica relativamente cerca de la población urbana, pero no existen viviendas u otro tipo de estructura en dicha elevación, salvo el camino que conduce a dicha cumbre, la cual además, tan solo tiene un grado de probabilidad de ocurrencia de deslizamientos muy baja.

Salvo que el crecimiento urbano tuviera por consecuencia que Asentamientos Humanos se instalaran cerca de las Zonas de Peligro, y que las condiciones del medio físico se vieran alteradas por la actividad humana (por ejemplo deforestación, desecación de acuíferos, cortes en laderas, sobreexplotación de minas, etc.), al momento y en el mediano y corto plazo el **RIESGO** por deslizamientos en el Municipio de Tizayuca **ES** prácticamente **NULO**.

PELIGRO POR CREEP

Los movimientos de Creep, son notablemente más frecuentes y con mayor distribución espacial que otros asociados a inestabilidad de laderas (deslizamientos, avalanchas de detritos, flujos, etc.), pero su intensidad es mucho menor. Dados los valores muy bajos de pendiente en el Municipio de Tizayuca, factor primordial en la ocurrencia de Creep, también conocido como reptación, la presencia e intensidad de estos movimientos superficiales es baja en el Territorio de Tizayuca.

Únicamente tres Regiones del Municipio, presentan evidencias de movimientos de Creep, dos de ellas asociadas a los domos volcánicos y una más en la Zona de mayor inclinación del piedemonte desarrollado sobre materiales de constitución basáltica.

Cerca de El Cid y Don Antonio, las laderas del domo volcánico, con excepción de las orientadas al noreste, presentan peligros bajo y medio, mientras que la cima, con forma redondeada, se clasificó con un peligro alto. Las evidencias sobre el terreno son poco visibles y no se perciben efectos sobre las construcciones. Poco más de 1 km², del domo es susceptible a movimientos de Creep, en diferente grado.

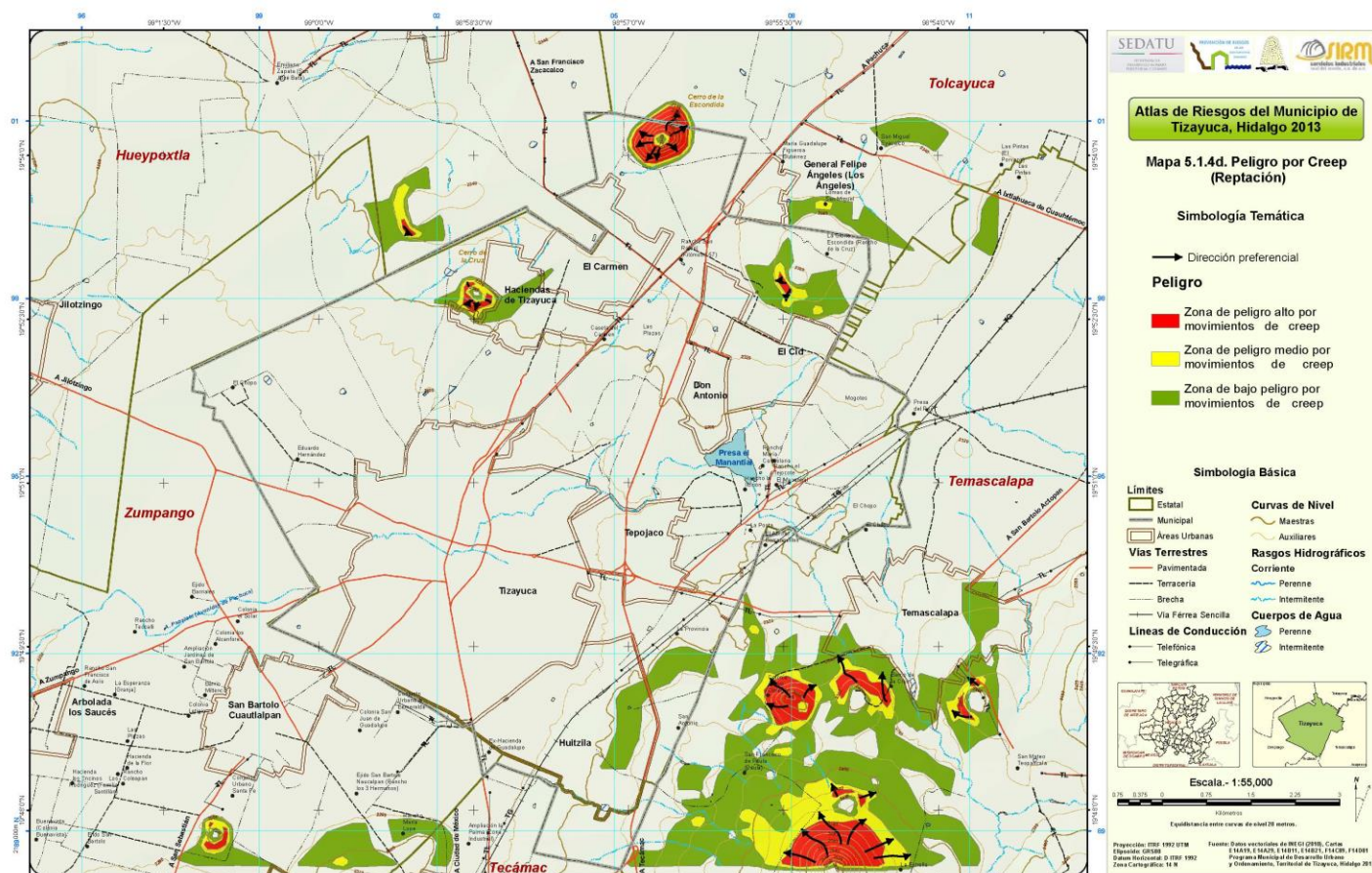
En el caso del domo poniente, Haciendas de Tizayuca es la Zona Urbana que podría tener afectaciones por movimientos de Creep, lo cual no se ha presentado hasta el momento, dado que las Zonas habitadas se ubican sobre terrenos de peligro bajo por Creep, ya que las Zonas de Peligro medio y alto se definieron para las laderas y parte de la cima de edificio volcánico mencionado.

En cuanto a la Tercer Zona con probabilidad de desarrollo de movimientos de Creep, esta se ubica en el sureste, en la porción oriental de Huitzila, a lo largo de una franja de pendiente baja, aunque por momentos entre los rangos de 3° a 7°, que por la influencia de construcciones humanas mal diseñadas, podrían presentarse movimientos menores de Creep, aunque difícilmente podrían afectar



dichas construcciones. Fuera de las Zonas mencionadas, el resto del Municipio tiene una **PROBABILIDAD PRACTICAMENTE NULA** de movimientos de Creep.

A manera de referencia, se muestran las Zonas de Peligro por Creep de los Municipios limítantes con Tizayuca, particularmente en el caso de Tolcayuca y Temascalapa, aunque los potenciales movimientos del terreno no afectaría de forma alguna al territorio del Municipio de Tizayuca, dado que el impacto de los movimientos de Creep es frecuentemente puntual sobre las Zonas ó Areas de influencia. (Mapa 5.1.4d).

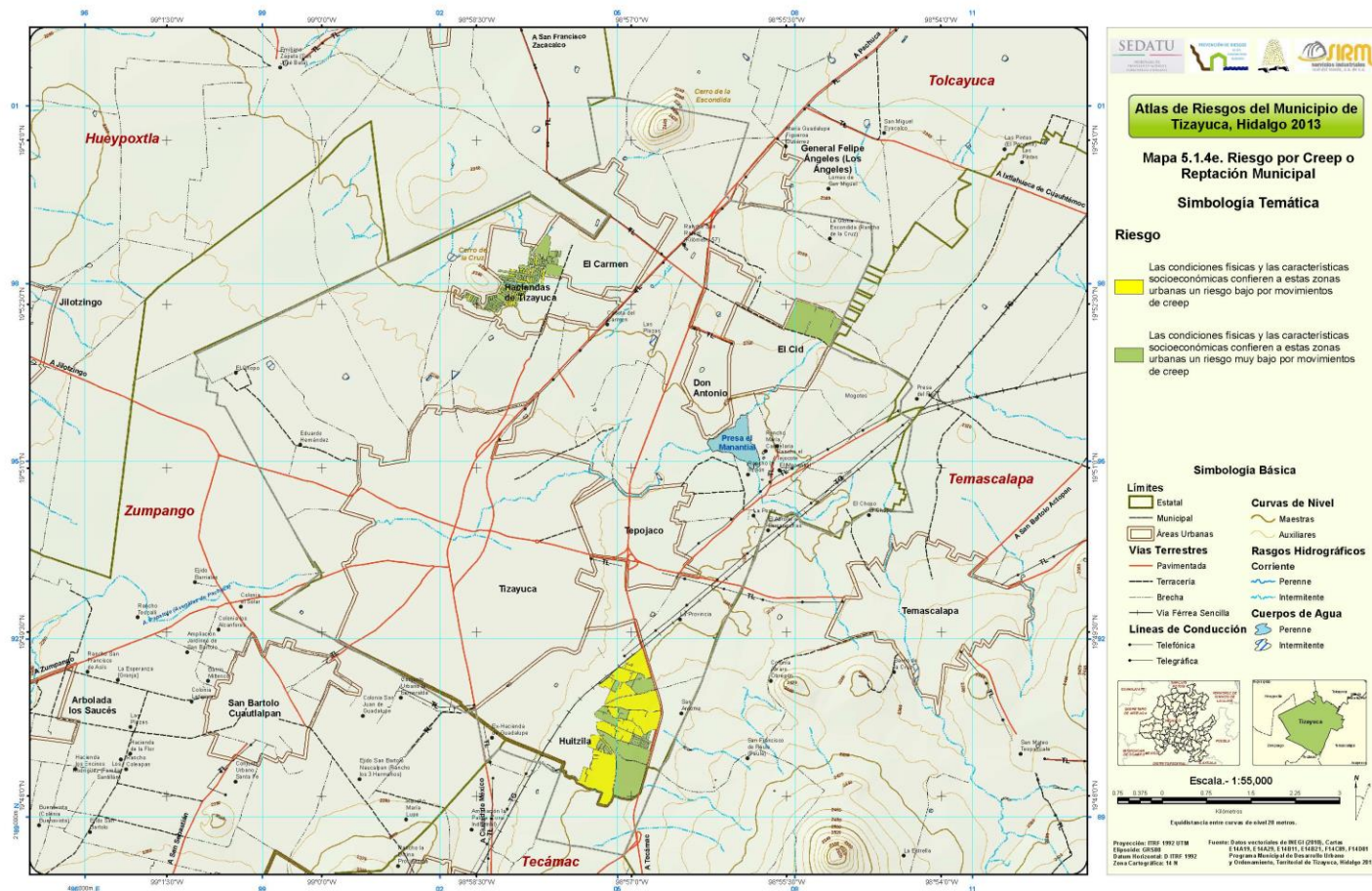


RIESGO POR CREEP

Los posibles movimientos de Creep en Tizayuca, serían extremadamente lentos, de poco impacto y con probabilidad de causar daños muy baja, salvo que la actividad humana incidiera en el incremento de su intensidad por excesivo crecimiento urbano (que incremente el peso sobre el terreno), construcción no planeada de redes subterráneas (agua, desagüe, eléctricas, etc.), sobreexplotación de acuíferos, etc. Al momento, las Zonas en Riesgo de Tizayuca se caracterizan por un grado muy bajo, lo cual aunado a las características propias de los movimientos de Creep, establecen que las probabilidades de afectación hacia la población sean muy poco probables.



Las porciones de la estructura urbana que poseen un riesgo muy bajo por Creep se ubican en la periferia del Cerro de la Cruz, cerca de Haciendas de Tizayuca, en el noreste en porciones de Don Antonio y en el sur en parte de la localidad de Huitzila. En términos generales, son muy reducido los espacios con riesgo muy bajo por Creep, por lo que en escala Municipal el **RIESGO POR CREEP ES PRACTICAMENTE NULO** (Mapa 5.1.4e).



5.1.5. FLUJOS

En el Municipio de Tizayuca y en el Territorio de los Municipios colindantes no se han encontrado evidencias de flujos recientes ó antiguos, así como, tampoco rastros ó acumulación de material removido por estos movimientos de ladera.

Lo anterior, es resultado de una dominancia de geoformas caracterizadas por una pendiente poco inclinada y en el caso de estructuras con valores mayores de pendiente, la litología presente es de tipo ígneo cuaternario lo que le confiere una resistencia importante y un basamento consolidado, por lo cual no existen las condiciones superficiales para el desarrollo de flujos.

En consecuencia de lo descrito previamente, es posible afirmar que el peligro por flujos no está presente en el Municipio de Tizayuca ni existen las condiciones para que puedan ocurrir en el futuro.



RIESGO POR FLUJOS

En el Municipio de Tizayuca no existen evidencias, antecedentes, evidencias en el terreno ni registro de flujos, así como, tampoco el medio físico favorece la futura ocurrencia de este tipo de procesos geomorfológicos, por lo que es posible afirmar que **NO HAY RIESGO POR FLUJOS** en Tizayuca.

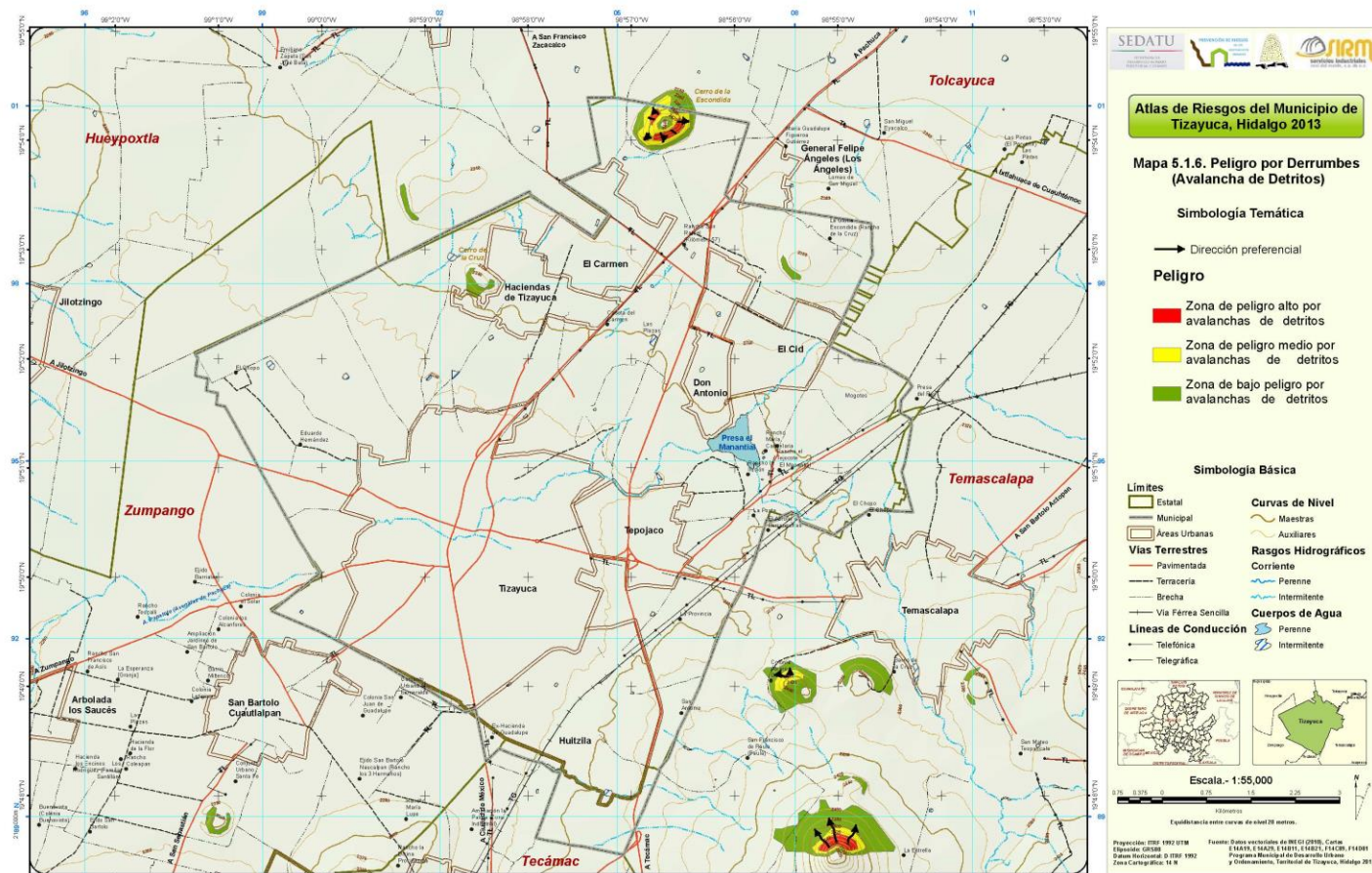
5.1.6. CAIDOS ó DERRUMBES

Tal como sucede en el caso de los deslizamientos, el relieve semiplano predominante en el Municipio de Tizayuca no favorece el desarrollo de avalanchas de detritos, ya que la ocurrencia de estos movimientos de acarreo de material suelto ó parcialmente suelto es prácticamente nula en la planicie constituida por material aluvial, en los piedemonte originados tanto por arrastre y acumulación de sedimentos como por materiales basálticos y tampoco en los valles fluviales.

En el caso de los domos basálticos, únicamente en porciones menores de sus laderas más inclinadas existen una baja probabilidad de que se presenten avalanchas de detritos; en el domo del poniente, la región oeste y suroeste de la estructura puede ser afectada por avalanchas de detritos de poca magnitud y extensión, dentro de un Area apenas mayor a las 9 Hectáreas, mientras que en el domo oriental, cerca de Los Olmos, únicamente la porción media de la ladera suroeste presenta una Zona de Peligro bajo ante estos movimientos de material, que cubre 4.5 Hectáreas del terreno.

Sin embargo, en éste último caso, en las Zonas de Transición entre el domo y el piedemonte se presentan asentamientos humanos que pudieran verse afectados por el material removido y transportado por las posibles avalanchas de detritos, pero en un grado mínimo, que difícilmente pondría en peligro la vida de la población y la afectación en las construcciones sería menor.

Una vez más, se muestran las Zonas susceptibles a la ocurrencia de avalanchas de detritos que se identificaron en los Municipios periféricos a Tizayuca, tanto en Tecamac, Zumpango, Temascalapa y, principalmente, Tolcayuca. En el caso del último Municipio mencionado, el peligro es mayor en la estructura volcánica que prácticamente limita con Tizayuca, cerca de El Carmen, dados los tipos de actividades productivas de extracción que se realizan sobre esta geoforma, la construcción de caminos y la deforestación presente en la Zona. Alrededor de 75 Hectáreas del domo presenta cierto peligro por ocurrencia de avalanchas de detritos, 10 de ellas de alto peligro (Mapa 5.1.6.).



RIESGO POR DERRUMBES

El caso de los derrumbes ó las avalanchas de detritos es muy parecido a lo descrito para deslizamientos en el Territorio de Tizayuca, ya que las Zonas de Peligro por este tipo de remoción de material suelto, que es muy bajo y aislado en las Areas en las que se encuentran en la entidad, no cubren espacios que sean habitados por población ni tampoco existen otro tipo de estructuras urbanas, salvo las casas cercanas al Cerro de la Cruz, en donde además predomina una vulnerabilidad baja y muy baja, en conjunto las condiciones anteriores determinan que al momento no exista riesgo por avalanchas de detritos en el Municipio de Tizayuca. **RIESGO NULO.**

5.1.7. HUNDIMIENTOS

Se considera hundimiento al movimiento vertical descendente del material superficial ó poco profundo que conforma el relieve, principalmente de materiales sedimentarios o volcánicos poco consolidados, principalmente en Areas de poca ó mediana extensión caracterizadas por baja pendiente. El debilitamientos de capas inferiores, acarreo notable de material superficial (con el consecuente incremento de peso en superficie), la actividad minera sub-superficial y la extracción de notables volúmenes de agua subterránea pueden favorecer el desarrollo de hundimientos. La fuerza



principal de los hundimientos es la gravedad y la magnitud y extensión está en función de los cambios debajo de la superficie.

En el Municipio de Tizayuca, no se identificaron evidencias en el relieve, en las capas superficiales e suelo, en cambios drásticos en las formas del relieve, escalonamientos en Zonas planas ni daños estructurales en casas, edificaciones de carácter productivo ni en infraestructura que pudieran evidenciar la presencia de hundimientos.

Lo *anterior*, es comprensible dado que las condiciones del medio físico no favorecen la presencia de hundimientos, ya que no existen movimientos tectónicos que pudieran acelerar reacomodo de materiales internos ó externos, el volumen de acumulación de materiales removidos de las partes altas de las elevaciones cercanas no son de notable volumen ni generan un sobrepeso suficiente para que la acción de la gravedad rompa la resistencia de las capas de rocas base, las cuales además se caracterizan por ser de tipo volcánico y de resistencia considerable.

Ante lo descrito en *párrafos anteriores*, es factible concluir que no hay evidencias que indiquen la presencia de movimientos de hundimiento en el Municipio de Tizayuca y, en consecuencia, no existe amenaza por este tipo de fenómenos geológicos. **NO APLICA.**

5.1.8. SUB-SIDENCIA

La Subsistencia se define como el hundimiento progresivo que se presenta en superficies semi-planas, en ambientes de cuencas caracterizadas por procesos de sedimentación de volumen considerable, que son resultado del transporte de materiales provenientes de las partes altas de sistemas montañosos periféricos a la depresión semi-plana, y depositados, en tiempos geológicos, de forma reciente. Adicionalmente, el peso de los sedimentos, por acción de la gravedad, tiende a presentar movimientos verticales descendentes, lo cual se puede acelerar por el reacomodo de los materiales y por Zonas de debilidad sub-superficiales. Las condiciones anteriores se magnifican en ambientes tectónicos, principalmente por movimientos verticales.

El Municipio de Tizayuca, al ubicarse dentro de la Provincia Fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal no es afectado por movimientos tectónicos, tampoco es cruzado por fallas de notable importancia, sus materiales corresponden al Período Cuaternario, por lo que se pueden designar como rocas jóvenes, aún en Proceso de Consolidación pero relativamente resistentes, y la presencia de cuerpos de agua no es significativa en términos espaciales para que pueda establecerse una carga que pudiese dar lugar a movimientos verticales del terreno.

Dado que, como se ha destacado previamente, la subsidencia se presenta preferencialmente en ambientes afectados por movimientos tectónicos (aunque no privativamente), en Zonas de acumulación de sedimentos de grosor considerable y resultado de actividad erosiva y de transporte de cientos de años, condiciones que no se presentan en Tizayuca. Adicionalmente, el relieve predominantemente semiplano y de gran amplitud del municipio permite la distribución del material depositado proveniente de las elevaciones cercanas, las cuales tampoco se destacan por su altura.



En resumen, las condiciones físicas del Municipio de Tizayuca no son favorables para el desarrollo de Subsistencia, dado que los mayores cambios son resultado de la actividad antrópica, pero a pesar de su impacto en escala local, éste no es de tal magnitud para contrarrestar las condiciones del medio físico. **NO APLICA.**

5.1.9. AGRIETAMIENTOS

Los Agrietamientos son rupturas de diferentes grosores y longitudes en las rocas, los cuales pueden ser desde centímetros hasta pocos metros y recorrer distancias de pocas decenas hasta algunos kilómetros, resultado de materiales débiles, desgastados por procesos erosivos, incidencia de movimientos de escala regional (sísmicos, tectónicos, afallamiento geológico, actividad volcánica, etc.), movimientos de remoción de material (flujos, deslizamientos, creep, avalanchas, et.) e incluso por la actividad antrópica prolongada (minas subterráneas, explosiones, cortes carreteros de gran impacto, etc.). Estos eventos enlistados no se presentan en el Municipio de Tizayuca ó bien su presencia no es suficiente para generar Agrietamientos.

Los movimientos tectónicos son prácticamente inexistentes, no hay presencia de fallas de tamaño regional ó superiores y la actividad volcánica se resume a eventos de caída de cenizas aislados, mientras que la actividad sísmica, que no supera los 5° de intensidad, no es suficiente para causar ruptura en los materiales litológicos.

Los Procesos de Remoción en masa son prácticamente nulos y el único relativamente activo (movimientos de Creep) es de muy baja intensidad para el Municipio, mientras que la actividad antrópica que podría incidir en agrietamientos no presenta característica de tal magnitud para dar lugar a estos quiebres en la roca.

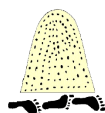
A lo *anterior*, se suma la carencia de evidencias en el terreno, en la interpretación de datos Cartográficos ó el Análisis de Imágenes de Satélite con respecto a la presencia de agrietamientos, así como, tampoco se identificaron rasgos en la infraestructura ni en el medio físico en recorridos de campo, por lo que se concluye que no existen peligro por agrietamientos en el Municipio de Tizayuca. **NO APLICA.**



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





5.2. RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENOMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO

Los **Fenómenos Hidrometeorológicos**, son eventos atmosféricos que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad representan una amenaza para el ser humano y el medio ambiente. En México, los riesgos meteorológicos son muy abundantes y frecuentes, debido a su ubicación geográfica, situado en una Zona de convergencia de eventos atmosféricos de diversa naturaleza, como son las tormentas tropicales, los huracanes ó los efectos del Sistema Atmosférico de El Niño, además de sequías, heladas, temperaturas máximas, nevadas y vientos potencialmente fuertes. (SEDESOL, 2009).

5.2.1. ONDAS CALIDAS Y GELIDAS

TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS

La Temperatura Máxima Extrema, es la temperatura más alta que tiene lugar en cualquier momento de un período de tiempo determinado. La Temperatura Máxima Extrema, se considera ó maneja como el límite extremo que alcanza la temperatura en cualquier momento respecto a la época del año en que ocurra. Las elevadas temperaturas están relacionadas con Sistemas de Estabilidad Atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como, de la ocurrencia de olas de calor.

Para evaluar la presencia de este fenómeno en el Municipio de Tizayuca, se analizaron las Estaciones Meteorológicas más cercanas: “13091-TIZAYUCA”, situada en la Cabecera Municipal; “13008-EL MANANTIAL”, localizada tres kilómetros al este de la Cabecera; “15090-SAN JERONIMO XONOCAHUACAN”, a 10 kilómetros al sur de la Cabecera; y “15274-NOPALA”, situada 11 kilómetros al norte de Tizayuca.

A dichas Estaciones se determinaron el número de días totales y por año que presentan los efectos de altas temperaturas especificados en la **Guía de Estandarización (SEDATU, 2013)** y que se puede consultar en la **Tabla 5.2.1**.

TABLA 5.2.1. EFECTOS OCASIONADOS POR LAS TEMPERATURAS MAXIMAS

TEMPERATURA	DESIGNACION	EFEECTO
28 a 31°C	Incomodidad	La evapo-transpiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1 a 33°C	Incomodidad Extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1 a 35°C	Comodidad de Estrés	Las plantas comienzan a evapo-transpirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
35°C	Limite de Tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

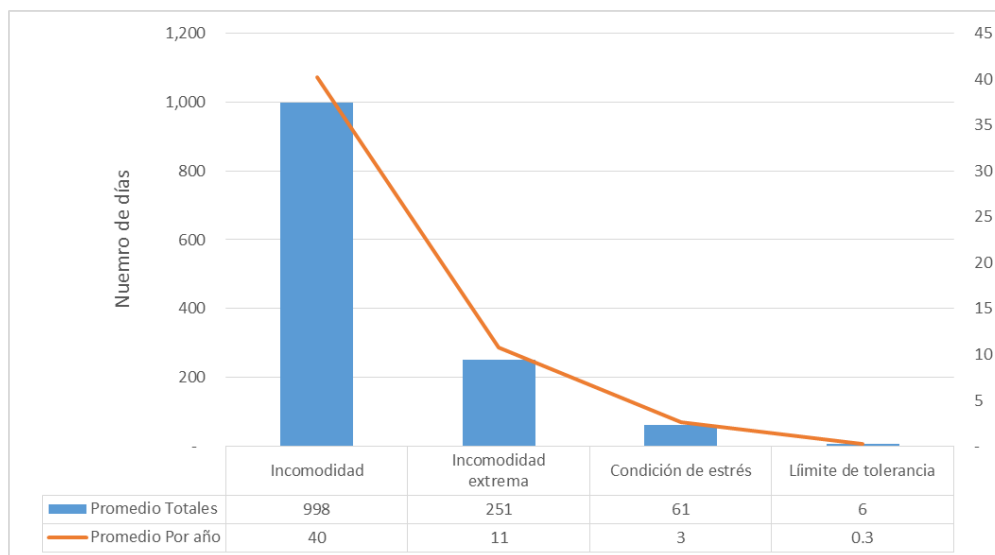


Los resultados del Análisis se presentan en la **Tabla 5.2.2.** y **Gráfica 1.**; como se puede apreciar la mayor parte del año (85%) no presenta temperaturas máximas extremas, y cuando se presentan suelen ser del efecto más leve (incomodidad) con un promedio de 40 días al año, (**Figura 1.**). Sin embargo en la Estación localizada en la Cabecera Municipal cinco días al año se observa una “condición de estrés” y una vez cada dos años se alcanza el “límite de tolerancia”. (**Tabla 5.2.2.**).

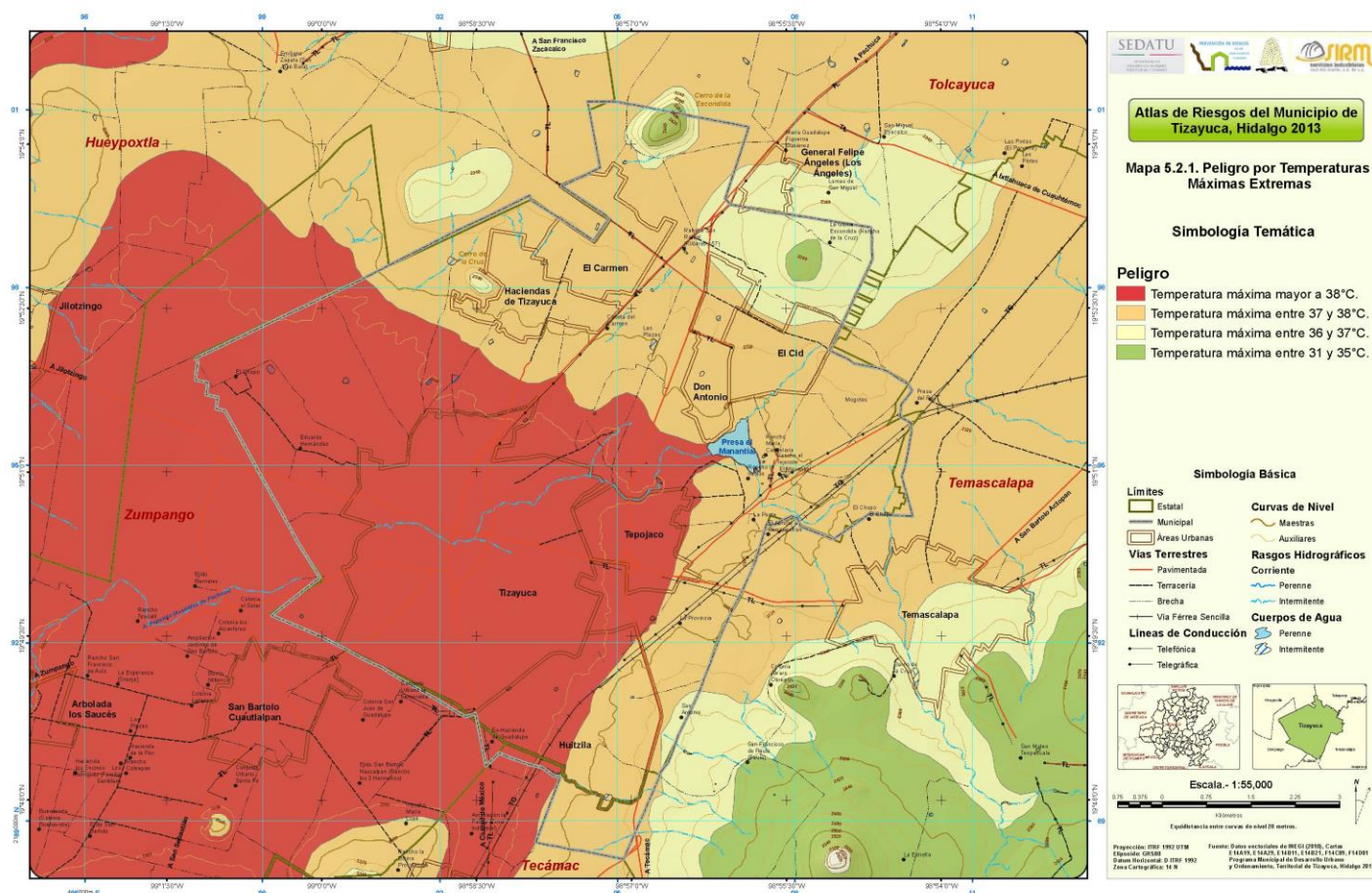
TABLA 5.2.2. DIAS CON TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS POR ESTACION METEOROLOGICA

EFECTO	EL MANATIAL		TIZAYUCA		SAN JERONIMO		NOPALA	
	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO
No Aplica	12,538	338.9	3,186	279.7	10,415	285.9	5,898	340.6
Incomodidad	879	23.8	672	59.0	2,072	56.9	369	21.3
Incomodidad Extrema	92	2.5	235	20.6	633	17.4	44	2.5
Condición de Estrés	18	0.5	58	5.1	161	4.4	8	0.5
Límite de Tolerancia	1	0.0	6	0.5	15	0.4	2	0.1

GRÁFICA5.2.1. PROMEDIO DE DIAS CON TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS



Así mismo, se calculó el gradiente latitudinal para las temperaturas máximas de cada Estación, obteniendo la ecuación $T_{max} = - 25.421 (Altitud) + 3263.1 (R^2=0.6132)$, lo que se interpreta que por cada decremento de 25 metros en altitud la temperatura máxima extrema aumenta en un grado. Con la ayuda de un modelo digital de terreno esta función puede expresarse espacialmente, pudiendo así a representar este peligro Cartográficamente. (**Mapa 5.2.1.**).



Se puede apreciar que dentro del Municipio se presentan cuatro categorías de peligro: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Dichas intensidades de peligro se distribuyen latitudinalmente, dominando el peligro Muy Alto, en la parte más baja donde se localiza la Cabecera Municipal y presentando Temperaturas Máximas Extremas de más de 38 °C. El segundo grado de peligro con mayor dominancia es el Alto, localizado principalmente en el norte del Municipio, presentando temperaturas máximas entre 37 y 38 °C. El peligro Medio y Bajo se asocian a las elevaciones del Municipio donde las temperaturas máximas no rebasan los 36 °C.

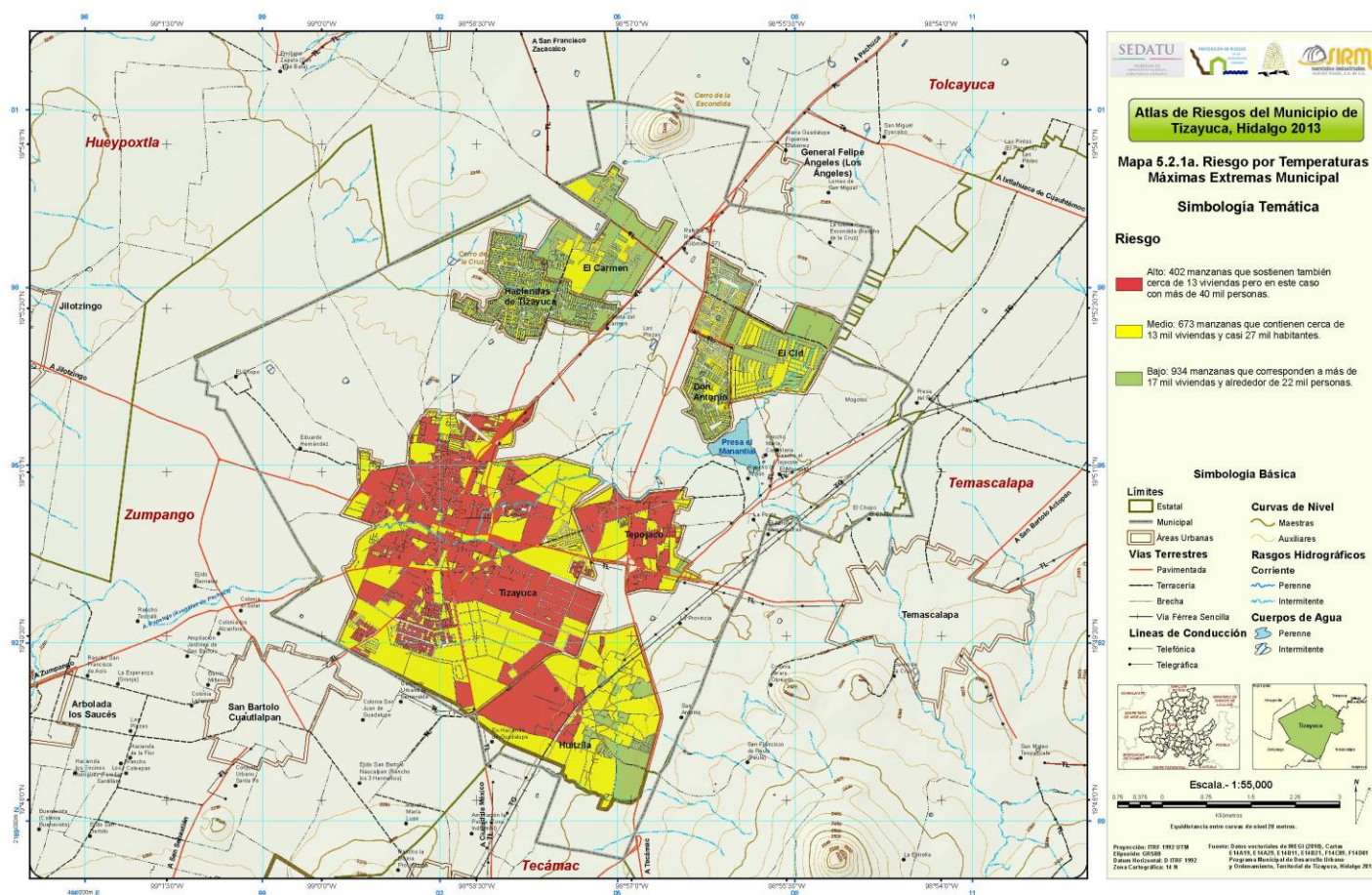
Considerando lo anterior y tomando en cuenta que el Municipio presenta un clima semiárido, se concluye que en general el peligro por Temperaturas Máximas Extremas en Tizayuca va de Alto a Muy Alto.

RIESGO POR TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS

Como se menciona en la *Sección Anterior*, el peligro por Temperaturas Máximas Extremas puede tener repercusiones importantes sobre la población, por lo que resulta importante calcular el riesgo de la sociedad ante este fenómeno. De esta manera se contraponen los Mapas del Peligro analizado y la vulnerabilidad social, dando como resultado el riesgo ante Temperaturas Máximas Extremas.

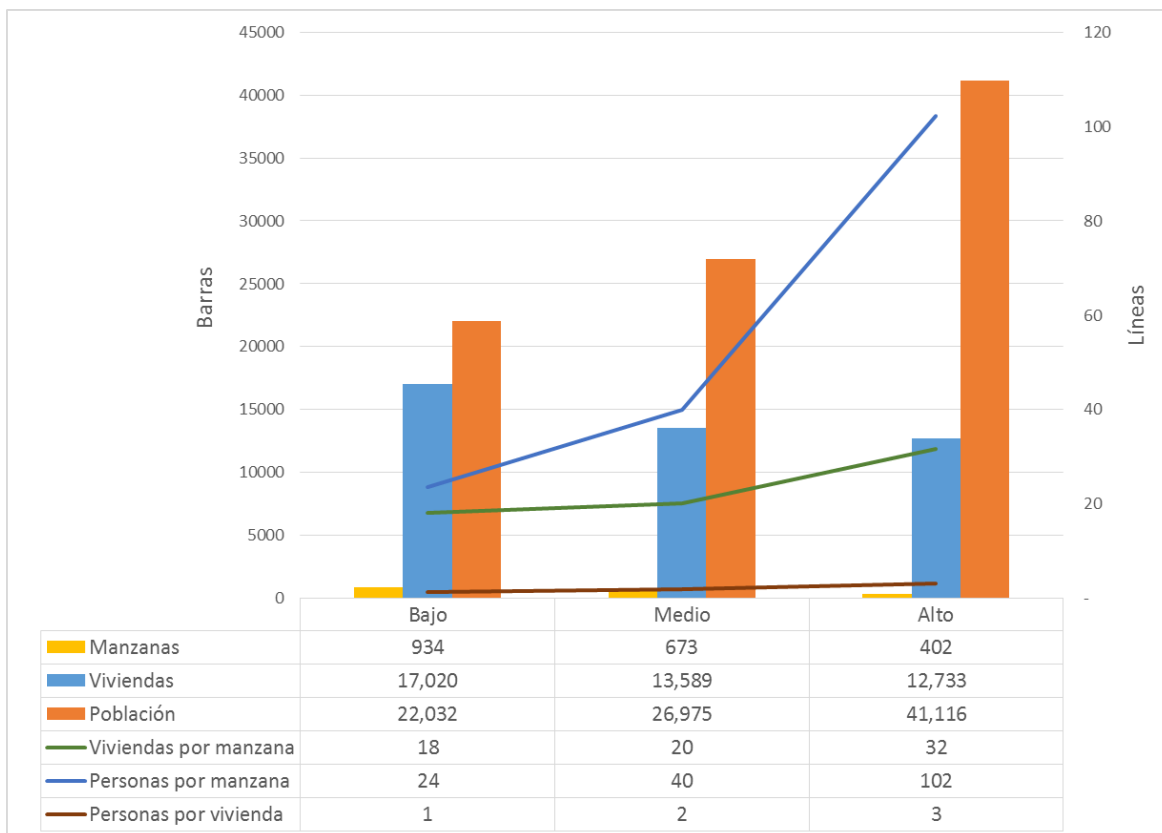


El resultado del Análisis también se puede apreciar en la **Gráfica 5.2.2.**, donde podemos observar que el riesgo bajo abarca 934 manzanas que corresponden a más de 17 mil viviendas y alrededor de 22 mil personas. El Riesgo medio se localiza en 673 manzanas que contienen cerca de 13 mil viviendas y casi 27 mil habitantes. El nivel alto de riesgo se distribuye en 402 manzanas que sostienen también cerca de 13 viviendas pero en este caso con más de 40 mil personas. Se puede notar que conforme aumenta el nivel de riesgo, disminuye el número de manzanas y viviendas afectadas, pero el número de habitantes incrementa, presentando el riesgo alto una mayor densidad poblacional por manzana y por vivienda (**Mapa 5.2.1a.**).





GRÁFICA 5.2.2. . TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS



5.2.2. SEQUIAS

La Sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Este fenómeno se ve afectado por condiciones tanto globales (regionales) como locales, en esta Sección se analizarán ambos caracteres de la Sequía y su relación al entorno del Municipio de Tizayuca.

CONDICIONES REGIONALES

El Monitor de Sequia de América del Norte, es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos y está enfocado a monitorear la Sequía en el Sector de América del Norte. El Programa se inició en abril de 2002 y forma parte de un amplio Proyecto, cuyo principal objetivo es el monitoreo de eventos climáticos extremos sobre el territorio de los tres países.

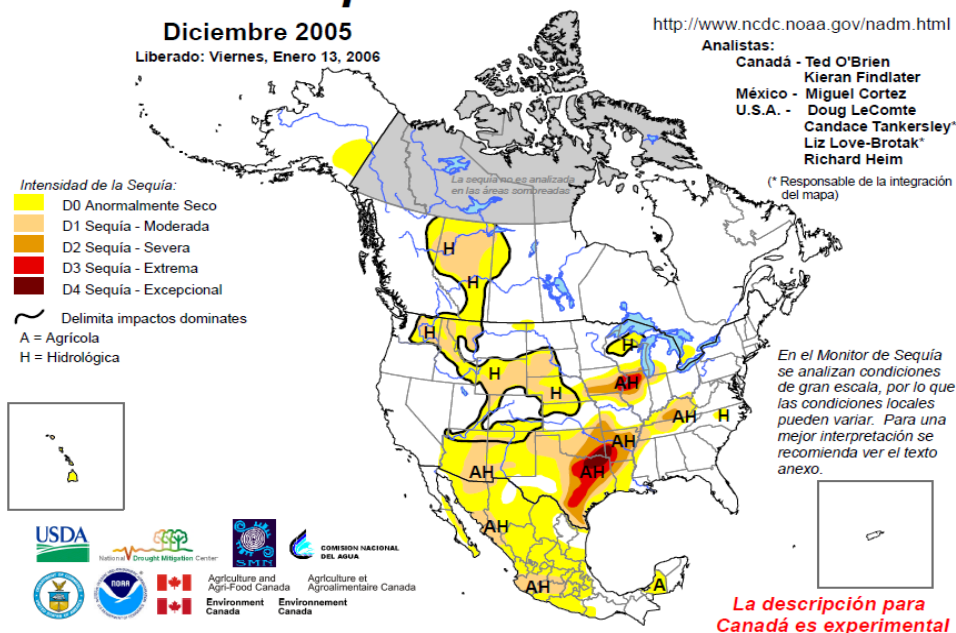
En la Figura 5.2.1., podemos apreciar las condiciones de sequía para diciembre del 2005 (Se eligió el mes de diciembre ya que las estaciones meteorológicas indican a este como el más seco del año, y el 2005 fue el año con Sequia Meteorológica más severa. Se pueden consultar datos de otros meses



y años en esta página web: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/nadm-maps.php>, donde se observa que el Estado de Hidalgo, en su totalidad se encuentra contenido en un Área D0 (Anormalmente seco), la cual es una condición de sequedad, no es propiamente un tipo de Sequía.

FIGURA 5.2.1. MONITOR DE SEQUÍA DE AMÉRICA DEL NORTE, DICIEMBRE 2005

Monitor de Sequía de América del Norte



CONDICIONES LOCALES

Las condiciones propias al Municipio pueden ser inferidas a partir de los datos obtenidos de Estaciones Meteorológicas, se consultaron las Estaciones registradas en **CONAGUA**, de las cuales destacamos las más cercanas al Municipio; “13091-TIZAYUCA”, situada en la Cabecera Municipal, “13008-EL MANANTIAL”, localizada tres kilómetros al este de la Cabecera; “15090-SAN JERONIMO XONOCAMACAN”, a 10 kilómetros al sur de la Cabecera; y “15274-Nopala”, situada 11 kilómetros al norte de Tizayuca. Dichas Estaciones presentan un Índice de Lang promedio de 35, lo cual las coloca en la categoría de climas semiáridos, susceptibles a la Sequía. Datos detallados por estación se pueden consultar en la **Tabla 5.2.3**.

Evidencia de lo anterior es el Cálculo del Índice de Severidad de Sequía Meteorológica (**IS**) recomendado en la **Guía de Estandarización (SEDATU, 2013)**, con la siguiente fórmula:

$$IS = \sum y[y < x] + \sum x[x > y] / \sum x[x > y]$$

Donde “y”, son los valores de precipitación mensual del año analizado y “x”, son los valores de precipitación normal en el periodo 1951-2010. El índice de severidad se clasifica en siete grados:



extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2).

TABLA 5.2.3. CLASIFICACION CLIMATOLOGICA Y DATOS NORMALES PARA LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS

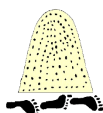
ESTACION : tizayuca	
Clima: BS1 kw (i') gw''	
Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges, presentación canícula en julio.	
Mes más lluvioso	junio (106 mm.)
Mes más seco	diciembre (3.1 mm.)
Mes más cálido	mayo (18 °C)
Mes más frío	enero (11.7 °C)
Precipitación Anual Total	559.9 mm.
Temperatura Media Anual	15.3 °C
Indice de Lang	36.6

ESTACION : el manantial	
Clima: BS1 k'w (i') g	
Clima semi-árido, templado con verano fresco, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges.	
Mes más lluvioso	agosto (93.4 mm.)
Mes más seco	febrero (7.5 mm.)
Mes más cálido	mayo (17.5 °C)
Mes más frío	enero (11.1 °C)
Precipitación Anual Total	533.7 mm.
Temperatura Media Anual	14.8 °C
Indice de Lang	36.1

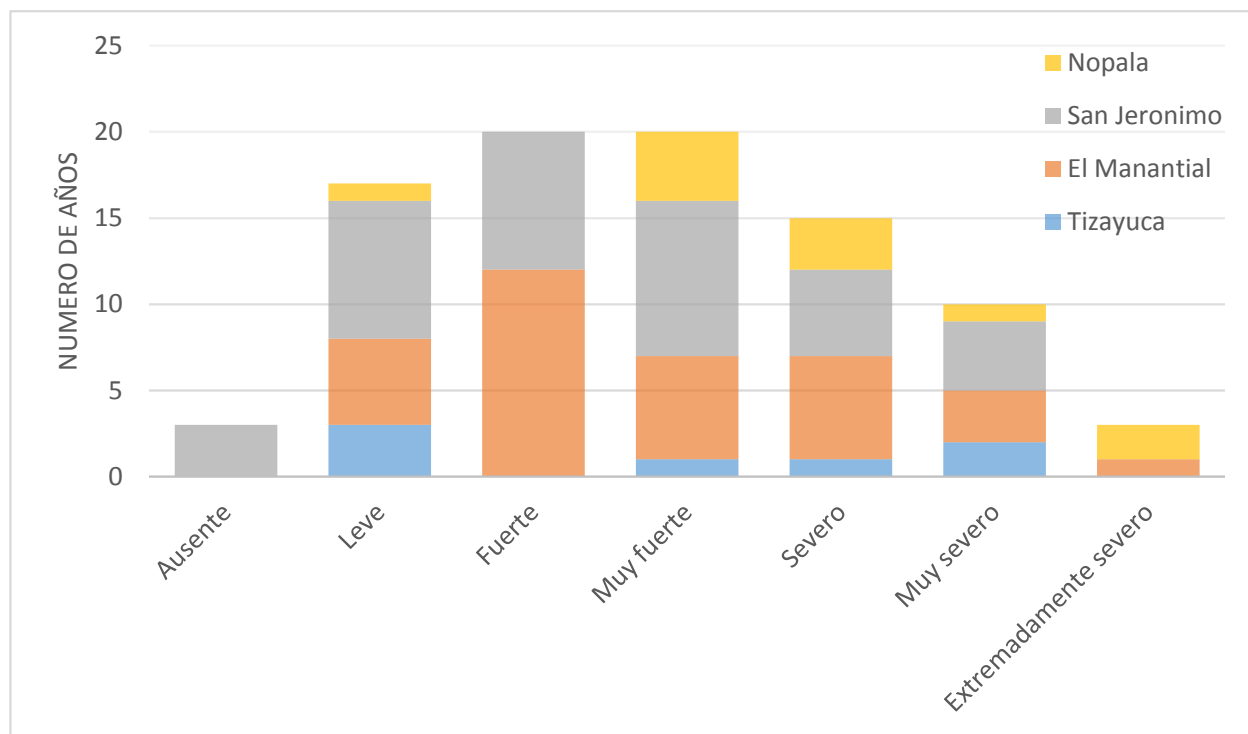
ESTACION : sn.jerónimo xonocahuacan	
Clima: BS1 kw (i') g	
Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges.	
Mes más lluvioso	julio (114 mm.)
Mes más Seco	diciembre (6.8 mm.)
Mes más Cálido	mayo (18 °C)
Mes más Frío	enero (19.2 °C)
Precipitación Anual Total	591.7 mm.
Temperatura Media Anual	16.4 °C
Indice de Lang	36.1

ESTACION : nopala	
Clima: BS1 kw (i') g	
Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges.	
Mes más Lluvioso	junio (93.1 mm.)
Mes más Seco	diciembre (3 mm.)
Mes más Cálido	mayo (18.3 °C)
Mes más Frío	diciembre (12.9 °C)
Precipitación Anual Total	482.6 mm.
Temperatura Media Anual	15.8 °C
Indice de Lang	30.5

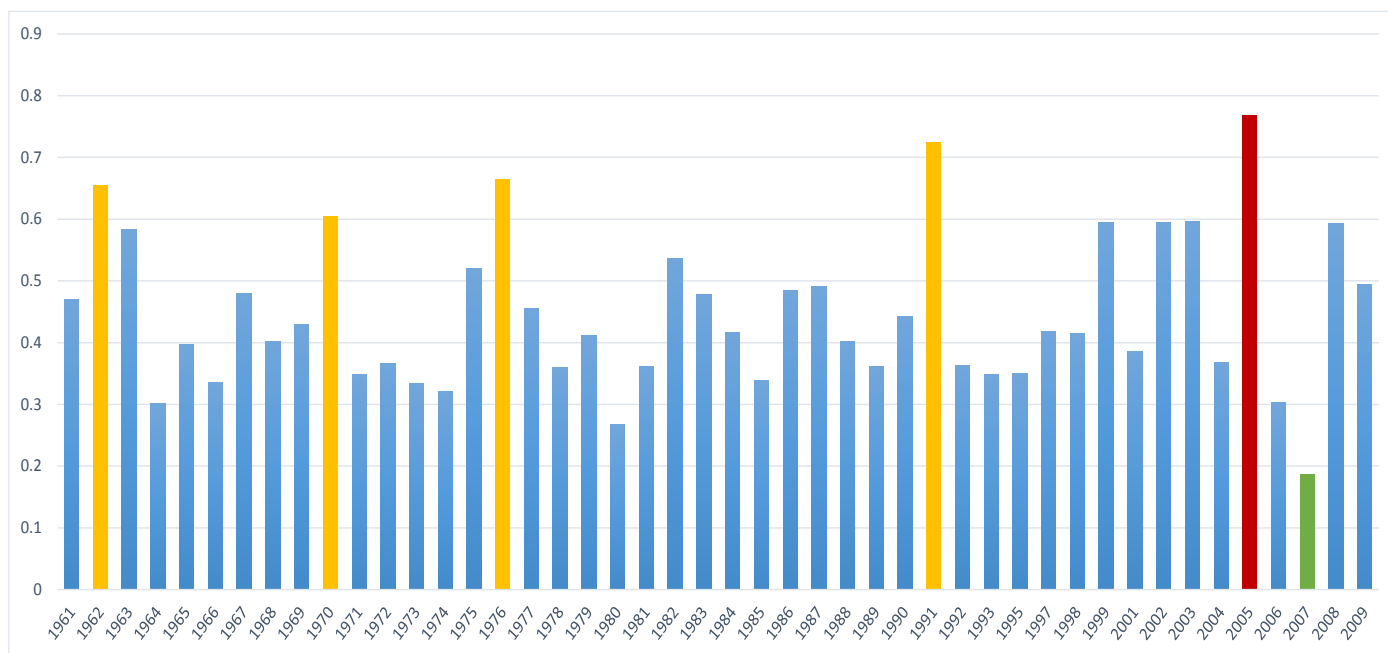
Para las Estaciones analizadas tenemos que gran parte de los años (43%) presentan Sequia Meteorológica fuerte y muy fuerte (Gráfica5.2.3.), y como eventos extremos resaltan; 2005 con la mayor intensidad de Sequía Meteorológica, seguido por 1991, 1976, 1962 y 1970. También destaca el año 2007, por ser el único (en promedio) con sequia ausente. (Gráfica5.2.4.).

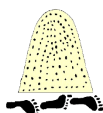


GRÁFICA5.2.3.. NUMERO DE AÑOS CON SEQUIA POR INTENSIDAD Y POR ESTACION



GRÁFICA5.2.4. VALORES IS PROMEDIO PARA CADA AÑO, EN ROJO EL VALOR MÁS ALTO, NARANJA VALORES A ALTOS Y VERDE EL MAS BAJO





Así mismo, se realizó un Análisis más exhaustivo de las condiciones físicas particulares a Tizayuca, que pueden promover la ocurrencia de Sequía, dicho Análisis toma en cuenta una Zona de Influencia de 10 km. a la redonda del Municipio, donde se aplica la siguiente Formula:

$$P_{sec} = \frac{PTL + PCL + S}{3} + L_p$$

considerando:

$$PTL = \frac{R_s + CTI}{2} \text{ y } PCL = \frac{T_{max} + P_{min}}{2}$$

donde:

Psec: Peligro por Sequía, con valore entre 1 y 5, que corresponden a un menor ó mayor peligro.

PTL: Predisposición Topográfica local a la Sequía.

PCL: Predisposición Climática local a la Sequía.

Rt: Radiación solar anual total, clasificada en quintiles. La relación a la sequía es recta; los valores de radiación bajos contribuyen a un peligro bajo.

CTI: Índice Topográfico compuesto (humedad topográfica), clasificado en quintiles. Con relación a la sequía inversa; valores bajos de **CTI** promueven un peligro alto.

Tmax: Temperatura máxima del mes más cálido, dividida en quintiles. Relación directa a la sequía; valores altos en temperatura favorecen un peligro alto.

Pmin: Precipitación mínima del cuarto anual más seco, distribuida en quintiles. Relación inversa a la sequía; una menor precipitación propicia un mayor peligro.

S: Susceptibilidad a la sequía por tipo de suelo, con valores entre 1 y 5, que equivalen a una menor a mayor susceptibilidad, dependiente de la profundidad y textura de suelo.

Lp: Peso según índice de Lang, ajuste a las condiciones locales según el contexto climatológico regional, correspondiendo al tipo de clima expresado en la **Tabla 5.2.4.**



TABLA 5.2.4. CLASIFICACION DE CLIMA SEGUN REGIMEN DE HUMEDAD

Clima	Indice Lang	Peso Asignado
Arido	<22.9	1
Semiarido	22.9 - 43.2	1
Sub-Húmedo	43.2 - 55.3	0
Húmedo	55.3 - 100	0
Muy Húmedo	100 – 160	-1
Hiper-Húmedo	>160	-2

El resultado de este Análisis se presenta en el Mapa 5.2.2.; se puede apreciar que el Municipio contiene tres categorías de peligro: Bajo, Medio y Alto. El peligro Bajo se asocia a la región norte del Municipio donde la precipitación en el cuarto anual más seco es mayor (30 a 41 mm), y la temperatura media del mes más cálido oscila entre 22.5 y 25 °C. El peligro Alto se localiza en la región centro-sur del Municipio y es determinado por una precipitación en el cuarto anual más seco de entre 20 y 28 mm, así como, por una temperatura media del mes más cálido de más de 27 °C. El peligro Medio presenta condiciones similares al peligro Alto, pero se ubica en Zonas donde la topografía favorece una menor radiación solar y una mayor acumulación de humedad en suelo.

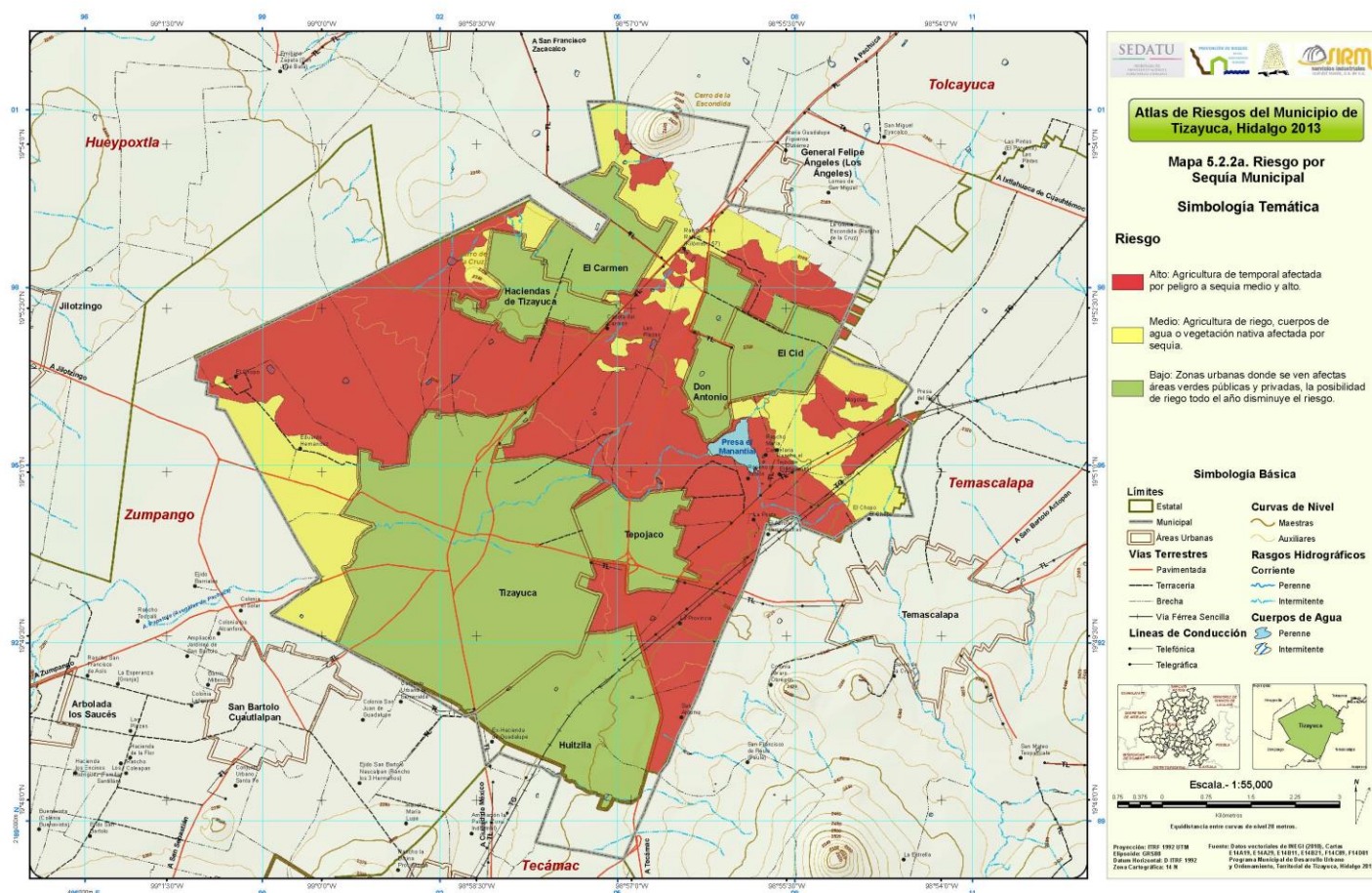
De esta manera se concluye que el peligro por Sequía en el Municipio de Tizayuca es alto, debido al tipo de clima predominante (semiárido), evidenciado por la presencia de Sequía Meteorológica considerable en los últimos 50 años. Se invita a seguir las recomendaciones dadas por CENAPRED en su publicación “Sequias” de la serie Fascículos disponible en línea.



TABLA 5.2.5. VULNERABILIDAD POR SEQUIAS SEGUN EL TIPO DE VEGETACION Y USO DE SUELO

Cobertura de suelo	Vulnerabilidad	Detalle
Zona Urbana	Muy Baja	Riesgo constante en Zonas afectadas: Areas verdes públicas y privadas.
Vegetación Nativa	Baja	Vegetación adaptada a condiciones locales, posible afectación por eventos de sequía extremos.
Cuerpo de Agua	Media	Posible condición de desecación en eventos de sequía fuertes.
Agricultura de Riego	Alta	Principal actividad económica afectada por la sequía, presencia de riego disminuye un poco la vulnerabilidad.
Agricultura de Temporal	Muy Alta	Principal actividad económica afectada por la sequía.

El resultado se parecía en el Mapa 5.2.2a., donde se observa la presencia de tres niveles de Riesgo:





- **Bajo:** Restringido a Zonas Urbanas donde la posibilidad de riego todo el año disminuye su vulnerabilidad a este fenómeno.
- **Medio:** Zonas con presencia de agricultura de riego, cuerpos de agua ó vegetación nativa, afectados por niveles medios y bajos de sequía.
- **Alto:** Agricultura de temporal afectado por peligro de sequía medio y alto.

Las superficies abarcadas por cada Intensidad de Riesgo se aprecian en la siguiente **Tabla 5.2.6.**

TABLA 5.2.6. LAS SUPERFICIES ABARCADAS POR CADA INTENSIDAD DE RIESGO

Riesgo	Superficie Ha.	Superficie %
Bajo	3,326.7	43.6
Medio	1,198.3	15.7
Alto	3,103.6	40.7

5.2.3. HELADAS

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual ó inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas.

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiativa. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C ó aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el Sector Agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

Para determinar la presencia de este fenómeno en el Municipio de Tizayuca, se realizó un Análisis considerando las Estaciones Meteorológicas más cercanas: “**13091-TIZAYUCA**”, situada en la Cabecera Municipal; “**13008-EL MANANTIAL**”, localizada tres kilómetros al este de la Cabecera; “**15090-SAN JERÓNIMO XONOCAHUACAN**”, a 10 kilómetros al sur de la Cabecera; y “**15274-NOPALA**”, situada 11 kilómetros al norte de Tizayuca.

En cada una de las estaciones se determinaron el número de días que presentaron helada según la intensidad establecida por la guía de estandarización (SEDATU, 2013), y cuyos valores se presentan en la **Tabla 5.2.7.**



TABLA 5.2.7. EFECTOS OCASIONADOS SEGUN INTENSIDAD DE LA HELADA

Temperatura	Designación	Efecto
2 a 0°C	Muy Ligera	Aunque no existe congelación del agua, en zonas tropicales algunas plantas comienzan a verse afectadas..
0 a -3.5°C	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-3.6 a -6.4°C	Moderada	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café ó negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5°C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< -11.5°C	Muy Severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados en las ZonasTropicales..

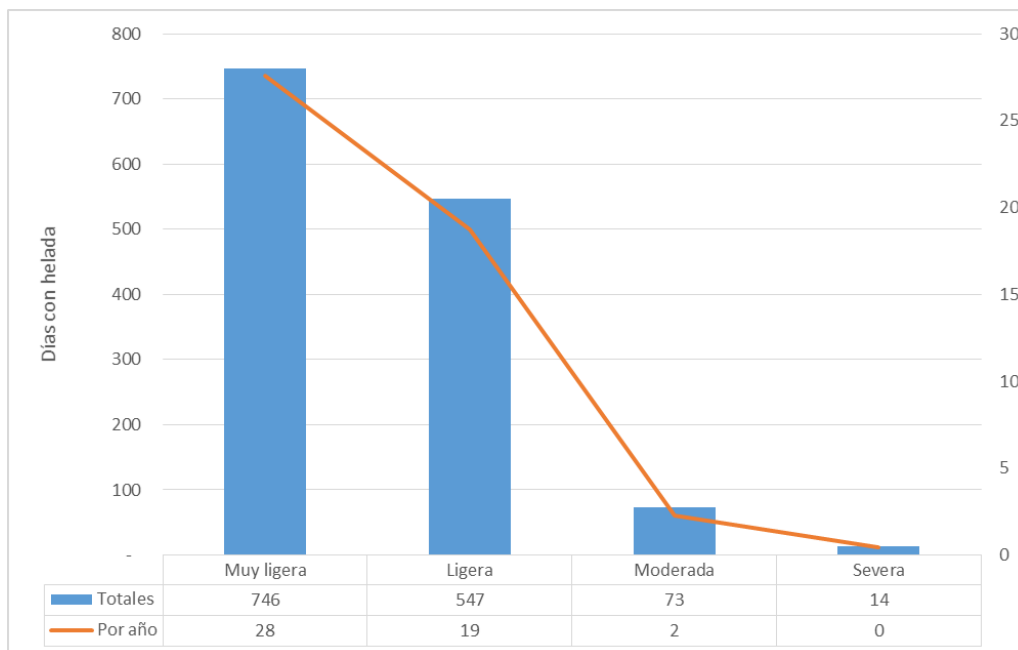
Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 5.2.8. y Gráfica 5.2.5.; donde se aprecia que la mayor parte del año (87%) no presenta condiciones de helada. Cuando esta ocurre suele ser muy ligera (28 días al año), ligera (19 días al año) ó moderada (dos días al año). Cabe mencionar que en las dos estaciones dentro del municipio hay helada severa un día al año.

TABLA 5.2.8. DIAS CON HELADA POR INTENSIDAD Y POR ESTACION METEOROLOGICA

EFECTO	EL MANATIAL		TIZAYUCA		SAN JERONIMO		NOPALA	
	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO	TOTALES	POR AÑO
No Aplica	10,821	291.1	3,602	313.4	11,470	314.8	5,968	344.6
Muy Ligera	1,380	37.1	371	32.3	1,002	27.5	232	13.4
Ligera	1,140	30.7	202	17.6	736	20.2	111	6.4
Moderada	185	5.0	16	1.4	82	2.3	10	0.6
Severa	44	1.2	4	0.3	8	0.2	---	0.0
Muy Severa	---	0.0	---	0.0	---	0.0	---	0.0



GRÁFICA 5.2.5. PROMEDIO DE DIAS CON HELADA



Así mismo, se realizó una Evaluación detallada de las condiciones topográficas particulares a Tizayuca que facilitan la ocurrencia de heladas a nivel local. Este Análisis tiene como base el siguiente modelo:

$$P_{hel} = \frac{C + R + A}{3}$$

donde:

P_{hel}: Peligro por helada.

C: Curvatura de relieve, donde una forma cóncava promueve más la helada que una convexa.

R: Radiación solar total, menor radiación implica un mayor peligro.

A: Altitud, mayores altitudes se asocian a un mayor peligro por este fenómeno.

El resultado es esta Evaluación se puede observar en el **Mapa 5.2.3.**, donde se aprecia que dentro del Municipio se presentan tres intensidades de peligro.

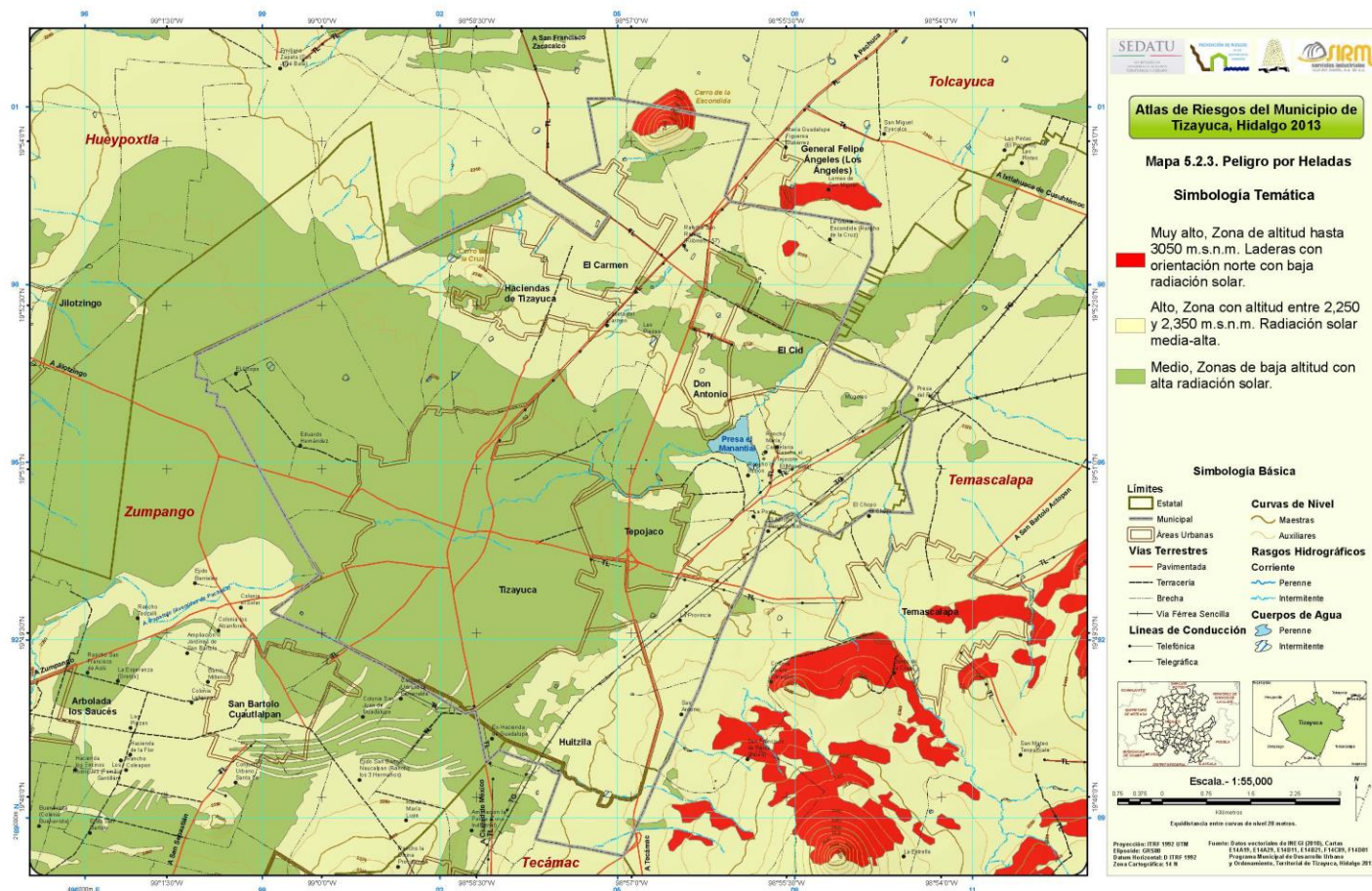
El **PELIGRO MEDIO** se localiza en las partes planas más bajas del Municipio, donde también la radiación solar es alta, disminuyendo el efecto de las heladas.

El **PELIGRO ALTO** también se asocia a Zonas planas, pero en altitudes mayores (de 2,250 a 2,350 m.s.n.m.), que suelen ser más frías.



El **PELIGRO MUY ALTO** se ubica en las Zonas más altas del Municipio (altitudes de hasta 3,050 m.s.n.m.) y en laderas con orientación norte, donde la radiación solar es menor y se favorece la presencia de heladas.

Tomando en cuenta los *Análisis anteriores*, se concluye que, en general, el **peligro por heladas en Tizayuca ES ALTO**.



5.2.4. RIESGO POR HELADAS

La presencia de heladas puede tener repercusiones importantes sobre la salud de la población, por lo que resulta importante calcular el riesgo de la sociedad ante este fenómeno. De esta manera se contraponen los mapas del peligro por heladas y la vulnerabilidad social, dando como resultado el riesgo ante este fenómeno **Mapa 5.2.3a**.

El resultado del Análisis también se puede apreciar en la **Gráfica 5.2.6.**, donde podemos observar que el riesgo bajo abarca 1,685 manzanas que corresponden a casi 34 mil viviendas y alrededor de 70 mil personas. El riesgo medio se localiza en 321 manzanas que contienen cerca de nueve mil viviendas y alrededor de 21 mil habitantes. El nivel alto de riesgo se restringe a tres manzanas que sostienen 11 viviendas y 38 personas. Para el caso de las heladas la mayor parte de la población se

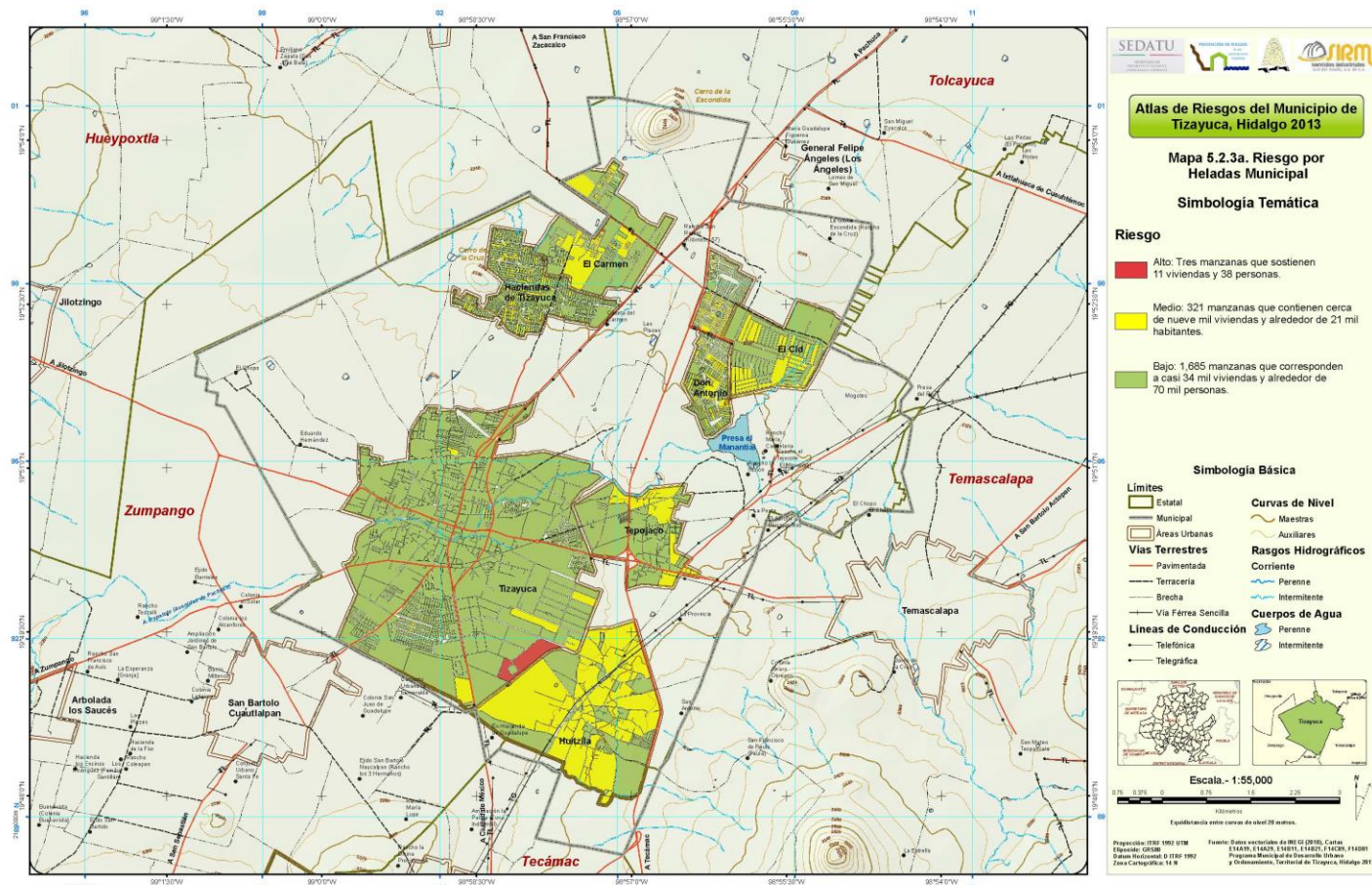


ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

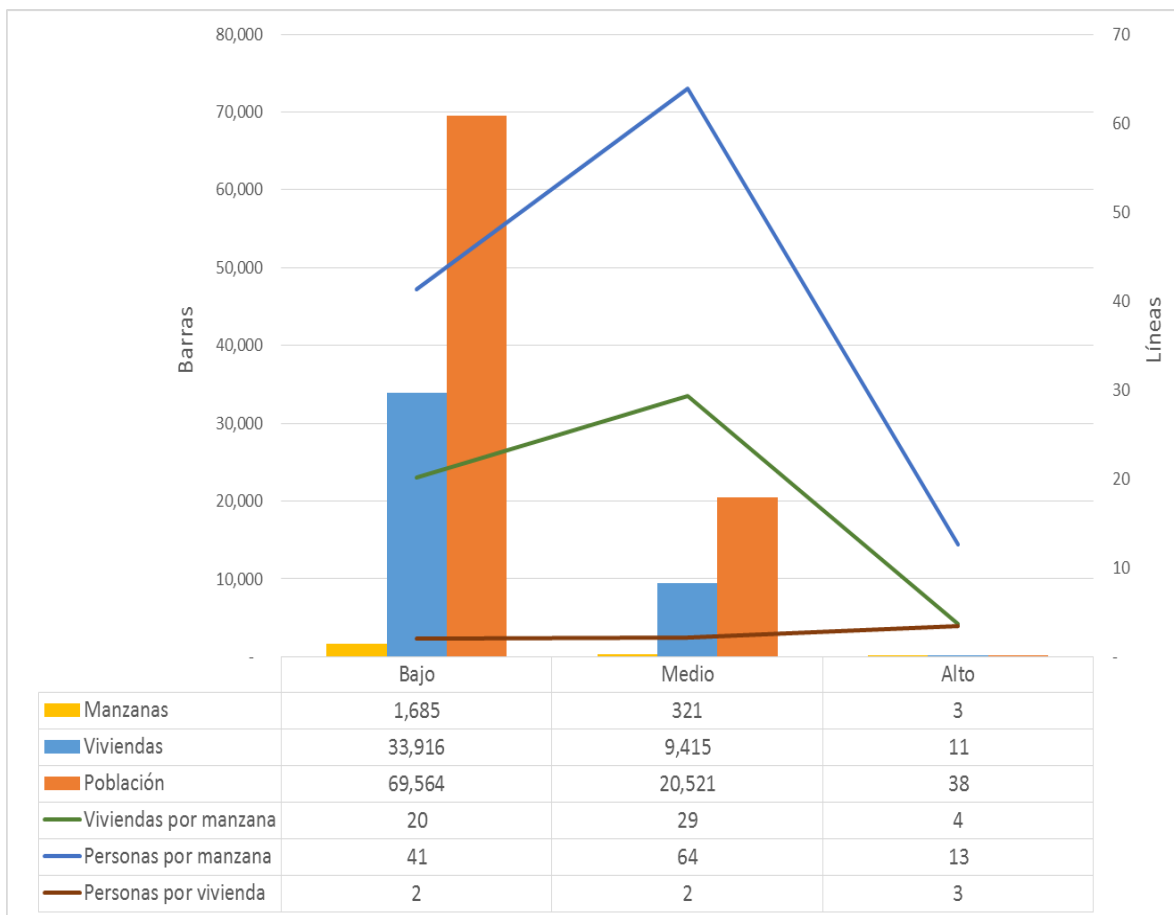


encuentra en un riesgo baja, y prácticamente no hay población bajo un riesgo alto, sin embargo una cantidad importantes se localiza en un nivel medio de riesgo, en este caso con una mayor densidad de viviendas y personas por manzana, en relación con el peligro bajo.





Gráfica 5.2.6. ANALISIS DE RIESGO POR HELADAS



5.2.5. TORMENTAS DE GRANIZO

El Granizo es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. Se produce en tormentas intensas en las que gotas de agua sobre-enfriadas, es decir, aún líquidas pero a temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0 °C) se precipitan, ocurre tanto en verano como en invierno, aunque se presentan con mayor frecuencia en días del año en los que las temperaturas son elevadas. En las tormentas más intensas se puede producir precipitación helada en forma de granizo especialmente grande cuando éste se forma en el seno de fuertes corrientes ascendentes. Es un peligro que causa daños severos a los cultivos.

El Análisis de la distribución espacial de granizadas se realizó considerando los días promedio que en un año se pueden presentar según datos de 18 Estaciones Meteorológicas que se encuentran en los alrededores del Municipio de Tizayuca. (Tabla 5.2.9.).



**TABLA 5.2.9. DIAS DE GRANIZADAS EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO.
SEGUN 18 ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE RODEAN AL MUNICIPIO**

	Clave de la Estación	Días con Granizadas
1	13133	0.0
2	13131	0.1
3	15065	0.1
4	15129	0.1
5	15097	0.2
6	13008	0.3
7	15028	0.3
8	15151	0.7
9	15042	0.7
10	13001	0.8
11	13091	0.9
12	15099	0.9
13	13039	0.9
14	15090	1.1
15	13036	1.3
16	15274	1.6
17	15055	2.3
18	15096	4.7

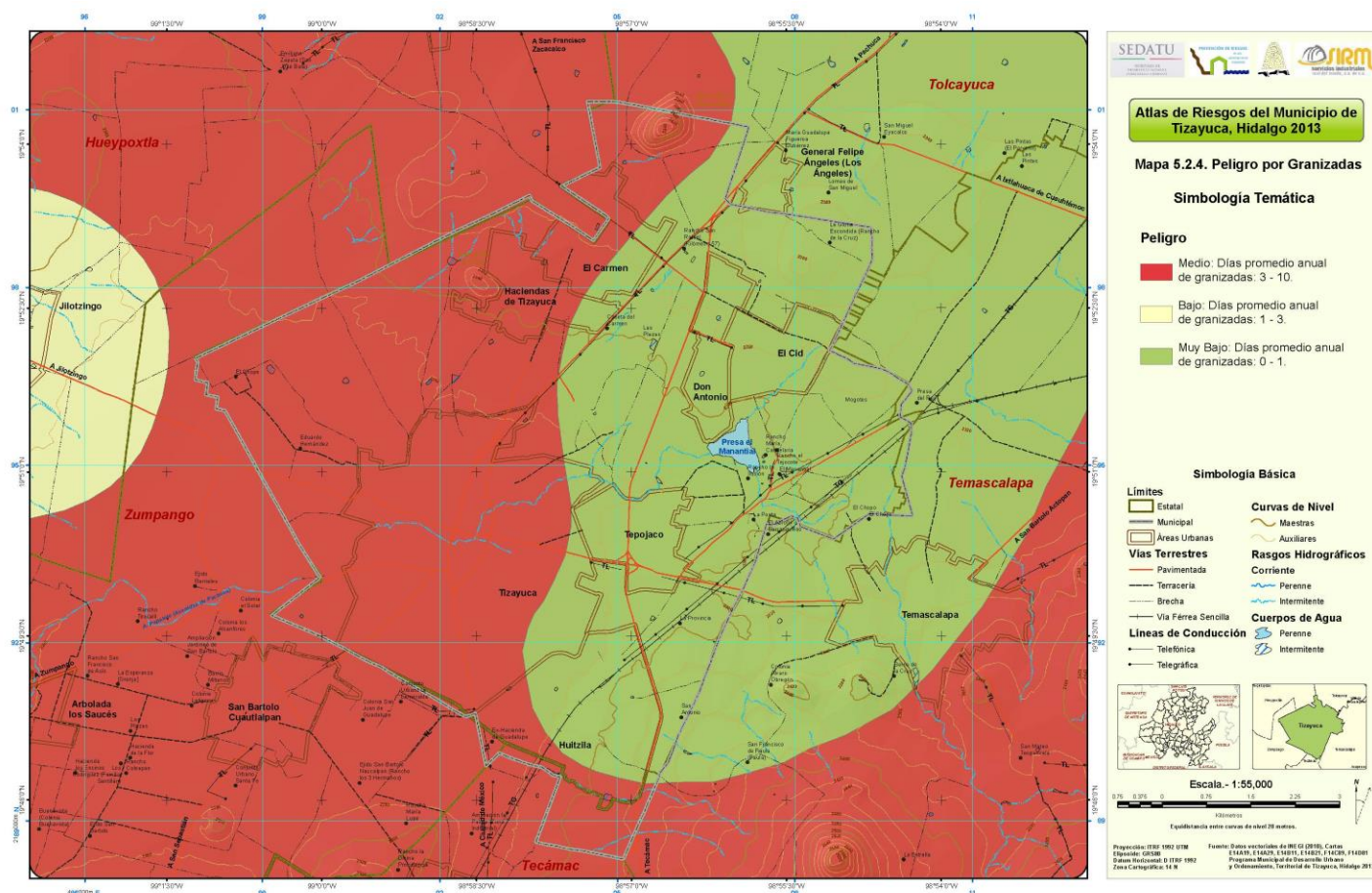
Considerando estos Datos y la siguiente Clasificación de Intensidad de Peligro por Granizadas:

- **Intensidad Muy Baja:** 0-1 días al año de granizadas.
- **Intensidad Baja:** 0-3 días al año de granizadas.
- **Intensidad Media:** 3-10 días al año de granizadas.
- **Intensidad Alta:** 10-20 días al año de granizadas.
- **Intensidad Muy Alta:** >20 días al año de granizadas.

Posteriormente, mediante un Sistema de Información Geográfica fueron interpolados los puntos que representan las Estaciones Meteorológicas y obtenidas dos Zonas de Peligro por granizadas (Mapa 5.2.4.), dividiendo al municipio en dos secciones: este y oeste. La primera de ellas con un grado de peligro muy bajo, mientras que la segunda, Sección oeste, con un grado de peligro medio.

PELIGRO MEDIO: Sección Oeste de Tizayuca. Se presentan en promedio entre 3 y 10 días de granizadas al año.

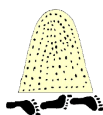
PELIGRO MUY BAJO: Es la Sección Este del Municipio y corresponde aproximadamente con la carretera estatal México-Pachuca, en esta Zona se presenta en promedio 1 día de granizadas al año.



5.2.5. TORMENTAS DE NIEVE

México es un país relativamente montañoso y la nieve suele estar presente en Zonas serranas ó montañosas del centro y del norte del país. Los Estados donde las nevadas se presentan anualmente en temporada invernal son Durango, Chihuahua, Baja California, Sonora, Coahuila, Jalisco, Zacatecas, Estado de México, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Según la Comisión Nacional del Agua **CNA**, se han registrado intensas nevadas en México, sobre todo en los Estados que están por arriba del Trópico de Cáncer, la nieve compacta se ha presentado desde el nivel del mar hasta la cotas más altas de las serranías que es donde hay una mayor concentración de nieve apta para deportes invernales. En el centro del país solo se manifiesta la nieve por encima de los 2,800 m.s.n.m. y especialmente en regiones montañosas. Casualmente, en el sur del país ha registrado presencia de nevadas en las Zonas de mayor altitud de los Estados Oaxaca y Chiapas; cuando la nieve cae más hacia el sur del país, se derrite con mayor rapidez porque las temperaturas son más elevadas en periodo invernal.

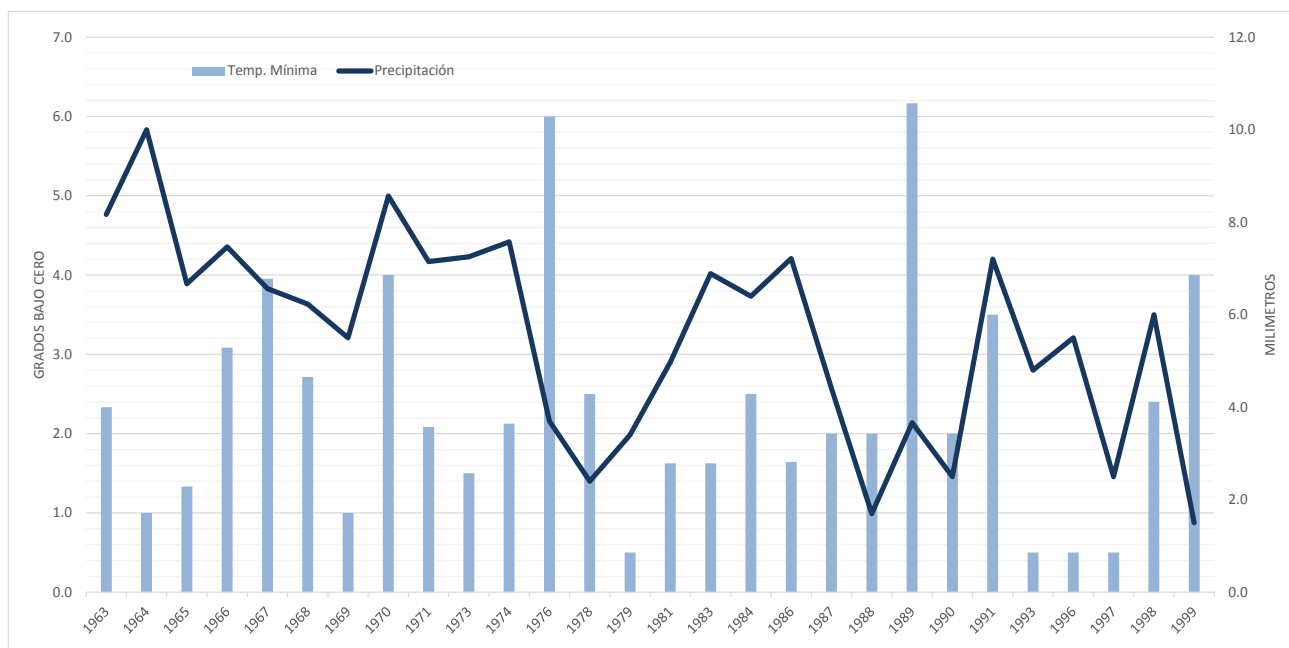


Para el caso de Hidalgo y en particular al Municipio de Tizayuca, el **CENAPRED** los considera en su “*Índice de Frecuencia de Nevadas*”, como de **PELIGRO MUY BAJO**, lo que concuerda con lo expuesto anteriormente ya que el Municipio se encuentra por debajo del Trópico de Cáncer y no presenta elevaciones superiores a los 2,800 m.s.n.m.

Sin embargo, en los antecedentes del Municipio se hace explícita una nevada durante el año 1988, por lo que se analizaron las condiciones meteorológicas que pudieran favorecer la presencia de este fenómeno; una temperatura mínima debajo del punto de congelación ($<0^{\circ}\text{C}$) y ocurrencia de precipitación.

En la serie de datos analizados se encontraron 102 días que cumplen esta condición, en promedio 2.8 días al año, para el caso de 1988 solo el día cuatro de febrero la cumple; con una temperatura mínima de -2°C y una precipitación de 1.7 mm. Sin embargo en la **Gráfica 5.2.7.**, se observa que hay años sin registro de nevada y con condiciones más severas (menor temperatura mínima y mayor precipitación), por lo que la presencia del fenómeno debe estar mayormente determinada por factores regionales/globales, haciéndolo un evento extremo de incidencia muy poco frecuente en Tizayuca, por lo que se sigue considerando un **PELIGRO MUY BAJO**.

Gráfica 5.2.7. GRAFICA DE RIESGO POR TORMENTAS DE NIEVE



5.2.6. CICLONES TROPICALES

La Organización Meteorológica Mundial **OMM**, define a los Ciclones Tropicales como sistemas con centros de baja presión de circulación organizada con un centro de aire tibio que se desarrolla en aguas tropicales y algunas veces aguas subtropicales; una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una Zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15° , tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la



temperatura del agua es mayor ó igual a 26°C. Los Ciclones Tropicales tienen un Area casi circular con la presión más baja en el centro, transportan gran cantidad de humedad y frecuentemente se trasladan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 kilómetros por hora (km/hr). Su principal afectación por efecto de los vientos y marea de tormenta, así como, lluvias extremas se presentan en las costas, por lo tanto, **ESTE PELIGRO NO APLICA** para el Municipio de Tizayuca.

5.2.7. TORNADOS

Un Tornado se define en el Glossary of Meteorology, como “una columna de aire que gira violentamente sobre sí misma, estando en contacto con el suelo, ya sea colgando de ó debajo de una nube cumuliforme, y frecuentemente (pero no siempre) visible como una nube embudo”. Para ser clasificado como tornado, la columna de aire debe tener contacto tanto con el suelo como con la base de la nube.

El desarrollo de Tornados se localiza principalmente en las grandes llanuras de América del Norte (Estados Unidos), conocida como "callejón de los tornados", la cual se extiende desde la Zona Intertropical hasta las Areas árticas, sin presencia de sistemas montañosos que impida el flujo de aire.

Estas condiciones bloquean la humedad y flujo atmosférico, permitiendo que exista aire más seco en los niveles intermedios de la tropósfera, causando la formación de un Area con presión baja al este de dichas montañas, por otra parte, en el Golfo de México (al este), proporciona abundante humedad en los niveles bajos de la atmósfera; la colisión de aire cálido con aire frío crean es la que forma tormentas fuertes y duraderas.

La ocurrencia de tornados en México se concentra en el noreste del Territorio Nacional, sin embargo, la frecuencia e intensidad de estos meteoros no es representativa, debido a que no se presentan las condiciones descritas en el *párrafo anterior*. Por tal motivo, el Estudio de Tornados para otras regiones del país es limitado, de esta forma, para el **ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO.** se consideró analizar el peligro por remolinos de polvo ó arena.

REMOLINO DE POLVO Ó DE ARENA

A los Remolinos de Polvo ó de Arena se les conoce en inglés como dust devil (demonio de polvo) se parece a un tornado dado que es una columna de aire vertical en rotación. No obstante, se forman bajo cielos despejados y rara vez alcanzan la fuerza de los tornados más débiles. Se desarrollan cuando una fuerte corriente ascendente convectiva se forma cerca del suelo durante un día caluroso.

Si hay suficiente cizalladura del viento en los niveles inferiores, la columna de aire caliente que está en ascenso puede desarrollar un pequeño movimiento ciclónico que puede distinguirse cerca del suelo. A estos fenómenos no se les considera tornados porque se forman cuando hay buen clima y no se asocian con nube alguna. Pueden, no obstante, causar ocasionalmente daños de consideración, especialmente en Zonas Áridas.



temporada de estiaje, en el cual se realizan prácticas para incorporar nutrientes al suelo y preparar el terreno para la siguiente temporada de siembra.

Durante esta Fase, la ausencia de precipitación, así como, el incremento en la temperatura, aceleran la pérdida de humedad en el suelo y reduce la cohesión de los sedimentos. Aunado a lo *anterior*, la temperatura calienta las corrientes de aire y generan Procesos de Convección que forman la columna de aire, con fuerza para mover los sedimentos en el suelo.

Otro Factor es la presencia de pendientes menores a 2°, asociadas a la planicie aluvial que ocupa la mayor parte del Municipio, esta inclinación permite el libre flujo del viento sobre Zonas Agrícolas.

- **PELIGRO BAJO:** Esta Categoría también presenta Uso de Suelo Agrícola, no obstante, existe un incremento en la pendiente del terreno (2°-15°), por lo que la circulación del viento encuentra obstáculos debido a la morfología del terreno. Por otra parte, se localizan en las inmediaciones de Zonas Urbanas, limitando la formación de este fenómeno.
- **PELIGRO NULO:** Se asocian a Zonas con suelos completamente cubiertos por cuerpos de agua, vías de comunicación pavimentadas y Areas urbanas.

5.2.8. TORMENTAS DE POLVO

Se define como un Fenómeno que se produce cuando vientos de suficiente intensidad se desarrollan sobre sedimentos no consolidados, los cuales son transportados por suspensión ó saltación. Sin embargo, un Factor que disminuye la presencia de este fenómeno es el contenido de humedad en los materiales, ya que al existir agua relleno los poros entre las partículas, incrementan su densidad, cohesión y peso, lo que dificulta el movimiento por el viento. **NO APLICA.**

5.2.9. TORMENTAS ELECTRICAS

Las Tormentas Eléctricas son la caída de rayos y se producen por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre, donde el rayo es la descarga eléctrica atmosférica a tierra. Es un Fenómeno Meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en Zonas boscosas, campos abiertos y en Zonas Urbanas. Se desconocen, sin embargo, las razones por las cuales las descargas eléctricas se producen de preferencia sobre los campos, de allí que es en estos lugares donde causan más daños humanos y materiales.

Una Investigación realizada por Protección Civil Internacional, en países tropicales determinó la distribución de víctimas por efecto de los rayos en los siguientes Porcentajes:

- 40% al aire libre;
- 30% dentro de las viviendas;
- 11% bajo los árboles;



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

- 9% chozas y cabañas; y
- 10% ciudades.

Estas cifras son indicativas de que las posibilidades de morir alcanzados por un rayo en una ubicación bajo techos bien contruidos, al igual que en edificios ó instalaciones de buena calidad, son muy remotas.

Al igual que para el Peligro de Granizadas, en el caso de tormentas eléctricas se tomaron los datos de días con tormentas eléctricas de las 18 Estaciones Meteorológicas que rodean a Tizayuca. (Tabla 5.2.10.) y posteriormente inter-polados los valores de dichas Estaciones obtenido dos intensidades y por lo tanto dos Zonas de distribución espacial por tormentas eléctricas. (Mapa 5.2.9.).

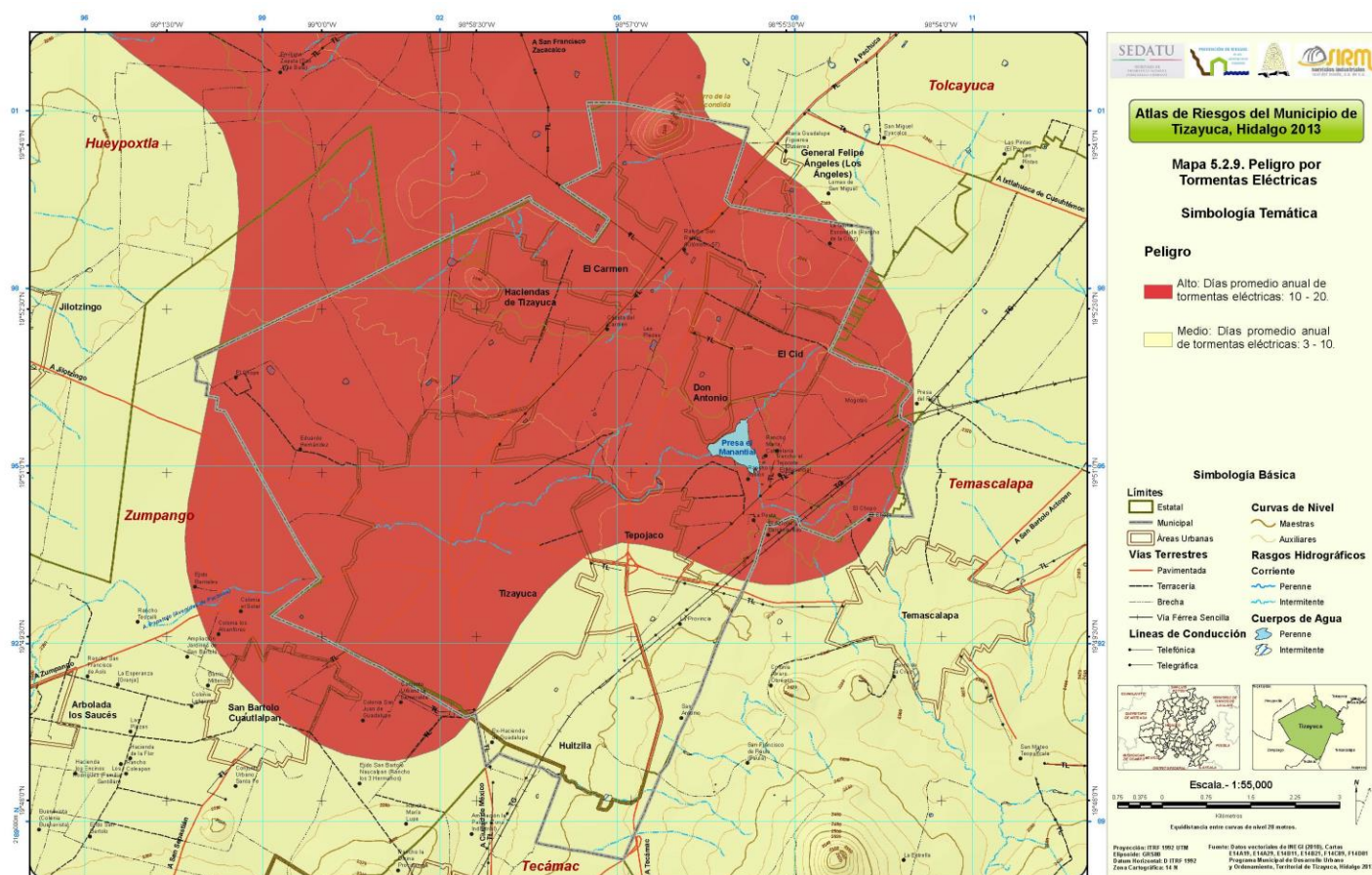


TABLA 5.2.10. DIAS DE TORMENTAS ELECTRICAS EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. SEGUN 18 ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE RODEAN AL MUNICIPIO

	Clave de la Estación	Días con Tormentas Eléctricas
1	15129	0.0
2	15097	0.0



3	13131	0.2
4	15055	0.2
5	13133	0.4
6	15065	0.5
7	15042	0.9
8	13001	3.8
9	15099	4.1
10	15151	4.3
11	15090	4.9
12	13091	5.7
13	15096	7.0
14	15274	10.9
15	13008	11.9
16	13039	12.7
17	15028	14.5
18	13036	20.3

- **PELIGRO ALTO:** Representa más del 80%, del Territorio Municipal y corresponde con la Zona Norte del Municipio, aquí se presentan menos de entre 10 y 20 tormentas eléctricas anualmente, lo cual representa cerca de un mes con la presencia de este fenómeno.
- **PELIGRO MEDIO:** Se presentan entre 3 y 10 días con tormentas eléctricas en un año y corresponde con cerca del 20%, de Superficie Territorial Municipal distribuida en la Sección sureste de Tizayuca.

DENSIDAD DE RAYOS A TIERRA

Para definir estos valores, promedio anual para evaluar la densidad de rayos que caen a tierra en un kilómetro cuadrado, asociados a las tormentas eléctricas, se consideró la **NORMA MEXICANA ANCE; SISTEMA DE PROTECCION CONTRA TORMENTAS ELECTRICAS - ESPECIFICACIONES, MATERIALES y MMTODOS DE MEDICION (NMX-J-549-ANCE-2005, ANEXO 1.)**; en la cual se señalan a escala nacional los siguientes rangos de rayos a tierra/km²/año, y a la cual posteriormente se le asignó una intensidad de peligro:

Rangos de Densidad de rayos a tierra por km², en un año a escala nacional.

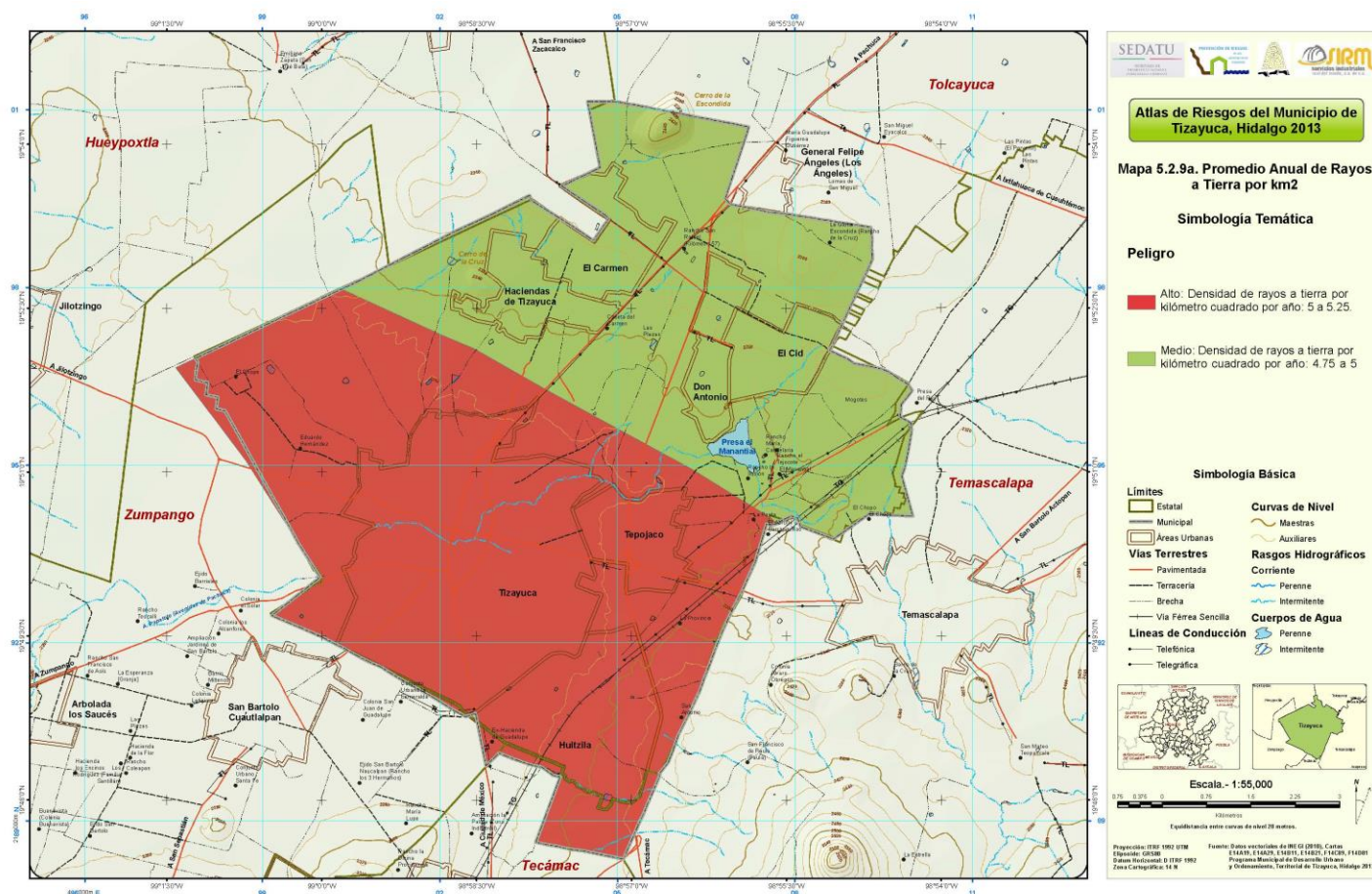
- < 1 = PELIGRO MUY BAJO
- ≥ 1 a < 3 = PELIGRO BAJO
- ≥ 3 a < 5 = PELIGRO MEDIO
- ≥ 5 a < 7 = PELIGRO ALTO
- ≥ 7 a < 11 = PELIGRO MUY ALTO

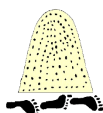


Tomando en cuenta la *Clasificación anterior*, fueron definidas dos Zonas de Densidad de Rayos a tierra dentro de Tizayuca. (Mapa 5.2.9a.):

- **PELIGRO ALTO.-** Se presentan en promedio anual de 5 a 5.25 rayos a tierra en un km². Abarca la Sección Sur-Oeste del Municipio y cubre aproximadamente el 60%, de superficie Municipal.
- **PELIGRO MEDIO.-** En este grado de peligro se presenta en promedio al año una densidad de rayos a tierra de 4.75 a 5 por km². Se localiza en la Sección Nor-Este de Tizayuca y abarca cerca del 40%, de extensión territorial.

La Información que aquí se presenta, obtenida de la *Norma* señalada (NMX-J-549-ANCE-2005), forma parte de un conjunto de lineamientos que establecen los las especificaciones, diseño, materiales y métodos de medición del Sistema Integral de Protección contra Tormentas Eléctricas, para reducir el riesgo de daño para las personas, seres vivos, estructuras, edificios y su contenido, utilizando como base el Método de la Esfera rodante reconocido internacionalmente. Para más detalles véase el **ANEXO 1**.





5.2.10. LLUVIAS EXTREMAS

INTRODUCCION

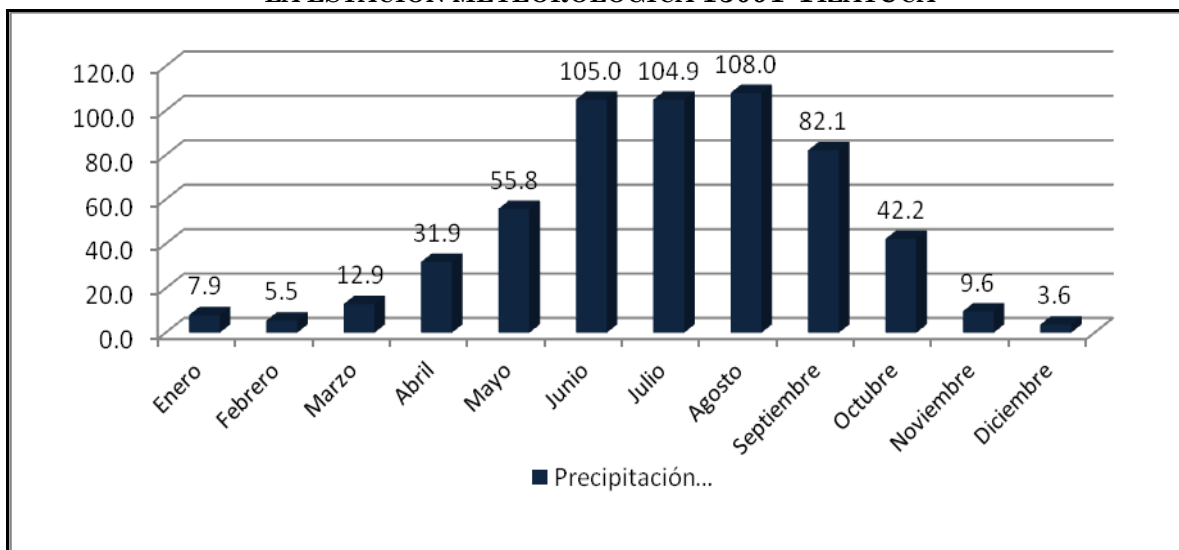
La presencia de este fenómeno se relaciona con el clima en un territorio determinado, por lo que intervienen factores (continentalidad, barreras orográficas, altitud, corrientes oceánicas), en la forma en que se presentan los elementos climáticos (temperatura, precipitación, presión atmosférica, vientos).

Se basa en conocer la distribución espacial y temporal de la precipitación en una Zona determinada, tomando como referencia los datos meteorológicos históricos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional, los cuales son empleados para establecer escenarios de probabilidad.

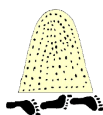
Los resultados obtenidos se utilizan para estimar crecidas ó modelos de precipitación - esorrentía, ya que episodios de lluvia intensa pueden ser causantes de anegamientos e inundaciones, lo cual tiene graves efectos en la vida cotidiana por los daños materiales y pérdidas humanas.

Con base en la Cartografía Temática, el Municipio de Tizayuca, se encuentra en un clima Templado sub-húmedo; con presencia de lluvias durante los meses de junio a septiembre. Este comportamiento se muestra en la **Gráfica 5.2.8.**, la cual toma como referencia el promedio de precipitación histórica para la Estación Meteorológica **13091-TIZAYUCA**.

GRÁFICA 5.2.8. PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL PARA LA ESTACION METEOROLOGICA 13091-TIZAYUCA



Debido a que a precipitación es variable, el estudio de lluvias extremas se basa en el cálculo de precipitaciones que se presentan en periodos cortos de tiempo y en 24 horas, debido a que un aumento en la concentración normal de lluvia puede originar inundaciones súbitas, fallas en la red de drenaje y formación de encharcamientos.



Con base en lo *anterior*, el Análisis se realiza a partir de tres variables: la intensidad, duración y periodo de retorno. La intensidad es la lámina ó profundidad total de lluvia ocurrida durante una tormenta; de esta forma, la altura de la lámina de agua caída en el lugar de la tormenta, incorpora la cantidad de lluvia precipitada y la duración del evento. Con relación al periodo de retorno, se interpreta como la frecuencia ó intervalo de recurrencia, es decir, el número de años promedio en el cual el evento puede ser igualado ó excedido cuando menos una vez.

Los resultados se representan mediante curvas de Intensidad-Duración-Periodo de Retorno, las cuales son curvas que intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno. Cabe señalar que una limitante en este tipo de estudios, consiste en que los resultados son arrojados por Procedimientos Estadísticos; por lo que la validez de los datos está relacionada con la Información retomada del Servicio Meteorológico Nacional.

ANALISIS DE LLUVIAS EXTREMAS EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA

La Información empleada corresponde a los datos de lluvias máximas en 24 horas de la Estación Meteorológica **13091-TIZAYUCA**, seleccionando los diez Registros con mayor valor dentro del periodo considerado, los valores de 24 horas se distribuyeron por periodos de cada 3 horas, con la finalidad de observar el incremento por intervalo de tiempo. (Tabla 5.2.11.).

**TABLA 5.2.11. DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION (24 HORAS),
ESTACION METEOROLOGICA 13091-TIZAYUCA**

Año	Precipitación en 24 horas	Intervalo (horas)					
		1	3	6	9	12	24
1	8.0	0.3	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0
2	6.9	0.3	0.9	1.7	2.6	3.4	6.9
3	6.4	0.3	0.8	1.6	2.4	3.2	6.4
4	6.0	0.3	0.8	1.5	2.3	3.0	6.0
5	5.7	0.2	0.7	1.4	2.1	2.8	5.7
6	5.6	0.2	0.7	1.4	2.1	2.8	5.6
7	5.4	0.2	0.7	1.3	2.0	2.7	5.4
8	5.3	0.2	0.7	1.3	2.0	2.6	5.3
9	5.2	0.2	0.6	1.3	1.9	2.6	5.2
10	5.1	0.2	0.6	1.3	1.9	2.5	5.1

Los datos de la *Tabla anterior*, se ingresaron para generar la distribución probabilística de Gumbell, obteniendo la cantidad de precipitación esperada para los periodos de retorno señalados en la *Tabla 5.2.12.*, así como, la gráfica de Intensidad-Duración-Frecuencia correspondiente. (Gráfica 5.2.9.)

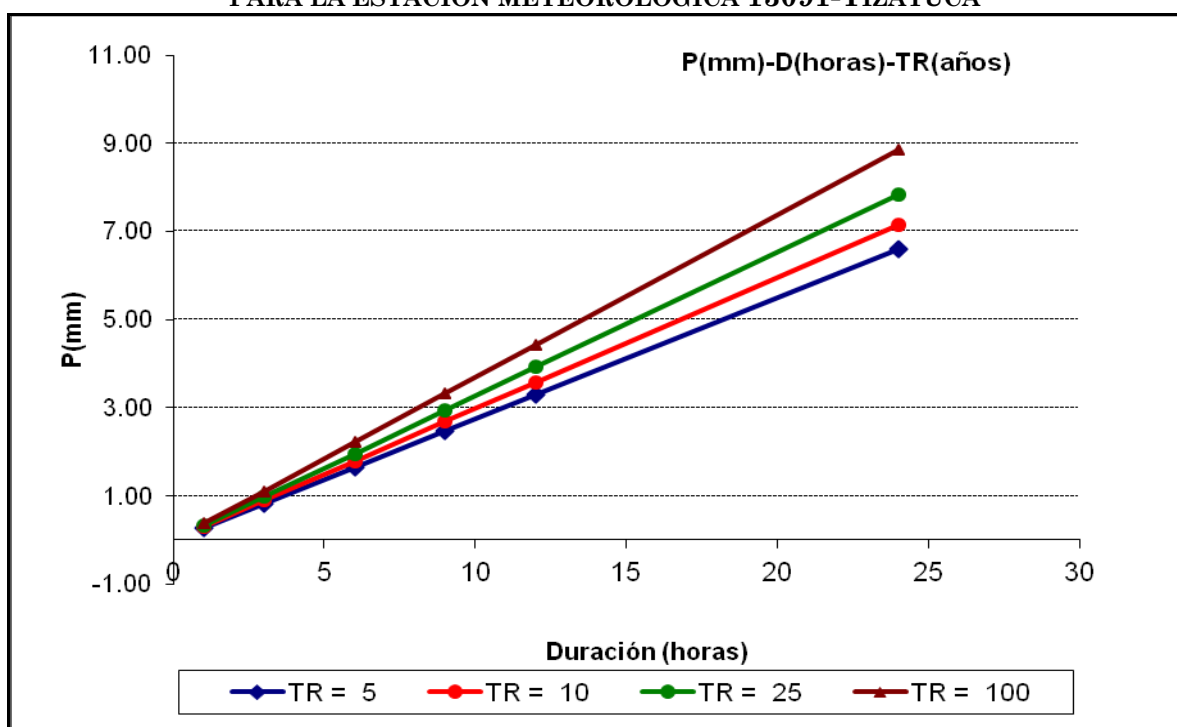
**TABLA 5.2.12. PRECIPITACION EN 24 HORAS POR PERIODO DE RETORNO, ESPERADA PARA LA
ESTACION METEOROLOGICA 13091-TIZAYUCA**

Periodo de Retorno TR	Duración (horas)					



(años)	1	3	6	9	12	24
5	0.28	0.83	1.65	2.48	3.31	6.61
10	0.30	0.89	1.79	2.68	3.58	7.16
25	0.33	0.98	1.96	2.94	3.92	7.84
100	0.37	1.11	2.21	3.32	4.43	8.85

GRÁFICA 5.2.9. CURVA INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA POR PERIODO DE RETORNO, PARA LA ESTACION METEOROLOGICA 13091-TIZAYUCA



c) Peligro por lluvias extremas en el Municipio de Tizayuca.

De acuerdo al Centro Nacional para la Prevención de Desastres, el grado de intensidad señalado en el fascículo de Tormentas Severas, se clasifica en cinco categorías de acuerdo a su intensidad, las cuales se identifican según la lámina de lluvia expresada en milímetros (mm), en un periodo de 24 horas. (Tabla 5.2.13.).

TABLA 5.2.13. CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PRECIPITACION

Tipos de Precipitación	Características
Lluvia Torrencial	Lluvia máxima en mm. acumulada en 24 horas, mayor a 150 mm.
Lluvia Intensa	Lluvia máxima en mm. acumulada en 24 horas, de 70 a 150 mm.

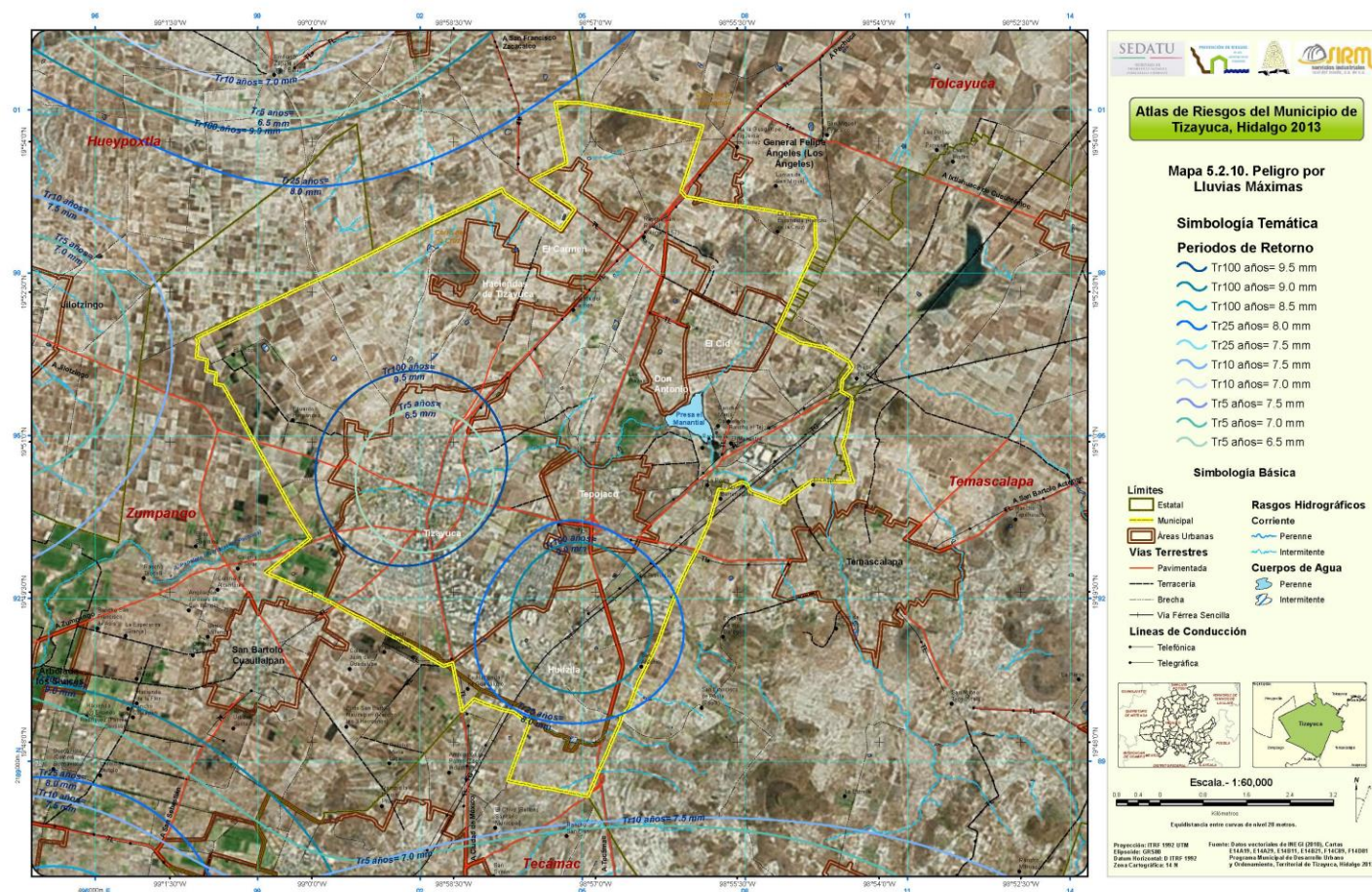


Lluvia Fuerte	Lluvia máxima en mm. acumulada en 24 horas, de 20 a 70 mm.
Lluvia Moderada	Lluvia máxima en mm. acumulada en 24 horas, de 5 a 20 mm.

La Información obtenida, se observa que para los periodos de retorno calculados, las lluvias máximas en 24 horas corresponden a la categoría de lluvia moderada, por lo que el peligro se considera **BAJO** para el Municipio de Tizayuca, debido al tipo de clima.

Por otra parte, la gráfica de Intensidad-Duración-Frecuencia, señala que las condiciones de peligro **BAJO** para la Zona de Estudio se mantendrán para un Periodo de Retorno de 5, 10, 25 y 100 años, debido a que la acumulación de en 24 horas se mantiene por debajo de los 20 mm.

El mismo método se empleó para las estaciones que circundan el territorio municipal, con la finalidad de obtener, mediante interpolación, la distribución espacial de lluvias máximas. (Mapa 5.2.10.).



5.2.11. INUNDACIONES PLUVIALES, FLUVIALES, COSTERAS Y LACUSTRES

Se define como Inundación al proceso mediante el cual, el flujo ó acumulación de agua sobrepasa el canal natural por el que discurre; en el caso de un río afecta casi toda la longitud, retomando principalmente las planicies de inundación formadas por eventos anteriores. Este tipo de fenómenos



son recurrentes en México, causando pérdida de vidas, así como, daños a Infraestructura y Sectores Económicos.

Para el Estudio de Inundaciones, se requiere analizar los elementos naturales que integran un territorio entre los que se encuentran la Litología, pendiente, tipo de suelo, régimen de precipitación; por otra parte, los cambios realizados por los habitantes en los componentes señalados pueden incrementar la probabilidad de ocurrencia.

Las modificaciones consisten principalmente en cambios de Uso de Suelo, con el objetivo de implementar actividades económicas ó procesos de ocupación del territorio con fines urbanos; no obstante, la falta de una planificación y ordenación del espacio produce alteraciones en la dinámica natural, lo que deriva en la presencia de fenómenos perturbadores, entre los que destacan las inundaciones.

PELIGRO POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA

El Análisis, Zonificación y Ponderación de este agente perturbador considera las condiciones naturales de la Zona de Estudio, el impacto generado por el crecimiento acelerado del Area urbana, registros históricos, información proporcionada por Protección Civil Municipal y trabajo de campo.

Otro elemento a considerar corresponde a la clasificación de inundaciones, debido a que los factores que intervienen establecen diferencias en la génesis, dinámica, intensidad y afectaciones que provocan. La Tipología retomada para el **ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA**, es la siguiente:

a) Costeras: Corresponden a Areas de costas bajas, incluyendo estuarios y deltas, por penetración de agua del mar superando los diques artificiales. Este Tipo de Inundaciones se presenta con mayor frecuencia durante el impacto de huracanes, debido a la marea de tormenta que se genera.

b) Fluviales y Pluviales: Se desarrollan a partir de cauces que presentan evidencias de desbordamiento (llanuras de inundación); la inundación se produce cuando la cantidad de agua sobrepasa la capacidad normal del cauce, por lo que existe la salida de agua y ocupa las zonas con pendiente que favorece la acumulación de agua. Por otra parte, la presencia de lluvias intensas sobre suelos con poca capacidad de infiltración, permite la saturación de agua en estas Zonas.

c) Súbitas: Están relacionadas con las características morfológicas de las Cuencas, asociadas a las modificaciones ambientales que se han realizado principalmente sobre la cobertura vegetal, de existir la eliminación de la vegetación, la capacidad de infiltración se reduce y la respuesta a la precipitación es rápida (avenidas ó torrentes).

Con base en las características señaladas en esta Clasificación, así como, la Información generada a partir de los elementos incorporados, se establece la susceptibilidad a desarrollar **INUNDACIONES FLUVIALES, PLUVIALES y SUBITAS** en el Municipio de Tizayuca.



Inundaciones Pluviales y Fluviales

El desarrollo de este Tipo de Inundaciones, está en función de diversos factores entre los que destacan la Litología, pendiente, tipo de suelo, cantidad de precipitación y cambios realizados por el hombre; estas variables inciden de la siguiente forma.

- **Litología:** La velocidad de infiltración del agua estará en función del tipo de material que constituya el basamento, este proceso dependerá de la compactación y presencia de fracturas en las rocas ó sedimentos presentes en la Zona de Estudio.

- **Pendiente:** La inclinación del terreno permite que el agua producto de la precipitación se acumule ó discurra, de esta forma, valores menores a 3°, tienden a propiciar la acumulación de agua. Por otra parte, las Cuencas con pendientes superiores a los 15°, tienden a desarrollar torrentes.

- **Tipo de Suelo:** Condiciones relacionadas con las propiedades físicas del suelo (textura y estructura), influyen en la infiltración del agua; por tal motivo, textura fina asociada con poco desarrollo de estructura, son elementos que facilitan la acumulación de agua y generan inundaciones.

- **Régimen de Precipitación:** La presencia de agua mediante en sus diferentes formas (lluvia, granizo, nieve), así como, la intensidad y distribución durante el año, dependen directamente de los tipos de clima en el territorio.

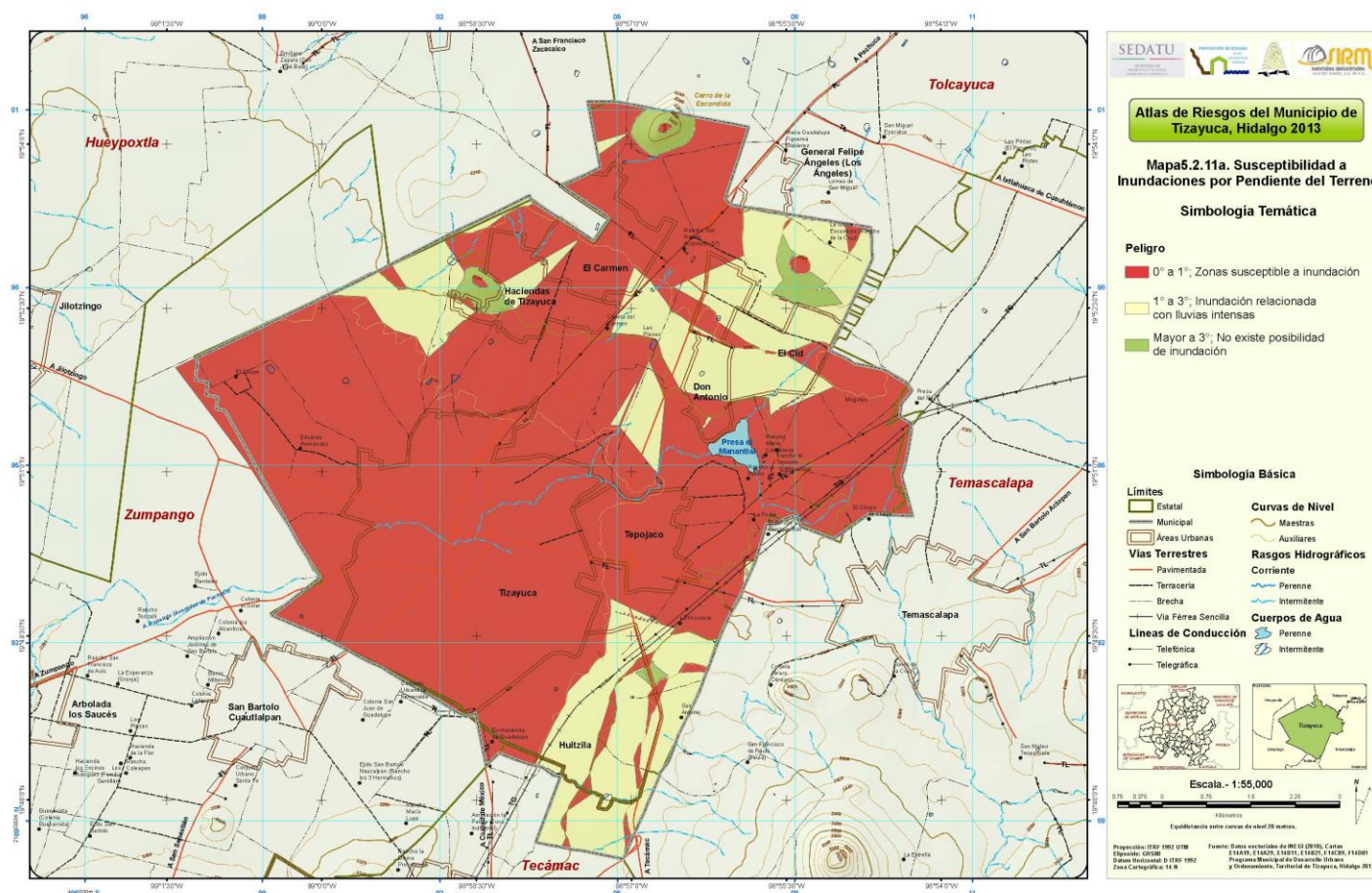
- **Modificaciones Antrópicas:** Las acciones humanas propician la ocurrencia de este peligro debido a la construcción de obras que alteran el funcionamiento natural del sistema ó en el caso de Zonas Urbanas, la contaminación por residuos sólidos que inhabilita el servicio de drenaje y alcantarillado, ocasionando encharcamientos.

Pendientes Relacionadas con Inundaciones

Para el Municipio de Tizayuca, la pendiente del terreno constituye una de las causas principales para desarrollar inundaciones, debido a que se encuentra sobre un territorio con menos de 3°, de inclinación (Mapa 5.2.11a.), por lo que durante la presencia de lluvias, el agua acumulada presenta dificultad para ser drenada.

Las Zonas entre 1° y 3°, a pesar de que permiten la escorrentía, son ocupadas por agua cuando las áreas con menor pendiente se encuentran completamente cubiertas durante lluvias intensas, por lo que se extienden hacia estas Areas. Por otra parte, la baja susceptibilidad a inundaciones se asocia con pendientes superiores a 3°, ya que la dinámica predominante es la escorrentía hacia las partes bajas.

La interrelación de las pendiente del terreno con las otras variables consideradas, deriva en la zonificación para este Tipo de Inundaciones en el Mapa 5.2.11b.; cabe señalar, que también se representan las Areas correspondientes a inundaciones súbitas, las cuales se abordan más adelante. Las Categorías obtenidas son:



- **PELIGRO ALTO:** Inundación producida en Zonas con pendiente menor a 1°, así como, presencia de suelos con capacidad de retención de agua. Se distribuye en la porción sur y sureste del Territorio Municipal abarcando una superficie aproximada del 40%. La Litología dominante es material aluvial, relacionada con los procesos de erosión y acumulación realizada por los ríos.

El continuo depósito de materiales formó una planicie constituida por material aluvial con pendiente menor a 1°, con alta capacidad de acumulación de agua. Estos sedimentos originaron unidades de suelo Feozem, caracterizado por texturas medias a finas, disminuyendo la velocidad de infiltración del agua.

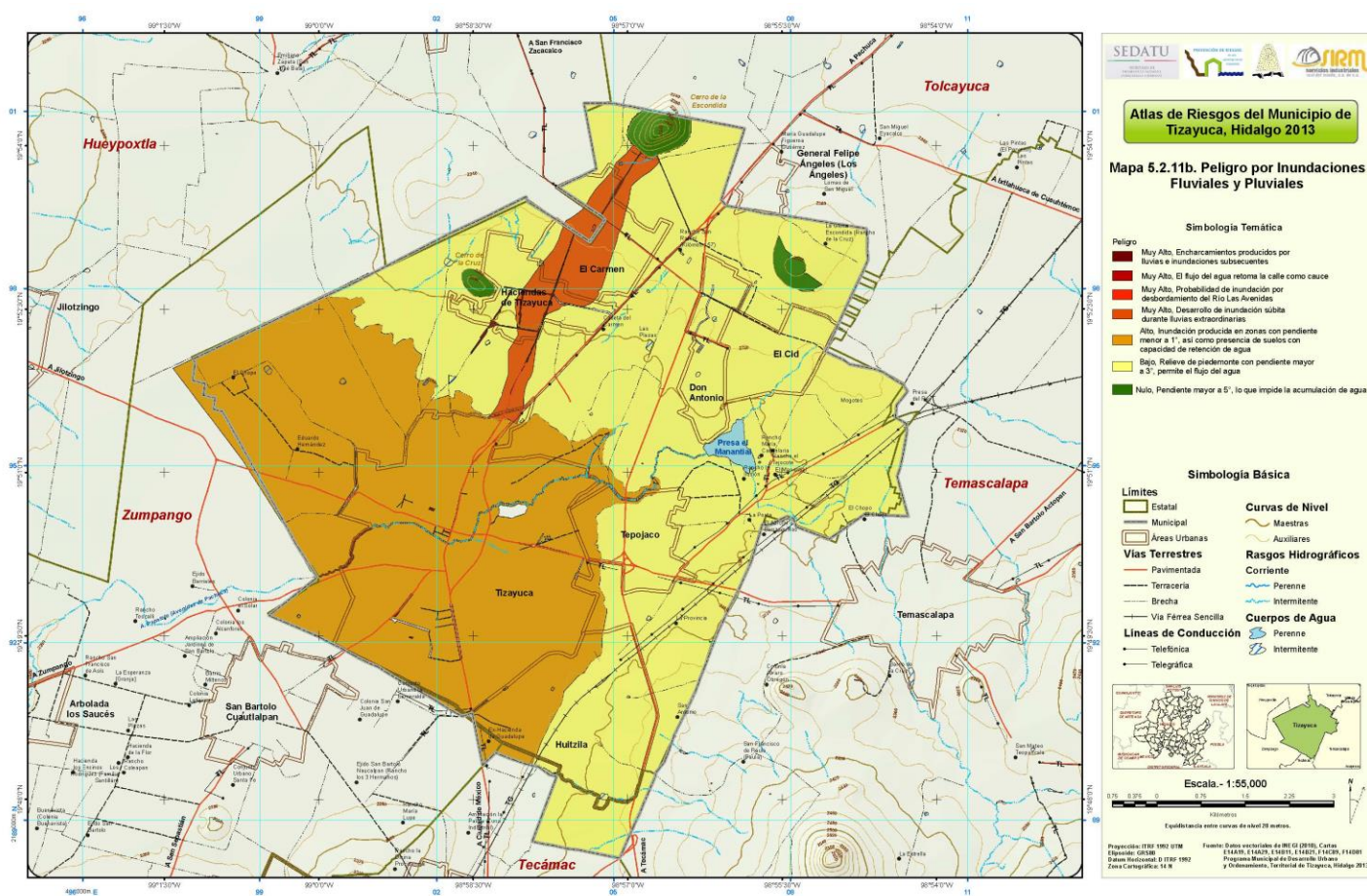
Aunado a lo anterior, la Infraestructura y Equipamiento derivada del crecimiento urbano sobre Zonas Agrícolas, impide la filtración y aumenta la escorrentía, por lo que constituyen un factor que incrementa la susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos en la Zona Urbana.

- **PELIGRO BAJO:** Relieve de piedemonte con pendiente mayor a 3°. Corresponde al 50%, del Area de Estudio, asociada a geoformas con dinámica erosiva. La inclinación del terreno,



suelos con menor profundidad y textura media a gruesa; favorecen el flujo del agua hacia la planicie aluvial.

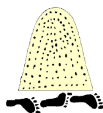
- **PELIGRO NULO: Pendiente mayor a 5°.** Esta Categoría se relaciona con las estructuras dómicas de origen volcánico con unidades de suelo Leptosol; elementos que impiden la retención de agua y genera escorrentía sobre las laderas de los domos.
- **PELIGRO MUY ALTO: Encharcamientos producidos por lluvias e inundaciones subsecuentes.** Las causas que intervienen están asociadas con los cambios realizados en el medio natural derivado del crecimiento urbano en Zonas susceptibles a inundación. Por otra parte, la falta de un sistema de drenaje, así como, captura de agua pluvial con la capacidad de drenar el volumen capturado, constituyen elementos que incrementan los encharcamientos.



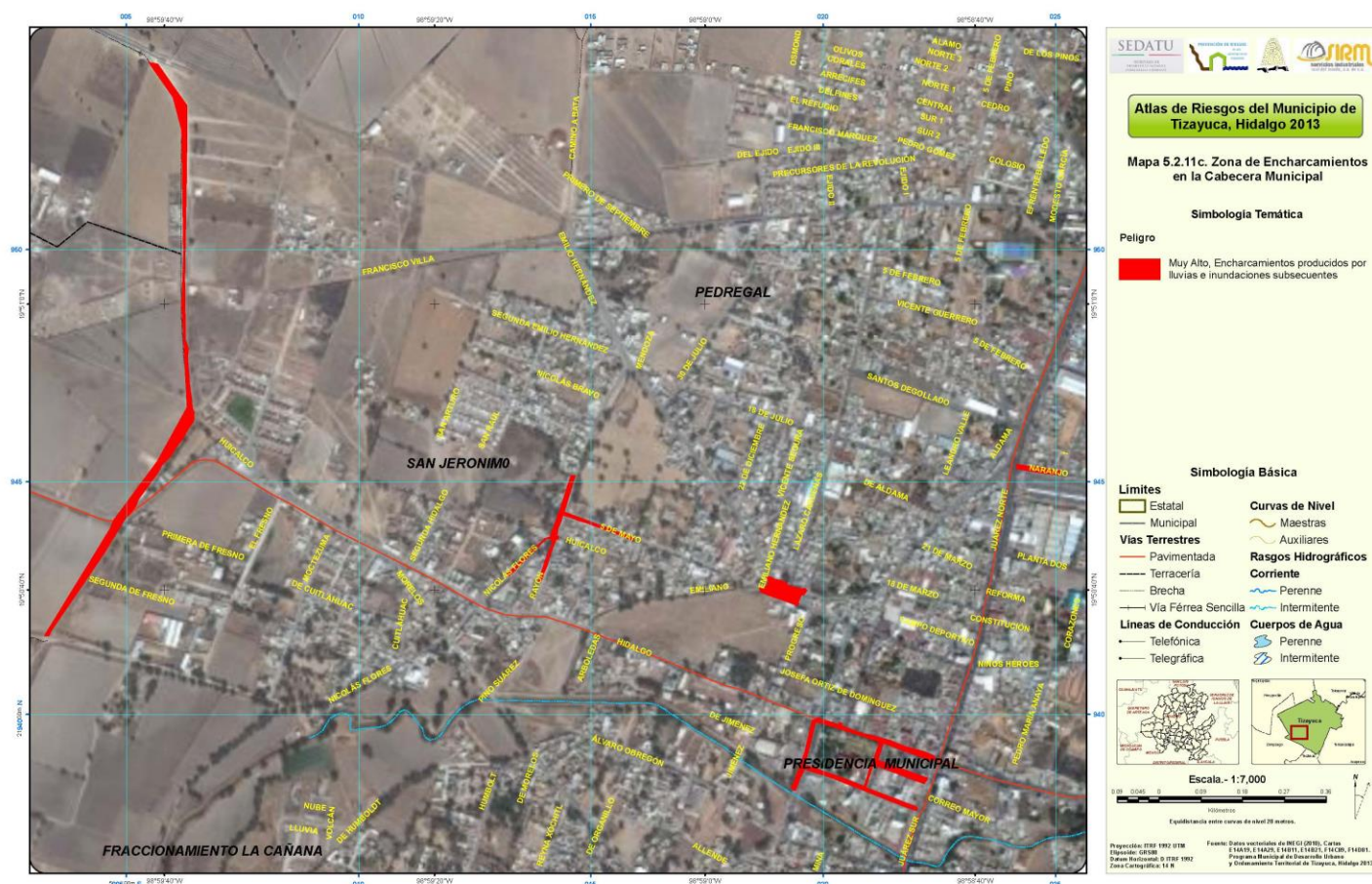
El PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO (2013), señala como Zonas recurrentes de encharcamientos las principales vialidades, afectando la Zona Norte de la Avenida Juárez hacia la zona centro de la Cabecera Municipal y calle Naranjo del Barrio Cuxtitla (Mapa 5.2.11c), el Fraccionamiento Nuevo Tizayuca (Mapa 5.2.11d), al sur de la Zona Industrial (Mapa 5.2.11e).

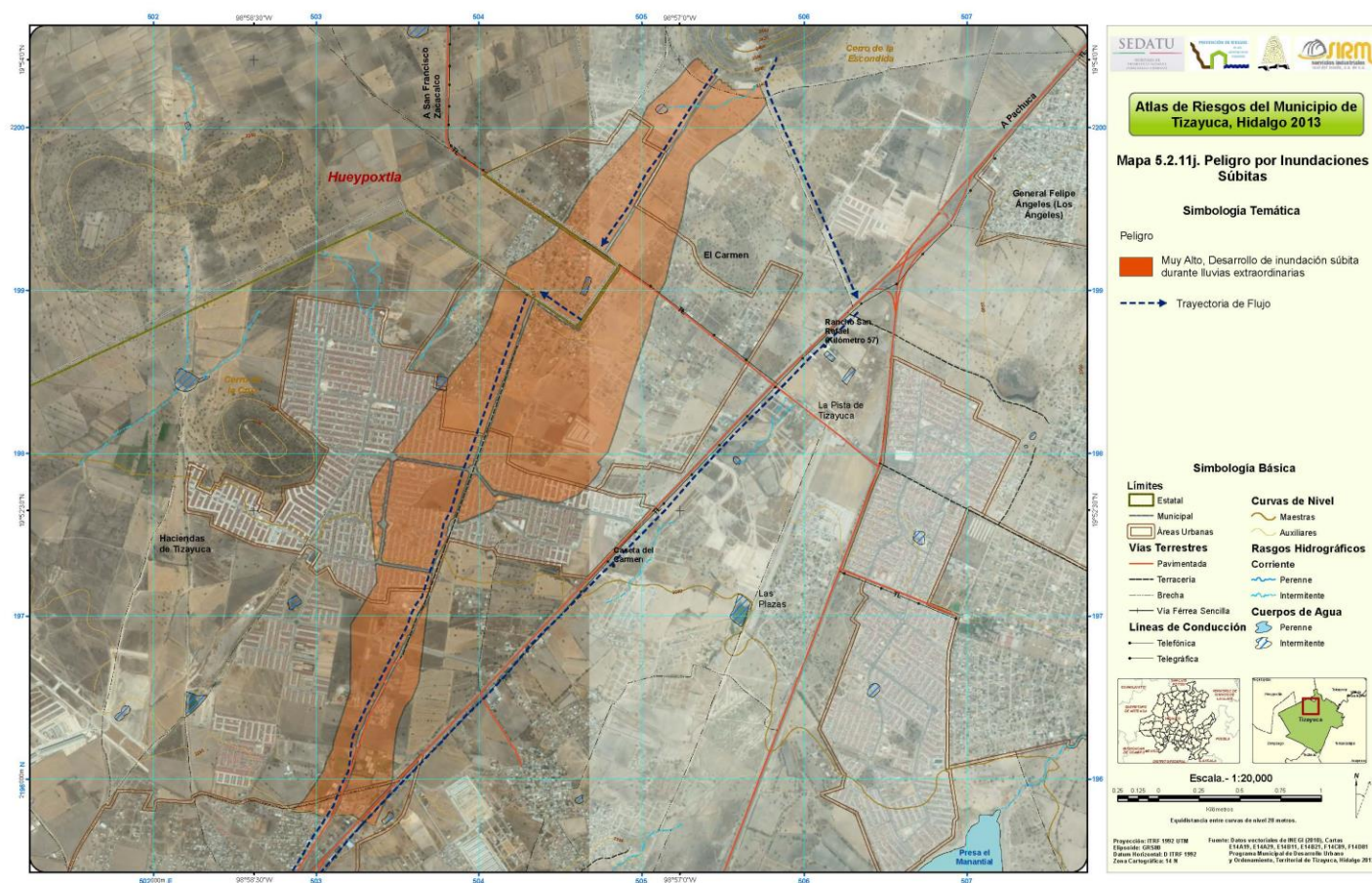


Por otra parte, con base en la información proporcionada por la Unidad de Protección Civil y la Dirección de Agua Municipal, se establecen otras zonas de encharcamientos: el Fraccionamiento Jardines de Tizayuca (**Mapa 5.2.11f**), Colonia Loma Bonita (**Mapa 5.2.11g**), en la zona de Las Plazas (**Mapa 5.2.11h**) y Fraccionamiento Haciendas de Tizayuca (**Mapa 5.2.11i**).



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013





A pesar del grado de inclinación, la falta de vegetación contribuyó a la pérdida del suelo por lo que al presentarse precipitaciones extraordinarias, no existen elementos que reduzcan el flujo y velocidad del agua, el cual incrementa la erosión y transporte de materiales.

Otro Factor antrópico lo conforma el trazado de vías de comunicación en favor de la pendiente y que modificaron el cauce natural, por tal motivo, el flujo retoma estas calles como cauces y continúa la acción erosiva y aumenta el material transportado. La recurrencia del proceso, ha derivado en medidas que mitiguen los efectos, sin embargo, no cumplen con el objetivo.

El impacto de los torrentes está directamente relacionado con el tipo y tamaño de sedimentos, afectando principalmente la zona media y baja de la cuenca; por lo que resulta imperativo establecer medidas encaminadas a prevenir el desarrollo de torrentes (en la Cabecera de Cuenca), debido a que la Zona Urbana se encuentra a la salida de esta Micro-Cuenca.



RIESGO POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA

El crecimiento acelerado producto del flujo continuo de población hacia el Municipio de Tizayuca, derivó en la creación de diversos fraccionamientos que han incrementado la zona urbana así como los diferentes servicios requeridos para satisfacer las necesidades de los habitantes.

Esta dinámica se vio favorecida por las características naturales del territorio, específicamente el tipo de relieve que predomina (planicie aluvial), debido a que no constituyó un obstáculo para la edificación de viviendas.

No obstante, los componentes ambientales propician el desarrollo de inundaciones relacionados con pendientes inferiores a 1°, suelos con capacidad de retención de agua, presencia de precipitaciones extraordinarias; por otra parte, las modificaciones realizadas en la zona de estudio producto de la utilización del territorio, representadas por la pavimentación o revestimiento de cauces naturales, cambio de dirección de ríos, trazado de calles a favor de la pendiente, construcción de viviendas en las márgenes del río, entre otras; incrementan la ocurrencia de este fenómeno.

Con base en lo anterior, la condición y grado de Riesgo para los habitantes de Tizayuca (Mapa 5.2.11k.), se establece a partir de la intensidad y tipología de inundaciones complementado con las condiciones de vulnerabilidad social, obteniendo la clasificación descrita a continuación.

Riesgo por Inundaciones Fluviales y Pluviales.

Riesgo ALTO. Las condiciones naturales inciden en esta categoría, debido a que la población se encuentra en la zona más susceptible a inundarse por acumulación de agua, por otra parte, la localización de viviendas a orillas del río es otro factor de Riesgo. Aunado a lo anterior, los datos sobre población indican mayor concentración de habitantes y valores altos de vulnerabilidad, relacionados con las características socioeconómicas.

Riesgo MEDIO. Los valores bajos obtenidos en el cálculo de la vulnerabilidad social, disminuyen la condición de Riesgo para la población en esta zona, sin embargo, la ubicación en la planicie aluvial así como la cercanía al río, incrementa la probabilidad de inundaciones.

Riesgo BAJO. El elemento principal es la ubicación sobre el piedemonte, no obstante, las características sociales asociadas a la vulnerabilidad reflejan menor capacidad para reaccionar ante la presencia de inundaciones.

Riesgo MUY BAJO. Corresponde a la zona con baja probabilidad para que se presente este tipo de inundaciones, debido a que la población se encuentra establecida sobre una morfología de piedemonte con pendiente entre 1° y 5° lo que limita la acumulación de agua. Por otra parte, las condiciones de vulnerabilidad social indican que los habitantes de esta zona poseen los elementos para responder ante un evento de estas características.

La estimación de probables afectaciones por inundaciones fluviales y pluviales se muestran en la Tabla 5.2.14.

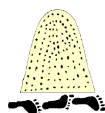


TABLA 5.2.14. TOTAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS EN CONDICION DE RIESGO POR INUNDACIONES FLUVIALES Y PLUVIALES

Riesgo	Población	Viviendas
Muy bajo	18,497	14,477
Bajo	22,431	10,358
Medio	6,818	3,491
Alto	41,355	12,855
Total	89,101	41,181

Riesgo por Inundaciones Súbitas.

Riesgo MUY ALTO. Este tipo de inundación para el Municipio de Tizayuca está directamente relacionada con la presencia de lluvias torrenciales, así como los cambios realizados sobre las condiciones originales del territorio; ambas características derivan en afectaciones sobre la población, viviendas e infraestructura localizada en esta zona.

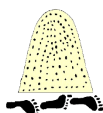
Asimismo, el grado de Riesgo se incrementa por los elementos sociales y económicos identificados para los habitantes, debido a que señalan menor preparación y capacidad de respuesta ante este tipo de fenómenos.

Riesgo MEDIO. La población ubicada en esta zona se encuentra bajo constante amenaza por este tipo de inundación, sin embargo, factores como características de la vivienda, capacidad económica, acceso a servicios de salud y nivel educativo, permiten que los habitantes posean elementos que minimicen los probables daños.

La siguiente tabla (Tabla 5.2.15), muestra las probables afectaciones por inundaciones súbitas.

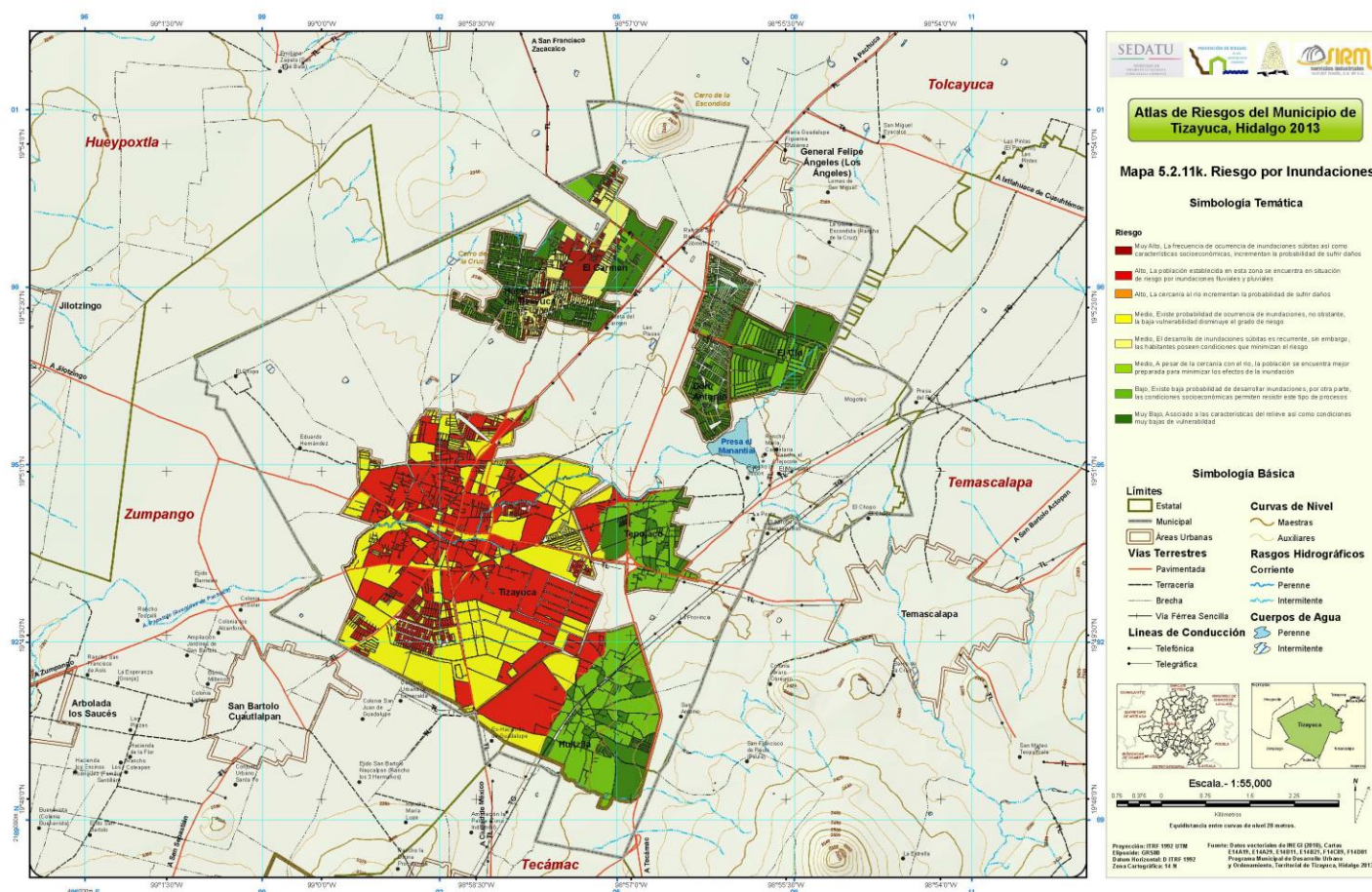
TABLA 5.2.15. TOTAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS EN CONDICION DE RIESGO POR INUNDACIONES SUBITAS

Riesgo	Población	Viviendas
Medio	4,624	3,647
Muy Alto	3,415	1,627
Total	8,039	5,274



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





5.3. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

Corresponde a una de las variables analizadas en los Estudios de Riesgo, relacionada con las condiciones socioeconómicas de la población. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), define la Vulnerabilidad Social como **“el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad, incrementando la probabilidad de sufrir daños”**.

Cabe señalar, que el grado de vulnerabilidad también se basa en el conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (Institucional y comunitaria) y maneras de actuar de las personas y las comunidades que las coloca en condiciones de mayor ó menor exposición, considerando los factores políticos, ideológicos y culturales, educativos, institucionales, relativos a la organización.

Por otra parte, tiene relación con las condiciones de pobreza y marginación, por lo que se infiere que existe en comunidades con altos grado de empobrecimiento, incremento acelerado demográfico y la falta de planeación en Areas Urbanas.

Con base en lo *anterior*, el Análisis de Vulnerabilidad integra elementos que requieren Información (Cartográfica y Estadística), la cual no siempre está disponible ó está en formatos diferentes (cualitativa, cuantitativa). Por tal motivo, para el Municipio de Tizayuca, se realiza considerando los aspectos sociales y económicos, empleando la metodología propuesta por **CENAPRED**.

El Método emplea indicadores que permiten conocer las características de la población, capacidad de organización y elementos indispensables para la atención de una emergencia, los cuales aportarán datos para cuantificar la vulnerabilidad social asociada a desastres.

Los parámetros se dividen en cinco Categorías: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, debido a que señalan las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de los individuos y sociedad en general, así como, la capacidad de reaccionar ante la ocurrencia de un peligro. Las características de la población que se obtienen son:

a) Salud: Se relaciona con la accesibilidad a los servicios básicos de salud, así como, la capacidad de atención de los mismos; la insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población.

b) Educación: Influyen en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos.

c) Vivienda: Las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población. En relación con los desastres de origen natural, la vivienda es uno de los Sectores que recibe mayores afectaciones.

d) Empleo e Ingresos: Aportan elementos acerca de la generación de recursos que posibilita el sustento de las personas y la atención de sus necesidades inmediatas.



e) Población: Se consideran aspectos relacionados con la distribución y dispersión de los Asentamientos Humanos, así como, la presencia de Grupos Étnicos.

La siguiente, señala los indicadores por rubro empleados en la Metodología.

TABLA 5.3.1. RELACION DE INDICADORES PARA EL CALCULO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

Salud	Educación	Vivienda	Población, Empleo e Ingresos
Porcentaje de la población no derechohabiente	Porcentaje de analfabetismo Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela Grado Promedio de Escolaridad	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad Porcentaje de viviendas con todos los servicios Porcentaje de viviendas con piso de tierra Déficit de vivienda	Porcentaje de la población de habla indígena Razón de dependencia Porcentaje de PEA

La Información empleada corresponde al **XIII CENSO GENERAL DE POBLACION y VIVIENDA (2010)**, contenida en los resultados por localidad y manzana (**ITER**). Con estos datos, se obtuvo el grado de Vulnerabilidad Social para la población del Municipio de Tizayuca.

5.3.1. VULNERABILIDAD SOCIAL

A partir del cálculo de Indicadores, se presentan tres categorías de vulnerabilidad (media, baja y muy baja), lo que indica en primera instancia, que los habitantes poseen los medios para responder ante la ocurrencia de un fenómeno perturbador, por lo que la diferencia entre ambas categorías está relacionada con el comportamiento de alguno de los rubros evaluados. (**Mapa 5.3.1. - Mapa 5.3.1a.- Mapa 5.3.1b. - Mapa 5.3.1c.**).

VULNERABILIDAD MEDIA

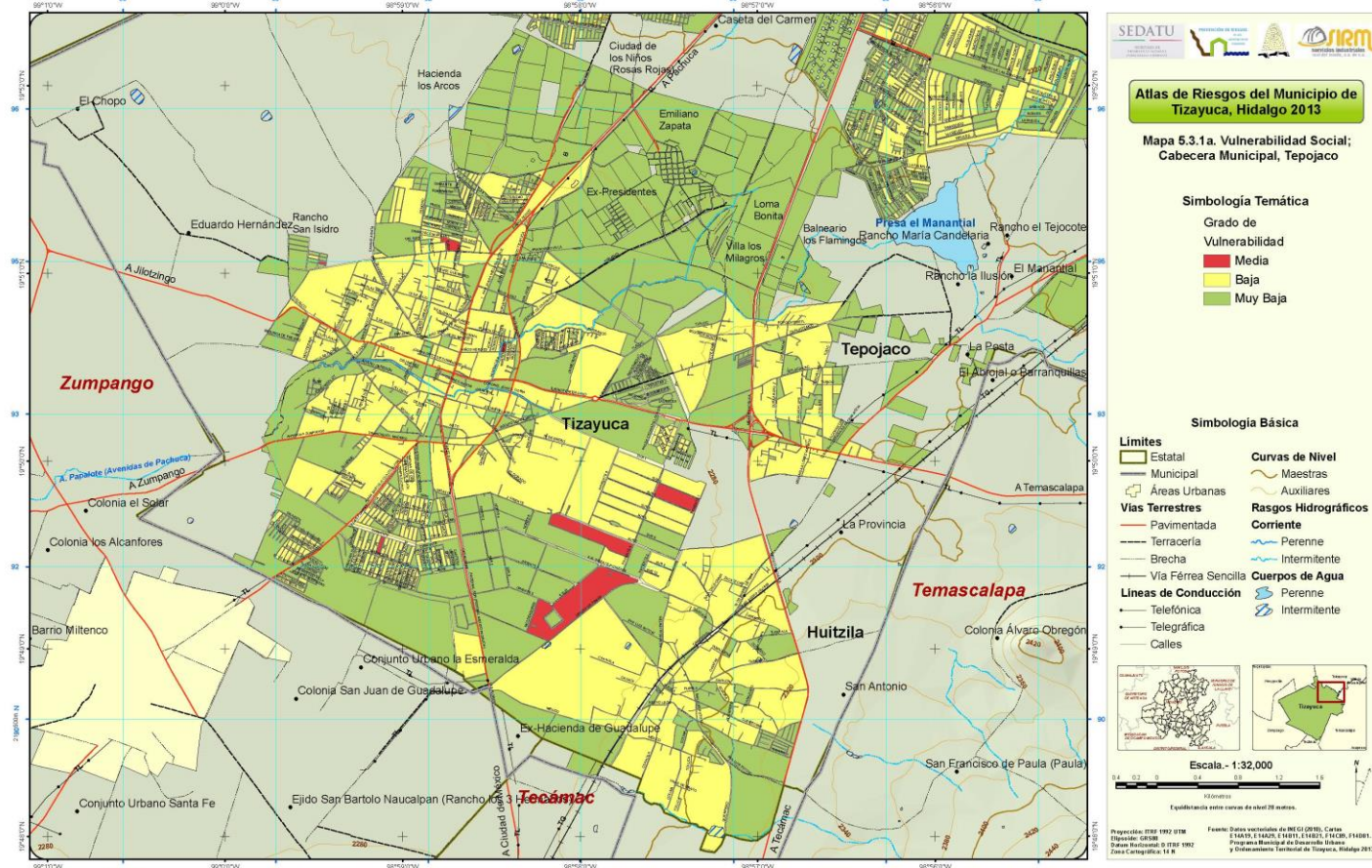
Dentro de este Grado de Vulnerabilidad, se encuentran 108 habitantes distribuidos en 57 viviendas, se encuentran cercanas a la Zona Industrial, esta ubicación constituye un elemento que puede incrementar el riesgo para los habitantes.

Con base en los rubros que integran la **vulnerabilidad social**, los factores que determinan esta Categoría, están relacionados con las condiciones de salud y educación, (**Gráfica 5.3.1.**). Respecto al primer componente, la población presenta un porcentaje sin derechohabiencia a servicios de salud entre el 60% y 80%, esto deriva en la falta de oportunidades para acceder a clínicas y/o hospitales al presentarse un fenómeno perturbador.



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

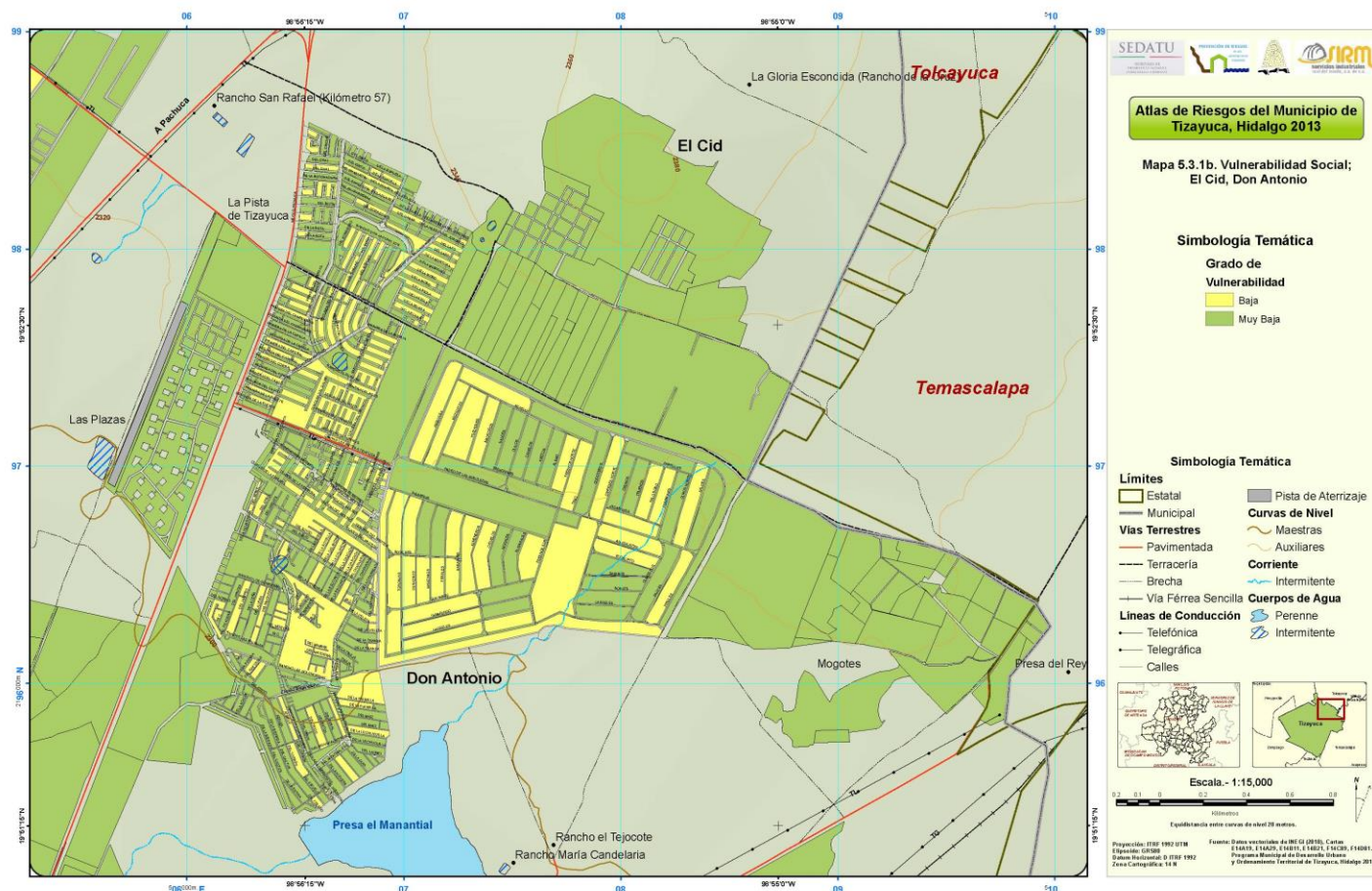
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO URBANO
Y TERRITORIAL



Por otra parte, los elementos que forman parte del rubro Educación (analfabetismo, grado promedio escolar, inasistencia a la escuela), reflejan que los habitantes carecen de preparación suficiente, lo que limita el entendimiento sobre temáticas asociadas a riesgos.

Con relación a los otros componentes de la **vulnerabilidad social**, éstos presentan valores bajos. El elemento con menor relevancia en esta Categoría está relacionado con las condiciones de la población, debido a que existen valores que indican baja dependencia económica, por otra parte, la población indígena es menor al 1%.

La Población Económicamente Activa se encuentra entre el 40% y 60%, esto permite que ese porcentaje de población cuente con ingresos para solventar las necesidades al momento de presentarse un fenómeno. Asimismo, la disponibilidad de servicios y características estructurales de las viviendas, incrementan la posibilidad de responder ante la probabilidad de ocurrencia de un desastre.



VULNERABILIDAD BAJA

En esta Categoría se encuentran 5,017 habitantes que ocupan 2,125 viviendas, localizados en la zona de la Cabecera Municipal, así como, los Fraccionamientos contruidos como resultado del crecimiento y dinámica poblacional en el Municipio de Tizayuca. Los resultados obtenidos para los elementos evaluados en la Metodología se presentan en la (Gráfica 5.3.2.).



Al igual que la Categoría *anterior*, el grado de vulnerabilidad también está asociada a factores educativos y de salud. No obstante, los porcentajes de población derechohabiente, así como, el acceso a la educación se incrementan para la población en esta condición de vulnerabilidad.

Con relación a las características de la vivienda, los indicadores muestran que existe una cobertura superior al 90%, de servicios básicos, asimismo, los materiales empleados en la construcción son menos vulnerables ante fenómenos perturbadores; ambas características propician que la población se encuentra en condiciones de resistir los efectos.

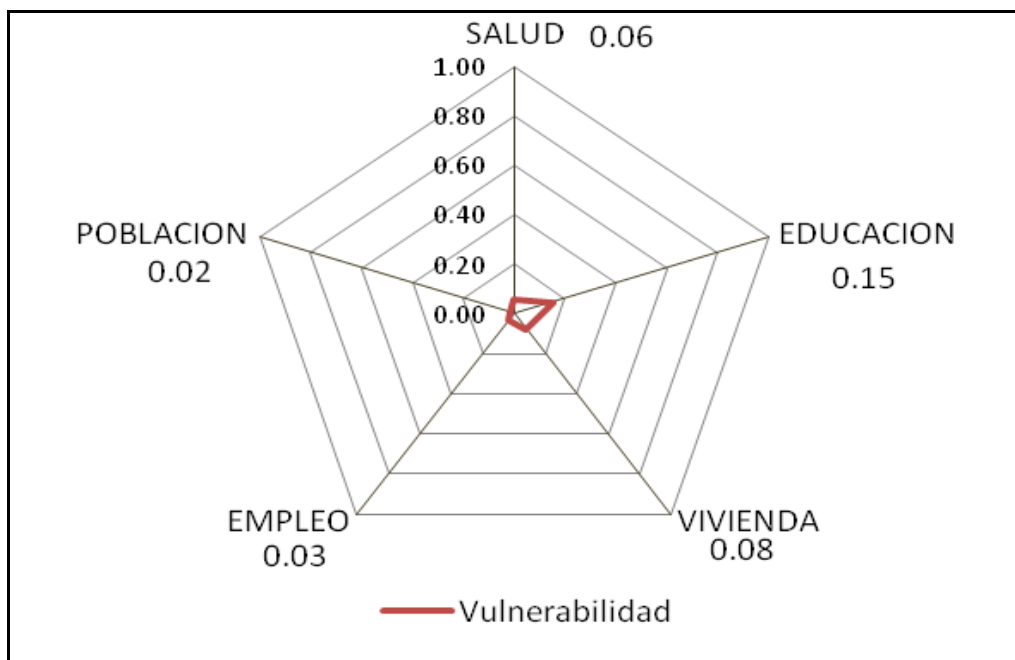
Aunado a lo *anterior*, la dependencia económica es mínima, resultado de que más del 60%, de los habitantes se encuentran como Población Económicamente Activa, situación que permite mayor capacidad de reacción ante la ocurrencia de un agente perturbador.

VULNERABILIDAD MUY BAJA

Esta Categoría corresponde a la población establecida en Zonas con baja densidad, debido a que son Areas que se encuentran en proceso de urbanización, asimismo, la presencia de los Parques Industriales reduce el grado de vulnerabilidad. El total de habitantes en esta Categoría es de 1,611 y 644 viviendas.

Como se observa en la **Gráfica 5.3.3.**, la totalidad de variables empleadas en el Análisis de Vulnerabilidad, presenta niveles que reflejan la posibilidad de reaccionar ante una situación de riesgo.

GRÁFICA 5.3.3. VALORES PROMEDIO OBTENIDOS PARA VULNERABILIDAD MUY BAJA





Los datos obtenidos señalan que la población posee elementos económicos (Población Económicamente Activa superior al 80%), estructura social, acceso a servicios de salud (derecho-habidencia mayor al 60%), condiciones de vivienda (disponibilidad de servicios mayor al 90%) y educativos (analfabetismo por debajo del 15%), que permiten la resistencia y resiliencia ante fenómenos perturbadores.



5.4. OBRAS PROPUESTAS

A continuación se mencionan algunas de las obras que son necesario realizar dentro del municipio de Tizayuca para mitigar los riesgos a los que está expuesto la población, destacando los siguientes:

- Capacitación de personal de Protección Civil (TEEX) y convertirlo en una unidad autónoma, proporcionándole el equipo necesario para llevar a cabo sus funciones.
- Desarrollo de un Programa de Ordenamiento Territorial enfocado en las características de vías de transporte y actividad industrial dentro del municipio.
- Estudio medio ambiental que resalte la existencia de vertederos ilegales, donde hay desechos de las empresas que van desde resinas hasta radioactivos; adicionalmente, se debe, sin duda alguna, hacer una regulación de dichos vertederos, además de realizar estudios como Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) y Estudios de Riesgo Ambiental (ERA).
- Establecimiento de albergues en caso de situaciones de emergencia. Se sugiere que existan protocolos de seguridad y protección civil que contemplen la existencia de albergues, podrían salvaguardar a la población, ya que en este municipio existe riesgo alto de inundaciones.
- Debido a la existencia de la zona industrial en el territorio municipal, así como la presencia de empresas que manejan materiales peligrosos, se requiere que la Unidad de Protección Civil y Bomberos, cuenten con Unidades HAZMAT, las cuales consisten en equipo y maquinaria que permitan el manejo de Materiales Peligrosos.
- El desarrollo de inundaciones es uno de los peligros recurrentes en el Municipio de Tizayuca, debido a lo anterior, se han llevado obras por parte de la Administración Municipal dirigidas a disminuir los problemas que generan. Estas obras corresponden a la construcción de drenajes pluviales y canales que concentren el flujo del agua sin afectar a la población.

No obstante, se considera necesario ampliar la red existente principalmente en las zonas que presentan esta problemática: Microcuenca de El Carmen - Haciendas de Tizayuca, Barrio de Huicalco, Autopista hacia Pachuca, Colonia C.T.M., Fraccionamiento Nuevo Tizayuca y Unidad Habitacional Tizayuca.

- Adquisición de Ambulancias.
- Exigir protocolos de seguridad industrial a todas las empresas.
- Como se menciona en el apartado relacionado con el peligro por tormentas eléctricas, existe alta incidencia en la presencia de este fenómeno así como valores elevados en cuanto a la densidad de rayos por kilómetro cuadrado. Por tal motivo, se propone a ubicación de pararrayos que minimicen el impacto sobre la zona urbana y parques



industriales, ya que pueden desencadenar otros procesos que afecten a los habitantes del municipio.

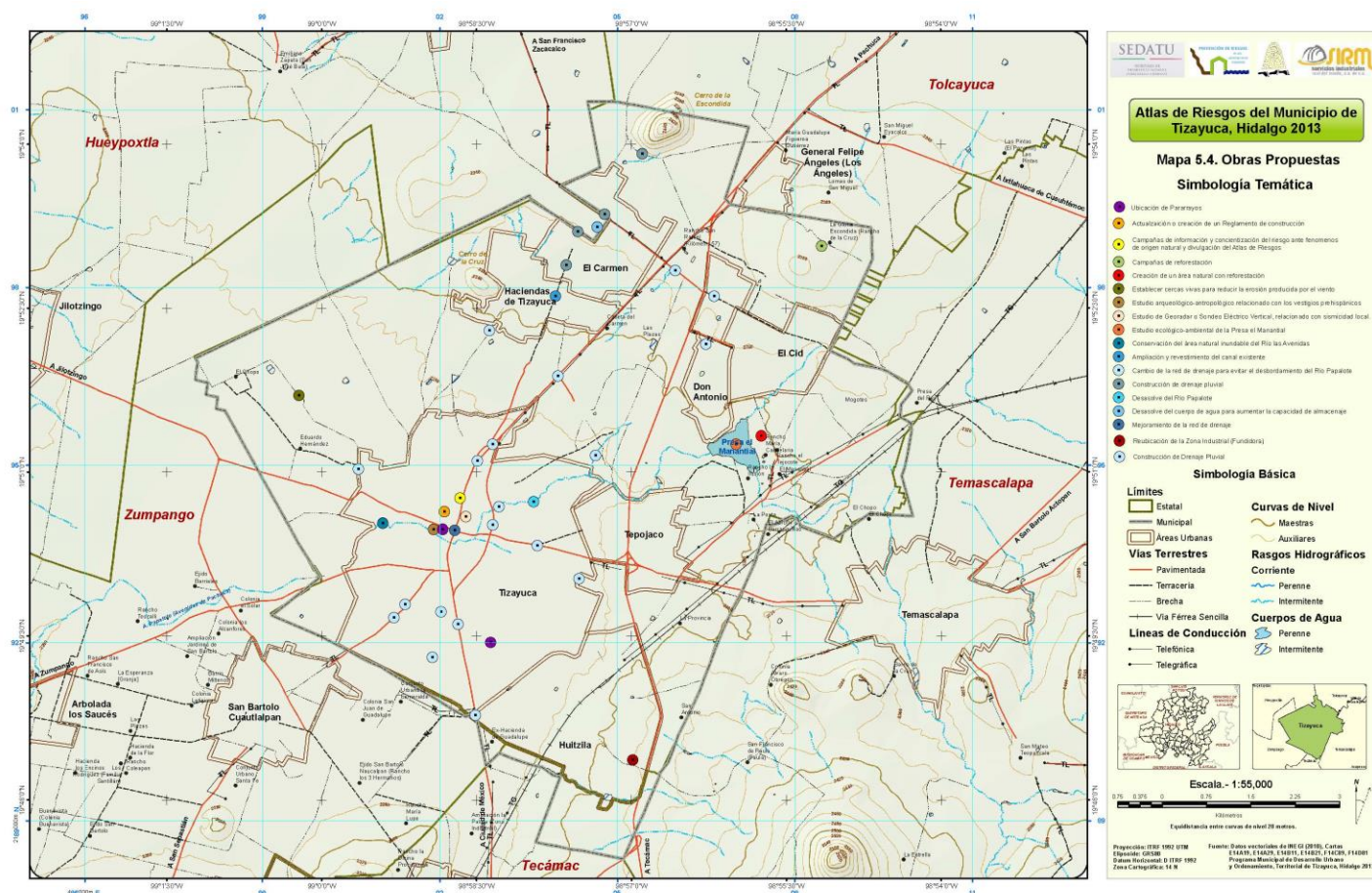
Se proponen además, las siguientes Obras y Acciones (Mapa V.4.):

OBRAS y ACCIONES PROPUESTAS
Construcción de Drenaje Pluvial
Construcción de Drenaje Pluvial
Desazolve del Cuerpo de Agua para Aumentar la Capacidad de Almacenaje
Construcción de Drenaje Pluvial
Construcción de Drenaje Pluvial
Ampliación y Revestimiento del Canal Existente
Mejoramiento de la Red de Drenaje
Conservación del Área Natural Inundable del Río las Avenidas
Creación de un Área Natural con Reforestación
Campañas de Reforestación
Establecer Cercas Vivas para Reducir la Erosión Producida por el Viento
Estudio de Geo-Radar ó Sondeo Eléctrico Vertical, Relacionado con Sismicidad Local.
Actualización ó Creación de un <i>Reglamento de Construcción</i>
Desazolve del Río Papalote
Cambio de la Red de Drenaje para Evitar el Desbordamiento del Río Papalote
Estudio Ecológico-Ambiental de la Presa el Manantial
Campañas de Información y Concientización del Riesgo ante Fenómenos de Origen Natural y Divulgación del ATLAS DE RIESGOS.
Estudio Arqueológico-Antropológico Relacionado con los Vestigios Pre-Hispánicos.



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



RECOMENDACIONES RELACIONADAS CON LOS PELIGROS QUÍMICOS PARA EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HIDALGO.

El municipio de Tizayuca cuenta con una Zona Industrial muy importante, por ello se sugiere que el personal a cargo de las dependencias, tanto de Protección Civil y Bomberos (PC y B) cuente con la capacitación necesaria para poder atender emergencias que pudieran generarse.

- Existe en Estados Unidos de América, una agencia “Texas A&M Engineering Extension Service (TEEX)”, es un líder internacionalmente reconocido en la entrega de capacitación de respuesta ante emergencias, seguridad nacional y la fuerza de trabajo, los ejercicios, la asistencia técnica y el desarrollo económico. La agencia opera a través de una preparación para emergencias y la formación integral de las infraestructuras del campus, que incluye algunos de los mejores centros del mundo para la formación práctica. Los cursos se llevan a cabo por los profesores, muchos de los cuales son reconocidos expertos en sus respectivos campos. TEEX ofrece en las instalaciones, capacitación y servicios personalizados para empresas e industrias, municipios y organismos públicos de todo el mundo. Para mayor información consultar la siguiente liga <http://teexweb.tamu.edu/>. **SE RECOMIENDA EL CONTACTO CON ESTA INSTITUCIÓN PARA LA COTIZACIÓN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE PC DEL MUNICIPIO.**



- Asimismo existe en el municipio una preocupación con respecto al flujo de carro-tanques que circulan dentro de él, ya que contienen diversos agentes químicos y, éstos podrían causar gran afectación para la población o para el medio ambiente. Por ello se sugiere realizar auditorías locales que incluyan:
 - Estudio de Impacto Ambiental
 - Estudios de Riesgo y Programas de Prevención de Accidentes
 - Programa Interno de Protección Civil.
- Se sugiere además hacer un estudio integral para poder apoyar a PC y Bomberos, para así estar mejor equipados y capacitados por si ocurriera algún accidente mayor, ya que requieren equipo para controlar fugas tanto en tuberías, tanques y carro-tanques, deben de contar con más ambulancias y más vehículos para bomberos (autobombas), para así poder salvaguardar a la población y medio ambiente de una mejor manera.

Las recomendaciones antes dichas, son las que se consideran más pertinentes y urgentes de llevarse a cabo, y queda a consideración del municipio su ejecución, al tiempo que es importante se enteren de la existencia de soluciones a los problemas que se suscitan en el mismo.



5.5. OTROS PELIGROS

5.5.1. PELIGROS QUIMICOS

INFORME DE PROTECCION Y PREVENCION DE RIESGOS PELIGROSOS POR AGENTES QUIMICOS

RIESGOS Y PELIGROS ANTROPICOS QUE PUEDEN SER DETONADOS POR FENOMENOS NATURALES

ANALISIS DE LA ZONA INDUSTRIAL DE TIZAYUCA, UBICADA EN HIDALGO

Datos Generales

La Corporación de Fomento de Infraestructura Industrial (COFOIN), ha encontrado en el Estado de Hidalgo, un ambiente propicio para su desarrollo dado que cuenta con elementos de importancia como la posición geoestratégica, su conectividad carretera y ferroviaria, entre otros, se ha fortalecido aún más gracias desarrollo de infraestructura especializada como el Arco Norte, otras obras y acciones gubernamentales.

A continuación se enlistan los parques industriales que se encuentran en el Estado de Hidalgo; estos cuentan con vías férreas, carreteras, reservas territoriales e infraestructura local básica que, en conjunto, ofrecen soluciones integrales acordes a las necesidades de inversión y logística:

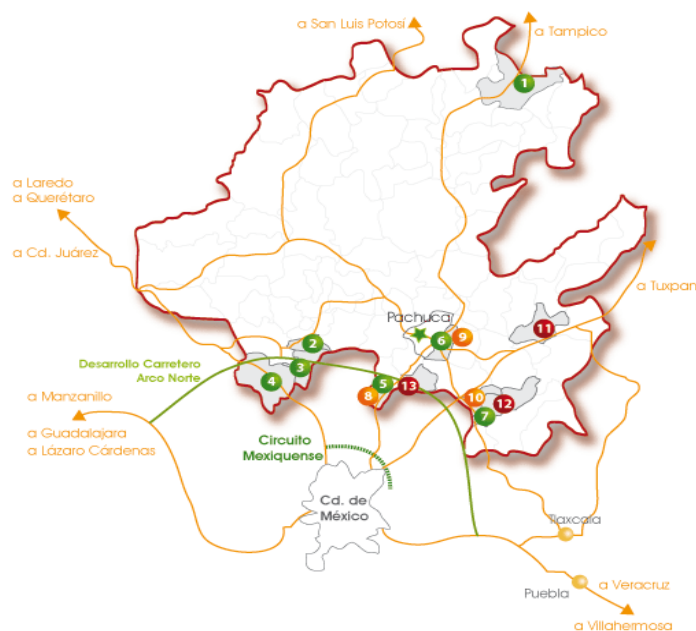


FIGURA 5.5.1. MAPA DEL ESTADO DE HIDALGO Y LA DISTRIBUCION DE SUS PARQUES INDUSTRIALES



TABLA 5.5.1. PARQUES INDUSTRIALES DEL ESTADO DE HIDALGO

Parques Industriales 1. Parque Industrial Huejutla 2. Parque Industrial Atitalaquia 3. Parque Industrial Tula 4. Parque Industrial Tepeji del Rio 5. Parque Industrial Tizayuca 6. Parque Industrial La Reforma 7. Parque Industrial Sahagún	Parques Industriales en Desarrollo 8. Parque Logístico Tizayuca - PLOT 9. Parque Industrial Metropolitano 10. Parque Industrial Tlanalapa Parques en Prospección 11. Parque Industrial Tulancingo 12. Parque Industrial Tepeapulco 13. Parque Industrial Villa de Tezontepec
---	---

Los **Parques Industriales actuales**, que están dentro del Municipio de Tizayuca, son el Parque Industrial Tizayuca y el Parque Industrial Tizayuca - **PLOT**.

La **COFOIN**, reporta las siguientes características del **Parque Industrial Tizayuca**:

- Domicilio: Antigua carretera México-Pachuca km. 52, Zona Industrial Tizayuca, Hgo.
- Administración: Privada, Asociación de Industriales Tizayuca A.C.
- Superficie total: es de 300 Hectáreas, que está al 100%.
- Servicios:
 - ✓ Energía Eléctrica: 23/85 Kwa. (tensión de suministro).
 - ✓ Gas Natural: EL Parque está cruzado por dos gasoductos: de oriente a poniente de 48", y de sur a norte de 6". La Empresa **IGASAMEX** ha instalado válvulas y estación de servicio para usuarios privados.
 - ✓ Agua: Suministro de 1 L/s/Ha.
 - ✓ Drenaje: Conexión a la Red del Sistema Municipal.
 - ✓ Telefonía: Disponibilidad de Líneas en toda la Zona (**TELMEX**).
 - ✓ Espuela de Ferrocarril: Vía Férrea conectada a la línea México-Pachuca, operada por **FERROSUR**.
- Vocación del Parque: Petroquímica, alimentos y bebidas, textil-confección, construcción, metalmecánica, logística.
- Empleos Generados: 6700 aprox.



Para el **Parque Industrial Tizayuca-PLOT**, la **COFOIN** reporta las siguientes características:

- Domicilio: Autopista México-Pachuca km. 50.5, Tizayuca, Hgo.
- Administración: Privada.
- Superficie Total: Es de 23.2 Hectáreas, que tiene disponible 10 hectáreas.
- Servicios:
 - ✓ Energía Eléctrica: Acometida en medida tensión 23,000 volts con capacidad de carga de 200 Kva/Ha. Para la primera etapa (2005). Se cuenta con 1134Kw. autorizados por Luz y Fuerza del Centro. (ahora por **CFE**).
 - ✓ Agua: Suministro de 0.3 L/s/Ha.
 - ✓ Drenaje: Descarga de drenaje de aguas negras industriales a Planta de Tratamiento de aguas residuales.
 - ✓ Telefonía: Disponibilidad de línea telefónica por cada 500 m² de nave. Servicio empresarial de banda ancha.
 - ✓ Línea de Ferrocarril México - Veracruz: Pasa a 300 metros del predio, contando con estaciones ferroviarias secundarias a unos cuantos kilómetros.
 - ✓ Espuela de Ferrocarril: Con amplia posibilidad de contar con una espuela que dará servicio de manera directa al Parque.
 - ✓ Vocación del Parque: Lógico.

De los **Parques**, anteriormente referenciados, se compiló Información a través de la **Dirección de Protección Civil y Bomberos de Tizayuca**. Hay 179 Empresas en la Zona Industrial, de las cuales se clasificaron en los siguientes Giros:

- Eléctricos: 8 Empresas.
- Plásticos: 20 Empresas.
- Productos Químicos y Aceites: 37 Empresas.
- Combustibles: 2 Empresas.
- Alimentos: 15 Empresas.
- Cerámica: 2 Empresas.
- Metalmecánica: 36 Empresas.
- Madera: 4 Empresas.
- Medicamento: 1 Empresa.
- Textil: 13 Empresas.
- Automotriz: 3 Empresas.
- Construcción: 12 Empresas.
- Cartón: 5 Empresas.
- Bombas: 4 Empresas.
- Tecnología Industrial: 9 Empresas.



- Almacenamiento: 8 Empresas.

Con estas Empresas se realizó una jerarquización para identificación y valoración de posibles Riesgos que tendrían mayor impacto en el Municipio de Tizayuca, destacando así, las siguientes Empresas:

TABLA 5.5.2. JERARQUIZACION DE RIESGOS POR EMPRESAS

Número	Nombre de la empresa	Ubicación	Agentes Químicos que por su Nivel de Riesgo se priorizan	Razón por la que se prioriza el Agente Químico
1	AGROQUIIMCO TRIDENTE S.A. DE C.V.	Camino a las Diligencias s/n, Col. Tepojaco, Tizayuca, Hgo. México, 43800	XILENO	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar una Alberca de Fuego, una Nube Tóxica o una BLEVE ["boiling liquid expanding vapour explosion" (explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido)].
2	CLORURO FERRICO, S.A. DE C.V.	Sur 2, Manzana 4, Lote 13, Zona Industrial, Tizayuca, Hgo. México, 43800	ACIDO CLORHIDRICO	Agente químico altamente tóxico; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar Nube Tóxica.
			COLORO	Agente químico altamente tóxico; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar Nube Tóxica.
3	COMBUSTIBLES DEL BLANCO, S.A. DE C.V.	Sur 4, Manzana 6, Lote 24, Zona Industrial, Tizayuca, Hgo. México, 43800	DIESEL	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar una Alberca de Fuego o una BLEVE ["boiling liquid expanding vapour explosion" (explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido)].
4	IGASAMEX S.A. DE C.V. (GASODUCTO)	Cruza de sur a norte en la Zona Industrial de Tizayuca.	GAS NATURAL	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en la Tubería que lo contiene, podría formar un JET FIRE



				(incendio en chorro) o una Nube Tóxica.
5	GASOLINERAS y GASERA (14 EN TOTAL)	Distribuidas en el Municipio de Tizayuca.	DIESEL	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar una Alberca de Fuego o una BLEVE ["boiling liquid expanding vapour explosion" (explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido)].
			GAS NATURAL	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar una Alberca de Fuego, una Nube Tóxica
			GASOLINA	Agente químico inflamable; si llegara a haber fuga en el Tanque que lo contiene, podría formar una Alberca de Fuego, una Nube Tóxica o una BLEVE ["boiling liquid expanding vapour explosion" (explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido)].

De estas **Empresas**, se solicitó la siguiente Información:

- Hojas de Datos de Seguridad (**HDS**) de los Agentes Químicos que manejan.
- Cantidad de Almacenamiento de las Sustancias que manejan.
- Porcentaje del Contenido de los Tanques de Almacenamiento.
- Frecuencia del Llenado de los Tanques.

Para el gasoducto de **IGASAMEX S.A. de C.V**, se solicitó lo siguiente:

- Plano de Red de Gas Natural.
- Hojas de Datos de Seguridad (**HDS**) del Agente Químico que se transporta.
- Diámetro de la Tubería.



- Longitud de la Tubería.
- Temperatura de Operación.
- Presión de Operación.
- Flujo de Operación.

La recopilación de esta Información estuvo a cargo de diferentes Dependencias Municipales, por lo que fue determinante contar esos datos, para obtener el Análisis y Evaluación de Riesgo (riesgos y peligros antrópicos que pueden ser detonados por fenómenos naturales). A partir de la cual se pudo establecer Información de relevancia como: la ubicación de las atmósferas peligrosas, el Área de la amenaza en caso de “sinistro” (simulación), así como, la Zona de Afectación.

La Información de las Empresas, sus almacenes, hojas de datos, planos de la Zona Industrial, y del gasoducto **IGASAMEX S.A. de C.V.**, proporcionadas por el Municipio de Tizayuca, se analizaron en el desarrollo de la evaluación. Sin embargo, cuando la Información requerida no surja de la documentación recibida, se asumió aquella más razonablemente aplicable de acuerdo con la experiencia en este tipo de trabajos.

Detalles del Informe

Introducción

La Industria y los Accidentes Mayores

La rápida evolución tecnológica que ha experimentado la Industria, particularmente la Industria Química, su gran crecimiento y, consecuentemente, el incremento de inventarios de productos químicos en las instalaciones y en diversos medios de transporte, han provocado un aumento en la probabilidad de que ocurran grandes accidentes con un notable impacto sobre personas, medio ambiente y equipo.

Estos Riesgos se han vuelto comunes en las últimas décadas, por desgracia, a causa de algunos accidentes de graves consecuencias.

Puede observarse un incremento progresivo -cada vez más importante- en el tiempo: aproximadamente el 95%, de los casos corresponden a los últimos 30 años. Ello debe atribuirse tanto a un mayor acceso a la Información sobre accidentes, como al desarrollo de la actividad industrial en muchos países y el consiguiente incremento del transporte de productos peligrosos.

Pueden clasificarse los accidentes en cuatro Tipos diferentes: **escape, fuego, explosión y nube de gas.**

Existe entonces la necesidad de mejorar la seguridad ó, dicho en otros términos, de reducir el Riesgo de los denominados accidentes mayores. Establecer un Marco Legal para facilitar a la administración el Control del Riesgo originado por las Instalaciones Industriales; contempla la utilización de un conjunto de técnicas de evaluación agrupadas en torno al llamado **“Análisis del Riesgo”**, y llega



incluso a considerar en determinados casos la aplicación de la evaluación probabilística (estimación de la frecuencia probable del accidente). En conjunto, es un buen Instrumento que, bien utilizado, representa un importante paso adelante en la obligada tarea de controlar el Riesgo.

Riesgo: Definición y Tipos

Se han propuesto diversas definiciones del Riesgo: **“situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento”**, ó bien **“probabilidad de que suceda un determinado peligro potencial”** (entendiendo por peligro una situación física que puede provocar daños a la vida, a los equipos ó al medio), ó aún, **“consecuencias no deseadas de una actividad dada, en relación con la probabilidad de que ocurra”**.

Es interesante matizar aquí, la diferencia entre Riesgo y Peligro. Puede definirse el **Peligro como: aquello que puede producir un accidente ó un daño**. El Riesgo, sin embargo, estaría asociado a la probabilidad de que un peligro se convierta realmente en un accidente con unas consecuencias determinadas.

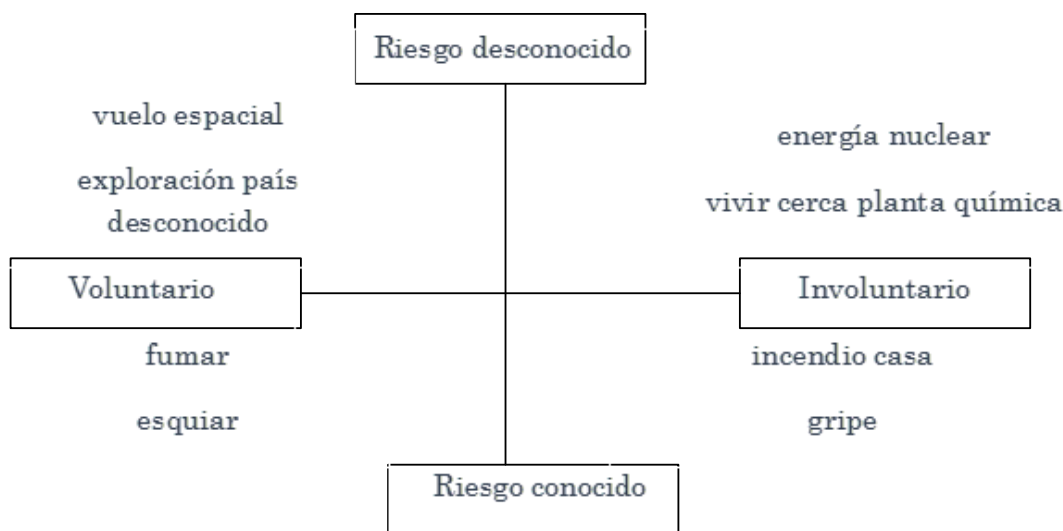


FIGURA 5.5.2. FACTORES QUE AFECTAN A LA PERCEPCION DEL RIESGO

Criterios de Tolerabilidad

Es obvio que el Riesgo cero no existe y que debemos, pues, asumir unos determinados Riesgos. En realidad, cualquier individuo es consciente de este hecho y acepta periódicamente, si no constantemente, un cierto número de Riesgos a cambio de determinadas compensaciones.

La situación se complica, como se ha dicho antes, cuando el Riesgo no es voluntario y cuando, además, es desconocido. No obstante, implícitamente los miembros de una sociedad industrializada como la nuestra son conscientes de las ventajas que representa la Industria Química, la generación



de energía, etc.; esto presupone que, paralelamente, están dispuestos a tolerar un cierto Riesgo adicional a cambio de disfrutar de determinadas ventajas de la vida moderna.

Es evidente, pues, que el Control del Riesgo y su mantenimiento dentro de unos límites “tolerables” tiene que ser a la fuerza uno de los objetivos tanto de la industria como del gobierno de cualquier país, si bien hay que tener en cuenta que no se puede aspirar a tener determinadas instalaciones sin aceptar un margen de Riesgo, y que finalmente siempre quedan algunos factores de difícil ó imposible control.

Riesgos Mayores y Catástrofes

¿Cuáles son estos Riesgos?. Los que más preocupan a la población son los denominados Riesgos Mayores. Como más comunes podemos citar: las explosiones, los incendios, las nubes tóxicas y la dispersión de productos radioactivos.

El Análisis de Riesgo

La evaluación de los diversos Riesgos asociados a una determinada Instalación Industrial ó, incluso, al transporte de mercancías peligrosas, se lleva a cabo, como ya se ha dicho anteriormente, mediante el Análisis de Riesgos, orientado a la determinación -con una aproximación razonable- de los aspectos siguientes:

- Accidentes que pueden ocurrir.
- Frecuencia de estos accidentes.
- Magnitud de sus consecuencias.

El primer paso es el Estudio de los denominados acontecimientos externos, es decir, de los peligros que pueden venir de fuera del sistema analizado (por ejemplo, una inundación, una nube tóxica procedente de una fábrica vecina, ó un vehículo que se sale de la carretera y, entrando en el recinto de la planta, choca contra un depósito). Este Estudio no supone ningún procedimiento especial en sí mismo, se trata simplemente de analizar, con buen criterio, todos los peligros posibles.

Una vez identificados los Peligros, deben cuantificarse todas sus consecuencias posteriores. Para calcular sus efectos (es decir, radiación térmica en función del tiempo y la distancia, onda de sobrepresión, distribución de concentraciones en la atmósfera, etc.) se utilizan modelos matemáticos de los accidentes. Aquí hay que tener en cuenta que lo que se realizan son cálculos aproximados; la palabra estimación resulta, pues, más apropiada que cálculo.

Conocidos ya los valores aproximados de los efectos, debe establecerse cuáles serán las consecuencias cuando éstos incidan en personas, en bienes ó en el entorno; debe estimarse, pues, cuál será el número de muertos y de heridos, cuál será la destrucción provocada en edificios y equipos, y cuál será el impacto sobre el entorno cuando un accidente determinado se produzca en un lugar determinado.



Si el Análisis se da por finalizado aquí, se habrá hecho simplemente un tratamiento de tipo determinístico: establecimiento de los peores accidentes que pueden ocurrir y estimación de sus consecuencias.

Análisis y Evaluación de Riesgos

Identificación de Peligros

Conceptos Previos

El primer requisito para una evaluación y una gestión correctas del Riesgo Industrial es la identificación de los distintos accidentes que razonablemente pueden producirse en una determinada instalación.

Las técnicas de identificación de peligros no se limitan sólo a la individualización de los accidentes mayores, sino también a la posibilidad de que se produzcan otros incidentes relacionados con el funcionamiento del proceso. Las técnicas de identificación de peligros dan respuesta a las preguntas ¿qué puede funcionar mal? y ¿por qué razón?. La respuesta a otras cuestiones como ¿con qué frecuencia? y ¿qué efectos tiene?, se resuelven con otras técnicas probabilísticas y determinísticas del Análisis del Riesgo.

En la Industria Química, los accidentes suelen ser el resultado de unas condiciones de proceso inadecuadas para las diversas características físicas y químicas de los materiales y de las sustancias.

Estas condiciones, excepto en el caso de fallos de diseño, suelen ser desviaciones de las condiciones normales de funcionamiento u operación que se presentan como problemas, no siempre evidentes desde la experiencia operativa.

El proceso racional de identificación se realiza en dos fases bien diferenciadas: la primera para detectar posibles accidentes, y la segunda para caracterizar las causas, ó sea, los sucesos ó cadenas de sucesos que provocan el incidente no deseado. La primera fase es relativamente sencilla, pero debe realizarse con mucha atención ya que define el desenlace de la segunda.

Para ésta Evaluación de Riesgo, se utilizó un método cualitativo, el Análisis de Peligro y operatividad (**HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS, HAZOP**), que se caracteriza porque se desarrolla en tres etapas: preparación, realización del estudio propiamente dicho y documentación.

La Preparación, es una actividad muy similar en todas las técnicas de análisis e implica actividades tan diversas como la recopilación de Información, la definición del objetivo y su alcance, la selección del personal implicado -en general, este tipo de estudios es realizado por equipos multidisciplinarios-, la programación, etc. El conocimiento de las propiedades de las sustancias y su manipulación dentro del proceso es un aspecto importante para el correcto desarrollo del análisis posterior. De la misma manera, una definición ajustada del objetivo y del alcance del Estudio, permitirá llevarlo a cabo eficientemente.



La realización del Estudio **HAZOP**, varía mucho según las técnicas de análisis y responde al seguimiento de su propio protocolo.

El alcance de éste Análisis por Riesgo Químico para éste **ATLAS DE RIESGO**, **no tiene un alcance exhaustivo**, es un Análisis para ver las posibles afectaciones en caso de algún incidente, del tipo fuga, que pueda detonar una explosión ó nube tóxica, tomando prioridad en las Empresas que almacenan agentes químicos peligrosos en gran volumen, y que si ocurriera alguna eventualidad, no pudieran contenerla en sus límites de batería, y entonces necesitarían ayuda externa, por ejemplo con Protección Civil. Por lo que el alcance de éste Análisis podrá servir de apoyo para sus Protocolos de Seguridad pertinentes.

Descripción de las Técnicas de Análisis

El objetivo de este Apartado, es mostrar una recopilación significativa de las Técnicas de Análisis más utilizadas en la Industria Química para la detección de los riesgos potenciales.

En primer lugar, se presenta una Metodología muy sencilla para identificar el peligro intrínseco de las sustancias implicadas en el Proceso estudiado; éste sería el primer paso de cualquier Estudio de Identificación. El Análisis Histórico de accidentes ha sido escogido como técnica representativa de las que ofrecen una primera aproximación y una visión general del riesgo de una instalación. Se ha hecho especial énfasis al Análisis **HAZOP**, por ser éste, posiblemente, el Método más reconocido y utilizado en la Industria Química, y porque es el que presenta más variantes metodológicas en la práctica.

Identificación del Peligro Asociado a las Substancias

El primer paso para una Identificación correcta del peligro potencial de una Instalación Industrial es la identificación y caracterización de las sustancias involucradas en el Proceso.

TABLA 5.5.3. DATOS DE USO COMUN PARA LA IDENTIFICACION DEL PELIGRO DE LAS SUBSTANCIAS

Etiquetado:	Propiedades Químicas:
- Etiquetado de Peligro (F+, F, T+, T, O, C, Xi, Xn, N) - Frases R y S	- Reacción principal y reacciones secundarias - Cinética de reacción - Contaminantes - Reacciones de descomposición - Estabilidad
Toxicidad: - Aguda por inhalación, ingestión o contacto. - Crónica por inhalación, ingestión y contacto.	Inflamabilidad y Explosividad: - Límite inferior de inflamabilidad - Límite superior de inflamabilidad - Límite inferior de explosividad - Límite superior de explosividad - Temperatura de explosividad
Límites de Exposición:	



- TLV - IPVS	- Temperatura de inflamación - Energía mínima de ignición
Propiedades Físicas:	Bio-Degradabilidad
- Punto de congelación - Coeficiente de expansión - Punto de ebullición - Solubilidad - Presión de Vapor - Densidad - Corrosión - Capacidad calorífica	Otras

Accidentes Mayores

Un Accidente es un suceso fortuito e incontrolado, capaz de producir daños. En general, en la Industria Química este suceso coincide con situaciones de emisión, escape, vertido, incendio y explosión, donde están implicadas sustancias peligrosas. Si la situación generada se puede calificar como de Riesgo grave, catástrofe ó calamidad pública -inmediata ó diferida- para las personas, el medio ambiente y los bienes, se la denomina “accidente mayor”.

Las actividades Industriales con riesgo de accidente mayor se determinan, desde el punto de vista administrativo, analizando qué productos se manipulan ó se almacenan y en qué cantidades.

Las Empresas clasificadas mediante un criterio administrativo, basado en el tipo de sustancia y la limitación de cantidades, tienen la obligación de presentar a las autoridades competentes (en general, a los servicios de industria, de protección civil que dependen de la administración autonómica y también de dependencias como **SEMARNAT**, **PROFEPA**, **CENAPRED**, etc. una Información detallada sobre:

- Sus actividades Industriales (Información Básica).
- Los posibles accidentes que pueden ocurrir y el alcance de sus consecuencias (Estudio de Seguridad).
- Las medidas organizativas de respuesta a las situaciones de emergencia previstas (redactadas como Plan de Emergencia Interior).

Fenómenos Peligrosos y Límites de Aceptabilidad de las Variables Físicas Asociadas

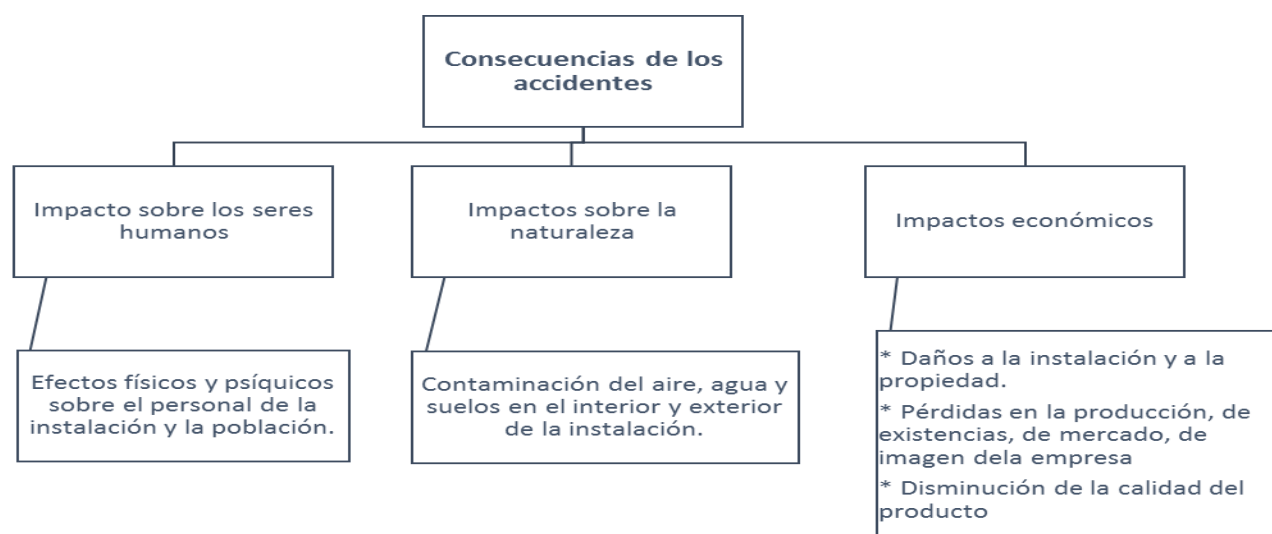
Los Accidentes de gran magnitud que pueden ocurrir en Instalaciones Industriales ó en el transporte de sustancias químicas peligrosas y no peligrosas, que pueden tener consecuencias negativas sobre las personas ó el medio ambiente y, desde luego, sobre la propia instalación donde se han originado.



En general, los accidentes mayores están relacionados con los siguientes Tipos de Fenómenos Peligrosos:

- **De Tipo Térmico:** Radiación Térmica.
- **De Tipo Mecánico:** Ondas de Presión y Proyección de Fragmentos.
- **De Tipo Químico:** Emisión a la atmósfera ó vertido negligente de sustancias contaminantes tóxicas ó muy tóxicas. En la práctica, los Estudios de Seguridad orientan los cálculos para analizar las situaciones de emisión hacia la atmósfera ya que, en este caso, la sustancia tóxica, una vez emitida, es de difícil control, y en pocos minutos puede ser transportada por el ambiente fuera de la planta y afectar a la población más cercana.

FIGURA 5.5.3. ESQUEMA DE LAS DISTINTAS CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES MAYORES



- Para Fenómenos de Tipo Térmico:

- Radiación Térmica emitida por llamas y cuerpos incandescentes en incendios y deflagraciones (combustión súbita con llama a baja velocidad de propagación). Valores límite: 5 kW m^2 durante un tiempo máximo de exposición de 3 minutos para la Zona de Intervención y 3 kW m^2 para la Zona definida como de influencia.

- Para Fenómenos de Tipo Mecánico Producidos por Explosiones y Deflagraciones:

- Valor local integrado del impulso de la onda de presión. Se trata de la integral en el tiempo de la evolución de la sobrepresión, que por el hecho de tratarse de un pico con forma triangular puede ser



estimado como $1/2 \Delta T \cdot \Delta P$. Valores Límite: 150 mbar para la Zona de Intervención y 100 mbar para la Zona definida de influencia.

- Sobrepresión estática de la onda de presión (pico máximo de la onda de presión). Valores límite: 125 mbar para la Zona de Intervención y 50 mbar para la Zona de Influencia.

- Alcance máximo de los proyectiles con un impulso superior a 10 mbar producido por la explosión, ya sea a causa del estallido de determinadas Instalaciones Industriales, ó bien originados en otras sucesivas, como consecuencia de estos fenómenos ó por desprendimiento de fragmentos debido a una onda de presión. Valores Límite: alcance del 95% de los proyectiles en la Zona de Intervención y alcance del 99,9% de los proyectiles en la Zona de Influencia.

En general, se tiende a planificar sólo con el alcance de la sobrepresión estática, más fácil de estimar que no el valor del impulso de la onda de presión.

- Para Fenómenos de Tipo Químico:

- Concentración de sustancias peligrosas superior al equivalente del límite inmediatamente peligroso para la vida y la salud (IPVS), habitualmente expresado en ppm ó mg/m^3 . Este límite depende de la naturaleza tóxica de cada sustancia.

Las Zonas de Intervención e Influencia mencionadas son representadas mediante círculos centrados en el lugar del accidente y cubren el Area en la que se esperan determinados niveles de daño ó afectación.

De manera genérica son:

- **En la Zona de Intervención:** Las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.

- **En la Zona de Influencia:** Las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, a pesar de que son perceptibles por la población, no justifican la intervención, a excepción de grupos críticos.

Análisis y Resultados

Vulnerabilidad a la Radiación Térmica

Las consecuencias de la Radiación Térmica sobre la piel son las quemaduras, cuya gravedad depende de la intensidad de la Radiación (kW/m^2) y de la dosis recibida. Según sea su profundidad, las quemaduras se clasifican en tres Categorías:

- **Quemaduras de Primer Grado:** Afectan la epidermis de la piel, ésta enrojece pero no se forman ampollas; provocan dolor de poca intensidad.



- **Quemaduras de Segundo Grado:** Pueden ser superficiales o profundas; provocan la aparición de ampollas.

- **Quemaduras de Tercer Grado:** Afectan al grueso de la piel, que es destruida.

La existencia de quemaduras en una superficie considerable del cuerpo, con la consiguiente destrucción ó degradación de la piel -envoltura que protege del entorno- provoca la pérdida de fluido y aumenta extraordinariamente la probabilidad de infecciones. La esperanza de vida de un quemado está estrechamente condicionada por la superficie del cuerpo afectada por quemaduras de segundo y tercer grado. Además, en el caso de quemaduras con una extensión de aproximadamente un 30% ó más de la superficie corporal, puede producirse un choque.

El "límite soportable"- expresión realmente poco precisa- para las personas se considera del orden de 5 kW/m². Como valor de referencia diremos que la intensidad de la Radiación Solar en un día soleado es aproximadamente de 1 kW/m² (a nivel del mar).

A 5 kW/m², el tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 s, y con 40 s pueden producirse quemaduras de segundo grado. En general se considera que no hay dolor - sea cual sea el tiempo de exposición- con flujos térmicos inferiores a 1,7 kW/m². Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 ° C, aparecen las ampollas.

TABLA 5.5.4. CONSECUENCIAS PARA DIVERSOS FLUJOS TERMICOS

Radiación Térmica KW/m ²	Efecto
1.4	Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.
1.7	Mínimo necesario para causar dolor.
2.1	Mínimo necesario para causar dolor después de un 1 min.
4.0	Suficiente para causar dolor con una exposición de 20 s; quemaduras de primer grado.
4.7	Causar dolor en 15 - 20 s, heridas después de 30 s.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	La madera puede prender después de una larga exposición; fusión de recubrimientos plásticos en cables eléctricos; 100% de letalidad.
25.0	El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de procesos, colapso de estructuras.

Vulnerabilidad a las Sustancias Tóxicas

La Vulnerabilidad de las personas a la inhalación de sustancias tóxicas está relacionada con la naturaleza de la sustancia y su dosis, ó sea, depende de la concentración y del tiempo durante el cual la sustancia es inhalada.



En general, en los accidentes que liberan sustancias tóxicas, la concentración en un punto determinado varía en función del tiempo; por otra parte, la posición en que se encuentra el individuo también puede ser variable, especialmente si éste se encuentra en el exterior (huida).

Las siguientes definiciones, son para comprender los resultados arrojados por las simulaciones, las siglas vienen del inglés, por lo que se les muestran adaptadas al español.

Las *Normas de Exposición* (**AEGL**, “Acute Exposure Guideline Levels”- Límites de Exposición) representan los límites de exposición del umbral para el público en general y son aplicables a las exposiciones de emergencia que van desde 10 minutos hasta 8 horas. Tres niveles **AEGL-1**, **AEGL-2**, **AEGL-3**, se han desarrollado para cada uno de los cinco períodos de exposición (10 minutos, 30 minutos, 1 hora, 4 horas y 8 horas) y se distinguen por diversos grados de severidad de efectos de la toxicidad. La orientación **DOE** es utilizar los valores **AEGL** en 1 hora, que aparecen en esta base de datos. Los tres **AEGL** se definen como sigue:

- **AEGL-1** es la concentración en el aire (expresado como ppm [partes por millón] ó mg/m^3 miligramos por metro cúbico) de una sustancia por encima de las que se predice que la población en general, incluyendo individuos susceptibles, podrían experimentar incomodidad notable, irritación, ó ciertos efectos, no sensoriales asintomáticos. Sin embargo, estos efectos no son incapacitantes, son transitorios y reversibles al cesar la exposición.
- **AEGL-2** es la concentración en el aire (expresada en ppm ó mg/m^3) de una sustancia por encima del cual se prevé que la población en general, incluyendo individuos susceptibles, podrían experimentar, efectos irreversibles u otros graves y duraderos adversos a la salud ó un deterioro de la capacidad para escapar.
- **AEGL-3** es la concentración en el aire (expresada en ppm ó mg/m^3) de una sustancia por encima del cual se prevé que la población en general, incluyendo individuos susceptibles, podría experimentar efectos adversos para la salud que amenazan la vida ó la muerte.

Las Directrices (**ERPG**, “Emergency Response Planning Guidelines” - Planificación de Respuesta a Emergencias) se definen de la siguiente manera:

- **ERPG-1** es la máxima concentración en aire por debajo del cual se cree que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora sin experimentar distintos de efectos de salud leves y transitorios percibiendo un olor objetable claramente definido.
- **ERPG-2** es la máxima concentración en aire por debajo del cual se cree que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora sin experimentar ó desarrollar efectos serios de salud irreversibles u otros ó síntomas que pudieran afectar la capacidad del individuo para tomar medidas de protección.



- **ERPG -3** es la máxima concentración en aire por debajo del cual se cree que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora sin experimentar ó desarrollar efectos para la salud que amenazan la vida.

El **PAC** ("Protective Action Criteria" - Criterios de Acción de Protección) es la relación de **AEGL** y **ERPG**; por ejemplo, decir que una Zona de amenaza roja con un **PAC 3**, significa que tiene un **AEGL 3** y un **ERPG 3**.

Vulnerabilidad a las Explosiones

En general se puede definir una Explosión como una liberación repentina de energía, que genera una onda de presión que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía. Esta liberación tiene que ser, no obstante, bastante rápida y concentrada para que la onda que se genera sea audible. No es necesario, pues, que se produzcan daños para poder considerar este fenómeno como explosión. La energía liberada puede haber sido almacenada inicialmente bajo una gran variedad de formas: nuclear, química, eléctrica ó de presión.

En Espacios Cerrados:

- Ignición de mezclas gaseosas inflamables (en la literatura anglosajona, indicada generalmente con las siglas **CVE**, confined vapor explosion).
- Ignición de polvo combustible en suspensión.

En Espacios Abiertos:

- Ignición de nubes de vapor no confinado (en inglés **UVCE**, unconfined vapor cloud explosion).

Por Explosión de Recipientes:

- De gas comprimido.
- De gas licuado ó líquido sobrecalentado (en inglés **BLEVE**, boiling liquid expanding vapor explosion).
- Reacciones fuera de control (en inglés runaway reactions).

En el Análisis y Evaluación de Riesgo, se calcularon las ondas de expansión de algunas **BLEVE**, así que a continuación se describe más a detalle qué es.

Las explosiones de Tipo **BLEVE** son uno de los peores accidentes que pueden ocurrir en la Industria Química ó en el transporte de mercancías peligrosas. Desde un punto de vista riguroso, estas explosiones no siempre tienen efectos térmicos. No obstante, en la mayoría de los casos reales la sustancia involucrada es combustible; esto provoca que la explosión sea seguida por la formación de una bola de fuego, de efectos muy graves. En realidad, cuando se habla de **BLEVE**, en general a



lo que se hace referencia realmente es a la combinación de los fenómenos **BLEVE**-bola de fuego, esto es, a un accidente que involucra simultáneamente efectos térmicos y mecánicos.

Si un recipiente que contiene un líquido a presión es calentado -por ejemplo, por la radiación procedente de un incendio- la presión en su interior irá en aumento. Llegará un momento en el que las paredes no podrán resistir la elevada tensión a la que están sometidas y cederán. Esto sucederá principalmente en la parte superior del recipiente, donde la pared al no estar bañada por el líquido no estará refrigerada, de este modo aumentará su temperatura y disminuirá su resistencia mecánica. En cambio, la parte del recipiente situada por debajo del nivel del líquido que contiene transmitirá el calor recibido al líquido, por lo que se calentará mucho menos que la parte superior. En caso de abertura de una válvula de seguridad, la ebullición del líquido implicará una refrigeración aún mayor de esta superficie, debido al calor de vaporización.

La despresurización súbita del líquido hará que éste se encuentre a una temperatura superior a la que le correspondería en la curva de saturación **P-T** para la nueva presión. El líquido que se encuentra en estas condiciones de inestabilidad se define como “líquido sobrecalentado”. Si su temperatura en el momento de la despresurización es superior a una temperatura denominada “temperatura límite de sobrecalentamiento” (que será distinta para cada producto), se producirá una vaporización instantánea y brutal de una parte del mismo, que será vertido al exterior en forma de mezcla bifásica líquido/vapor. El incremento extraordinario de volumen que experimenta un líquido al vaporizarse, que es de unas 1.700 veces en el caso del agua y de unas 250 veces en el caso del propano, más la expansión del vapor preexistente, provocarán una onda de presión (explosión, estallido del depósito), así como, la rotura del recipiente en varios pedazos que serán lanzados a una distancia considerable.

En cambio, si la sustancia contenida en el recipiente es combustible, como suele suceder en la industria química (por ejemplo, gas de petróleo licuado como el etileno ó el propano), la masa de líquido y vapor vertida en el momento de la explosión se incendiará, y dará lugar a una hoguera de forma aproximadamente hemisférica que se extenderá inicialmente a ras de suelo.

El efecto de la Radiación Térmica en esta primera fase (muy corta, ya que suele durar sólo un par de segundos), esta masa de combustible sólo puede arder en superficie, porque su interior, muy rico en combustible (hay que tener en cuenta la presencia de la fase líquida arrastrada en el proceso de vaporización instantánea) y prácticamente sin aire, se encuentra fuera de los límites de inflamabilidad. La cantidad de combustible que queda disponible para alimentar la bola de fuego y, por tanto, afecta también a sus dimensiones y a su duración.

Las dimensiones de las bolas de fuego formadas de este modo pueden ser extraordinariamente grandes, con un desprendimiento de radiación térmica fortísimo. La acción de la combinación **BLEVE**-bola de fuego, puede sintetizarse, pues, en los efectos siguientes:

- Radiación Térmica.
- Onda de Sobrepresión.
- Fragmentos Despedidos por la Explosión.



- Lluvia eventual de combustible en los alrededores (citada sólo en un caso).

Estos efectos han sido enumerados siguiendo aproximadamente un orden de mayor a menor gravedad respecto a sus consecuencias. Es necesario aclarar, sin embargo, que este orden es difícil de establecer, dada la distinta forma de actuar de las diferentes acciones: puntual ó por lo menos muy direccional en el caso de los fragmentos, radial barriendo toda el Area en el caso de la onda de sobrepresión y de la Radiación Térmica.

Los Daños Causados por las Explosiones Pueden Clasificarse en Dos Grupos:

- **Daños Directos debidos a la Sobrepresión.**

- **Daños Indirectos:**

- Debidos a Fragmentos.
- Debidos al desplazamiento del cuerpo.
- Debidos al hundimiento de viviendas.

a) Daños Directos

El cuerpo humano es muy resistente a una sobrepresión, ya que está formado en gran parte por agua, un fluido no compresible. Así pues, los daños directos tienen lugar esencialmente en aquellas partes del cuerpo susceptibles de ser aplastadas, ó sea, en los espacios vacíos (caja pulmonar y conducto auditivo), especialmente cuando el aumento de presión es súbito y no hay tiempo suficiente para adaptarse.

b) Efectos Indirectos

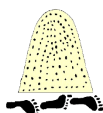
Desplazamiento del Cuerpo

La sobrepresión puede provocar que el cuerpo sea desplazado y posteriormente colisione contra el suelo ó contra algún obstáculo (pared, equipo): evidentemente, en este choque pueden producirse daños.

Existe cierto desacuerdo entre los diversos Autores que han tratado este tema. Algunos defienden que el daño está determinado por lo que le ocurra a la cabeza, la parte potencialmente más delicada; para éstos, la predicción del daño debería basarse principalmente en la fractura del cráneo. Otros, sin embargo, manifiestan que si bien la cabeza es muy sensible, es también muy resistente, por lo que hay que tener en cuenta esencialmente el daño en cualquier parte del cuerpo, de manera aleatoria.

Efectos de Fragmentos

Otro de los efectos secundarios es el impacto de fragmentos contra el cuerpo; éstos pueden ser desprendidos por la propia explosión ó bien puede tratarse de cuerpos desplazados por la onda de presión. Normalmente se consideran dos tipos de fragmentos: los que pueden cortar y punzar (por



ejemplo, fragmentos de cristal) y los que sólo golpean (por ejemplo, fragmentos de escombros, ladrillos).

Determinación Semi-Cuantitativa de las Consecuencias de los Escenarios

Las simulaciones realizadas solo fueron para los siguientes elementos en los cuales se almacenan ó transportan sustancias que pudieran presentar un riesgo de incendio alto, ó nube tóxica, estos elementos son; tanques de Ciclohexanona, Xileno, Acido Clorhídrico, Cloro, Diesel, Gasolina y Gas Natural, con diferentes capacidades desde 40,000 L hasta 250,000 L, y la Red de Gas Natural que suministra a la Zona Industrial, con diferentes diámetros, 2"φ, 4"φ y 6"φ.

Las características de estos elementos tanto de operación como de ubicación se describen a continuación:

TABLA 5.5.5. CARACTERISTICAS DE LOS AGENTES QUIMICOS

Número	Agentes Químicos que por su nivel de riesgo se priorizan	Características de los Agentes Químicos	
1	CICLOHEXANONA	Cantidad de Tanques	1
		Volumen del Tanque	100,000 L
		Contenido del Tanque	Líquido
		Temperatura	21 °C
		% de llenado del Tanque	80
2	XILENO	Cantidad de Tanques	2
		Capacidad del Tanque	28,000 L
		Contenido del Tanque	Líquido
		Temperatura	21 °C
		% de llenado del Tanque	50
3	ACIDO CLORHIDRICO	Cantidad de Tanques	3
		Capacidad del Tanque	907 kg
		Contenido del Tanque	Líquido
		Temperatura	21 °C
		% de llenado del Tanque	60
4	CLORO	Cantidad de Tanques	4
		Capacidad del Tanque	20,000 L



		Contenido del Tanque	Líquido
		Temperatura	21 °C
		% de llenado del Tanque	60
5	DIESEL	Cantidad de Tanques	13
		Capacidad del Tanque	Desde 40,000 L hasta 250,000 L
		Contenido del Tanque	Líquido
		Temperatura	21 °C
		% de llenado del Tanque	Desde 25 hasta 90
6	GAS NATURAL	Cantidad de Tanques y Tubería	3 Tanques y Tubería
		Capacidad del Tanque	250,000 L
		Características de la Tubería	72 m de 2"φ, 125.2 psia
			2202 m de 4"φ (polietileno), 170.2 psia
			4592 m de 4"φ, 170.2 psia
			17120 m de 6"φ, 430.2 psia
		Rugosidad de la tubería	Lisa
		Contenido del Tanque y Tubería	Gas
7	GASOLINA	Temperatura	21 °C
		Cantidad de Tanques	27
		Capacidad del Tanque	Desde 40,000 L hasta 120,000 L
		Contenido del Tanque	Líquido
		% de llenado del Tanque	Desde 25 hasta 90

Se realizó una simulación por Tanque y Tubería. Cada una de las simulaciones junto con los Mapas de Afectación se incluye en la parte de Anexos.

Para determinación semi-cuantitativa de las consecuencias de los escenarios, se uso del **ISC3** como Modelo de Dispersión para estimar las concentraciones de ppm.



En la actualidad existen numerosos modelos para simular los efectos de diversos tipos de emisiones (**SO₂**, **CO₂**, Material Particulado, etc.) liberadas al medio ambiente producto de las distintas actividades humanas, la existencia de estos modelos es un intento para estimar de forma cuantitativa los efectos de las emisiones liberadas por las distintas fuentes emisoras y así facilitar la predicción del impacto correspondiente.

De todos los modelos actualmente disponibles en el mercado son pocos los reconocidos por instituciones de prestigio y relevancia internacional como las oficinas encargadas al medio ambiente de las principales naciones. El grupo de modelos reconocidos por estas agencias y además recomendados se reduce a uno pocos, así tenemos que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (**EPA**) muestra preferencia y recomienda el uso de los siguiente Modelo de Dispersión para Calidad del Aire: **ISC3** (Industrial Source Complex Model), es un modelo de dispersión Gaussiano que trabaja con estado estable y para terrenos complejos. Considera una amplia gama de tipos de fuentes y de emisiones y trabaja tanto a largo como a corto plazo. Es el modelo con uso más extendido en la modelación de concentración de ppm, por lo que es considerado en el Estudio realizado.

El Estudio consiste en modelar y estimar la concentración de material particulado ppm, generado por las diferentes actividades desarrolladas. Las características de la emisión de las diferentes actividades y por las características meteorológicas (zona con bajo nivel de vientos, velocidad promedio anual), se toma como Area de Influencia el Area ubicada en un radio menor de 10 km.

Criterios considerados para elegir el ISC3:

- Recomendado por una agencia medio-ambiental importante recomendado por el **EPA**.
- Experiencia de su uso y número de estudios realizados (con su respectiva comparación con los resultados obtenidos en la práctica), se considera al modelo más empleado y con más pruebas experimentales.
- Aplicabilidad en terreno complejo, se puede emplear para terreno simple ó complejo.
- Aplicabilidad a diversos Tipos de Fuentes, se puede trabajar tanto con fuentes volumétricas, lineales, puntuales y áreas.
- Radio de Aplicación, si hace aproximaciones con bastante precisión a distancias mayores de 20 km.
- Aplicación para casos de condiciones de viento complejas, buen desempeño comprobado ante condiciones de viento complejas.

Un contaminante emitido a la atmósfera es transportado en la dirección del viento predominante y dispersado por movimientos de aire perpendiculares al viento, así como, por turbulencia. La predicción de la concentración de dicha sustancia en la Zona que rodea al punto de emisión es un tema de gran interés en contaminación atmosférica. Este Modelo de dispersión que permite calcular las concentraciones de un contaminante a nivel del suelo. El contaminante es emitido por una chimenea que se encuentra en un terreno llano.

El modelo se basa en las siguientes Hipótesis:



- Se supone una columna de humo emitida por una chimenea elevada hasta cierta altura efectiva, H , que es la suma de la altura de la chimenea, h , más el ascenso, Δh , debido al momento inicial del humo, así como, a la diferencia de temperaturas entre el gas saliente y el aire que le rodea.
- A partir de H_{ef} la columna de humo se mueve horizontalmente en la dirección del viento (dirección x) con velocidad u y se dispersa en las direcciones perpendiculares a éste, y y z . (y = horizontal, z = vertical). La dispersión en el plano yz se debe principalmente a la turbulencia atmosférica y puede calcularse como una distribución gaussiana:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z - H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

donde:

$C(x, y, z)$: es la concentración.

Q : es la cantidad de contaminante emitido por unidad de tiempo (g/s).

U : es la velocidad del viento.

σ_y y σ_z : son coeficientes de dispersión turbulenta que dependen de la clase de estabilidad y de la distancia al foco en la dirección del viento x .

En la ecuación anterior, el suelo se trata como una superficie plana que no absorbe contaminante.

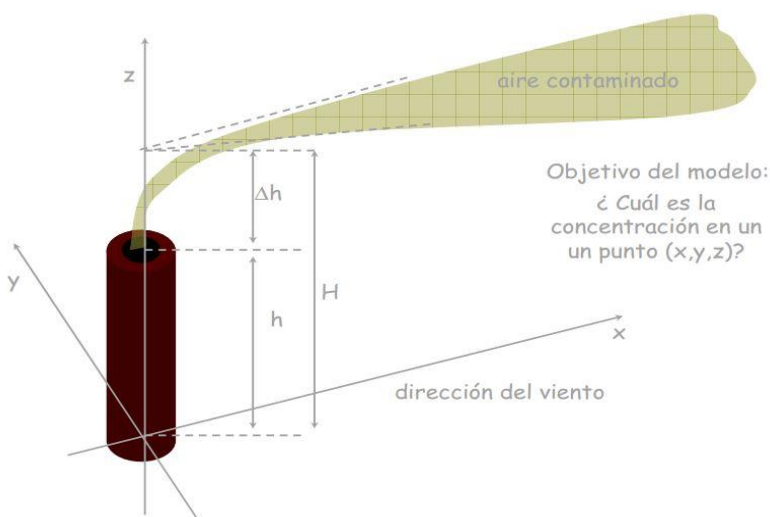
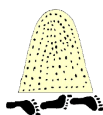


FIGURA 5.5.4. MODELO ISC3

Los coeficientes de dispersión vertical se calculan según fórmulas empíricas. Una de ellas son las dadas por Griffiths. Estas fórmulas suelen estar implementadas en los Programas Informáticos de



modelos de dispersión que se utilizan habitualmente y son función de la clase de estabilidad atmosférica.

Para el Cálculo del Ascenso Vertical de la columna de humo, Δh , se utilizan expresiones empíricas como la de Holland ó la de Briggs. En todas ellas el ascenso vertical depende de la diferencia de temperatura entre los gases de salida y la temperatura ambiente y la velocidad de salida de gases.

Otros Parámetros que también influyen en el Ascenso Vertical son el diámetro de la chimenea y la estabilidad atmosférica. Al igual que ocurre con los coeficientes de dispersión, las fórmulas para el cálculo de Δh ya suelen estar incluidas en los modelos informáticos al uso, lo cual no es excusa para ignorar como influyen cada uno de ellos en el ascenso de la columna de humo.

Teniendo esto en cuenta el efecto de los siguientes Parámetros:

Velocidad de Salida de Gases

1. Altura de chimenea.
2. Temperatura de salida de gases: en este caso considera el caso de 10°C, por encima y por debajo del valor de referencia.
3. Índice de emisión.
4. Temperatura Ambiente: en este caso considera el caso de 10°C, por encima y por debajo del valor de referencia.
5. Clase de Estabilidad: en este caso, además del caso de referencia, considera las clases de estabilidad.
6. Velocidad del Viento.
7. Altura de Mezclado.
8. Constante de velocidad de descomposición del contaminante: además del caso de referencia, considera que el contaminante reacciona con $k = 1.0 \text{ s}^{-1}$.

A continuación se muestra un Ejemplo, de los resultados arrojados por el Software, el caso de Ciclohexanona.



File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

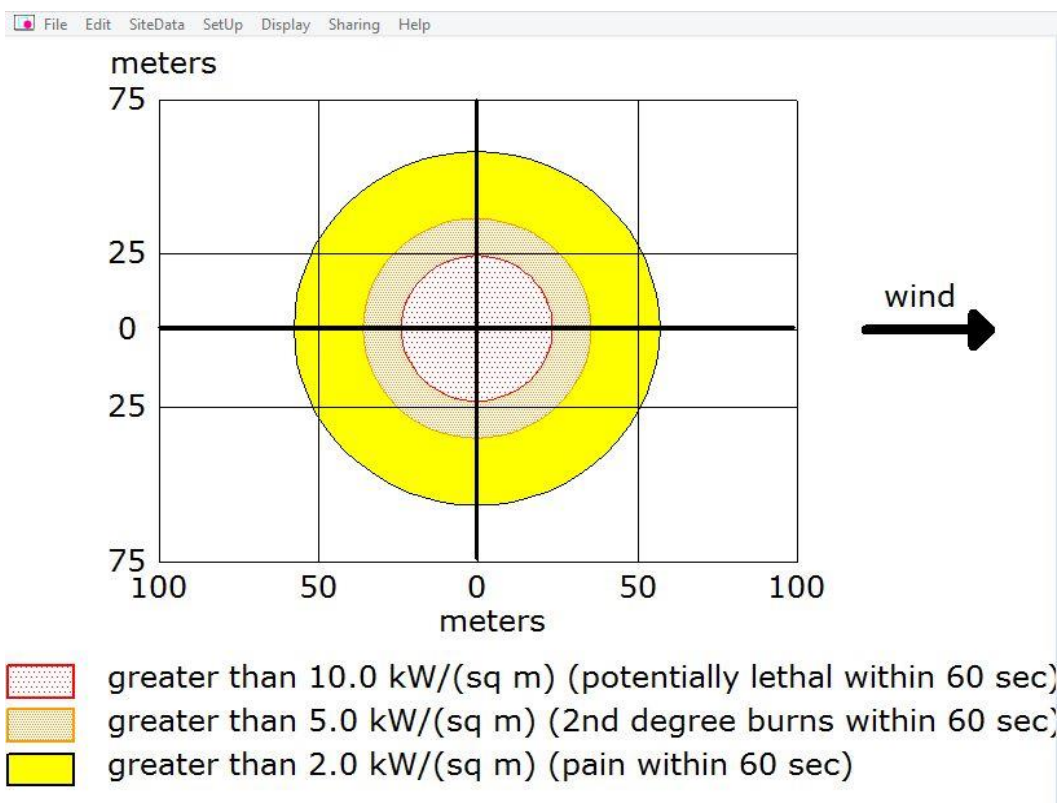
SITE DATA:
Location: MÉXICO, TIZAYUCA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.16 (sheltered single storied)
Time: November 8, 2013 1731 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CYCLOHEXANONE Molecular Weight: 98.14 g/mol
PAC-1: 20 ppm PAC-2: 20 ppm PAC-3: 5000 ppm
IDLH: 700 ppm LEL: 13000 ppm UEL: 94000 ppm
Ambient Boiling Point: 145.7° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0042 atm
Ambient Saturation Concentration: 5,495 ppm or 0.55%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 1.86 miles/hour from S at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 21° C Stability Class: B
Inversion Height: 100 meters Relative Humidity: 56%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.67 meters Tank Length: 4.55 meters
Tank Volume: 10000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 21° C
Chemical Mass in Tank: 7,569 kilograms
Tank is 80% full
Opening Length: 15 centimeters Opening Width: 8 centimeters
Opening is 0.33 meters from tank bottom
Max Puddle Diameter: Unknown
Max Flame Length: 24 meters Burn Duration: 14 minutes
Max Burn Rate: 607 kilograms/min
Total Amount Burned: 6,257 kilograms
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
The puddle spread to a diameter of 15.5 meters.

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 24 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 36 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 58 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)



Esa es la Metodología que se usó para realizar las simulaciones, se utilizó un Software de ISC3 y los resultados aparecen en los Anexos.

Conclusiones

Existe gran vulnerabilidad en la Zona Industrial del Municipio de Tizayuca, ya que tiene una gran cantidad de empresas de diversos giros comerciales. Es de mucha ayuda saber cuáles son las Zonas de Amenazas presentadas en éste **ATLAS**, ya que se pueden tomar acciones de Protección y Previsión, sin embargo, éste Análisis no es exhaustivo, y solo refleja la necesidad de realizar un Estudio más profundo para encontrar los Riesgos Químicos del Municipio de Tizayuca.

Se puede hacer la Identificación de los Riesgos por tres Iniciativas:

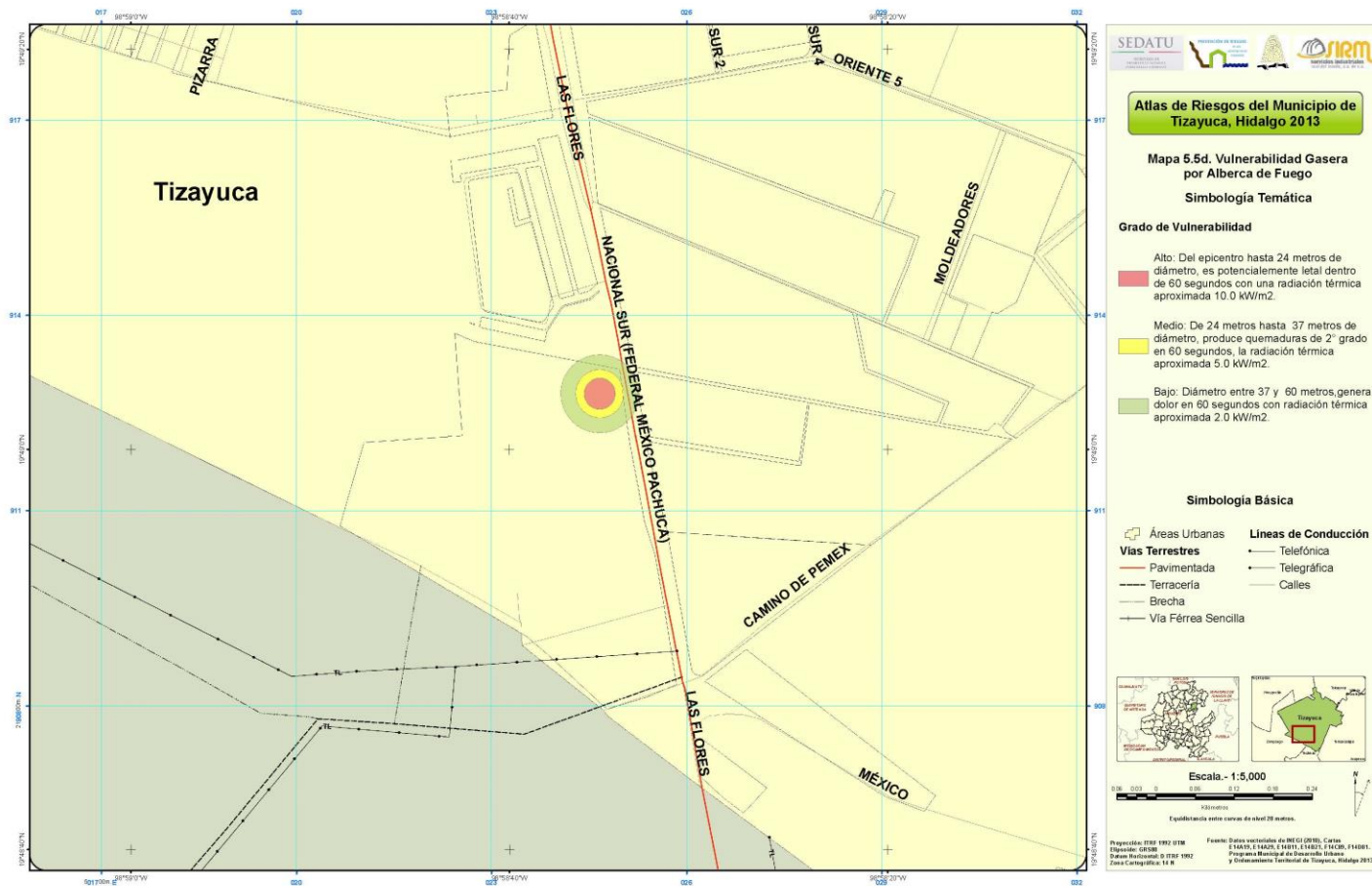
1. **Decisiones Ingenieriles.**
2. **Aceptación Pública.**
3. **Requerimientos Regulatorios.**

Dependiendo del punto de vista que se tenga es cómo se ha de juzgar el desempeño y los medios a tomar para cada caso en particular.



MAPA 5.5D. VULNERABILIDAD GASERA POR ALBERCA DE FUEGO

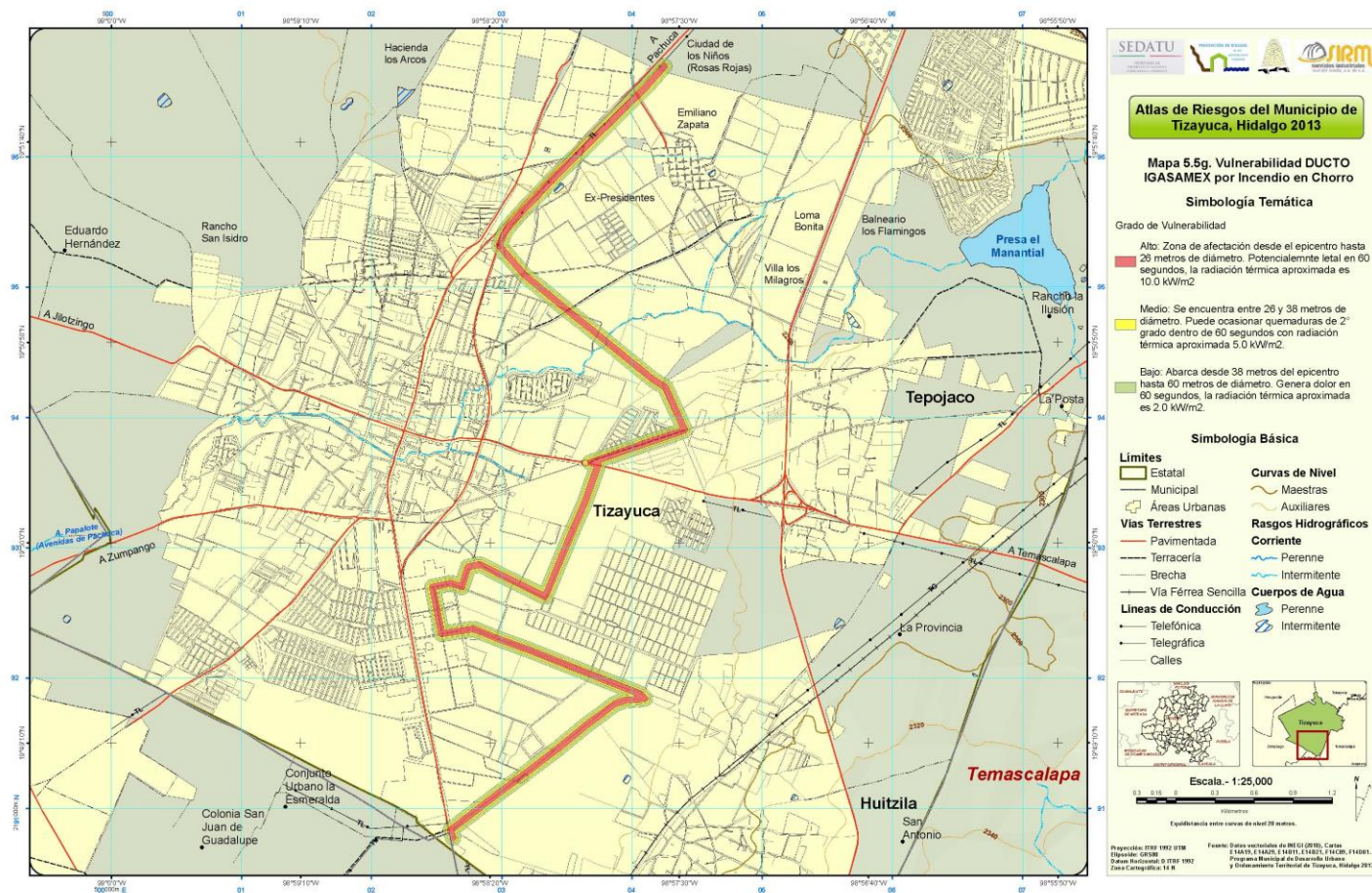
Vulnerabilidad	Población	Vivienda
Alta	22	8
Baja	22	8
Media	22	8





MAPA 5.5G. VULNERABILIDAD DUCTO IGASAMEX POR INCENDIO EN CHORRO

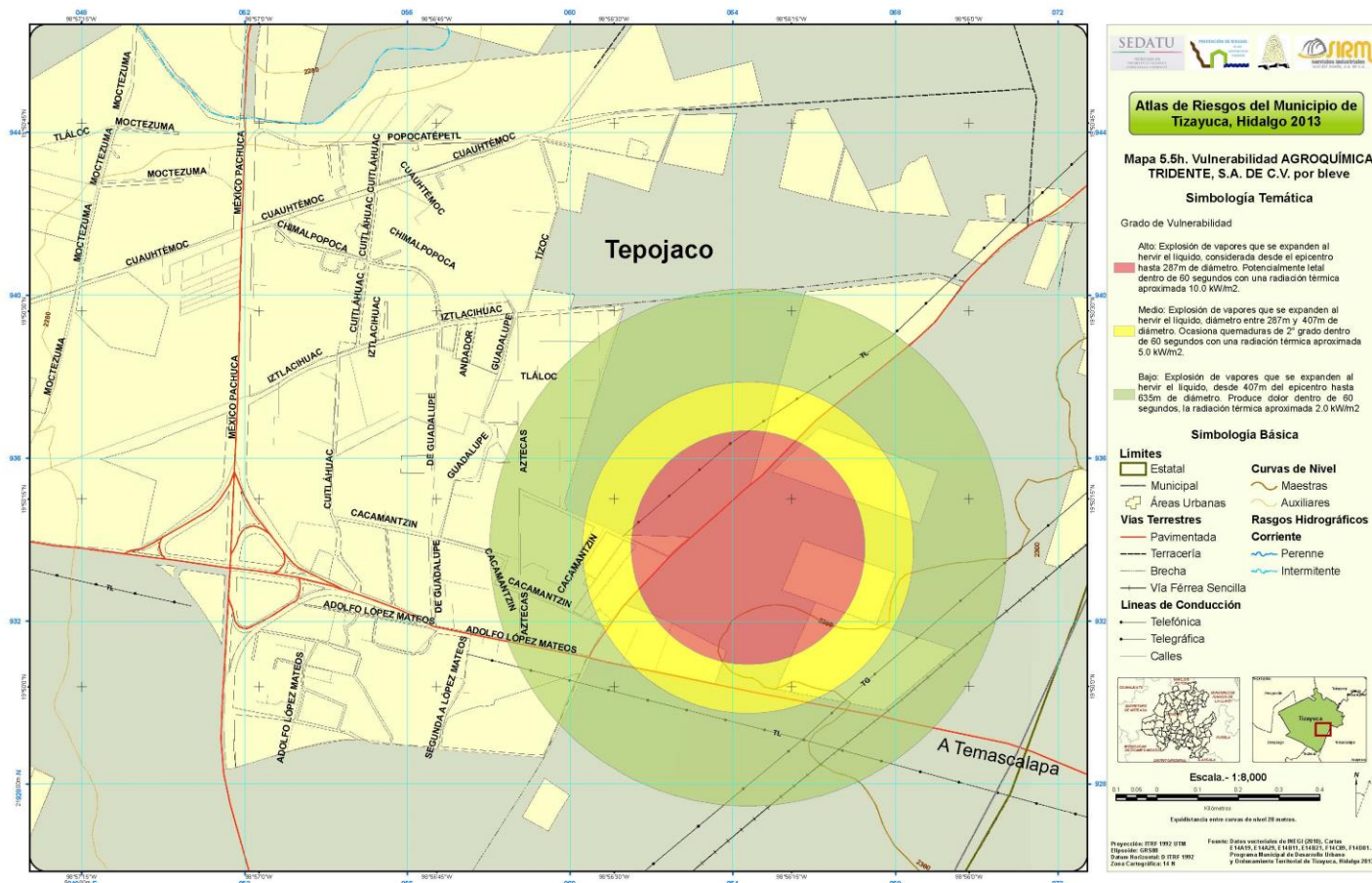
Vulnerabilidad	Población	Viviendas
Alta	1732	1164
Baja	1818	1282
Media	1770	1228





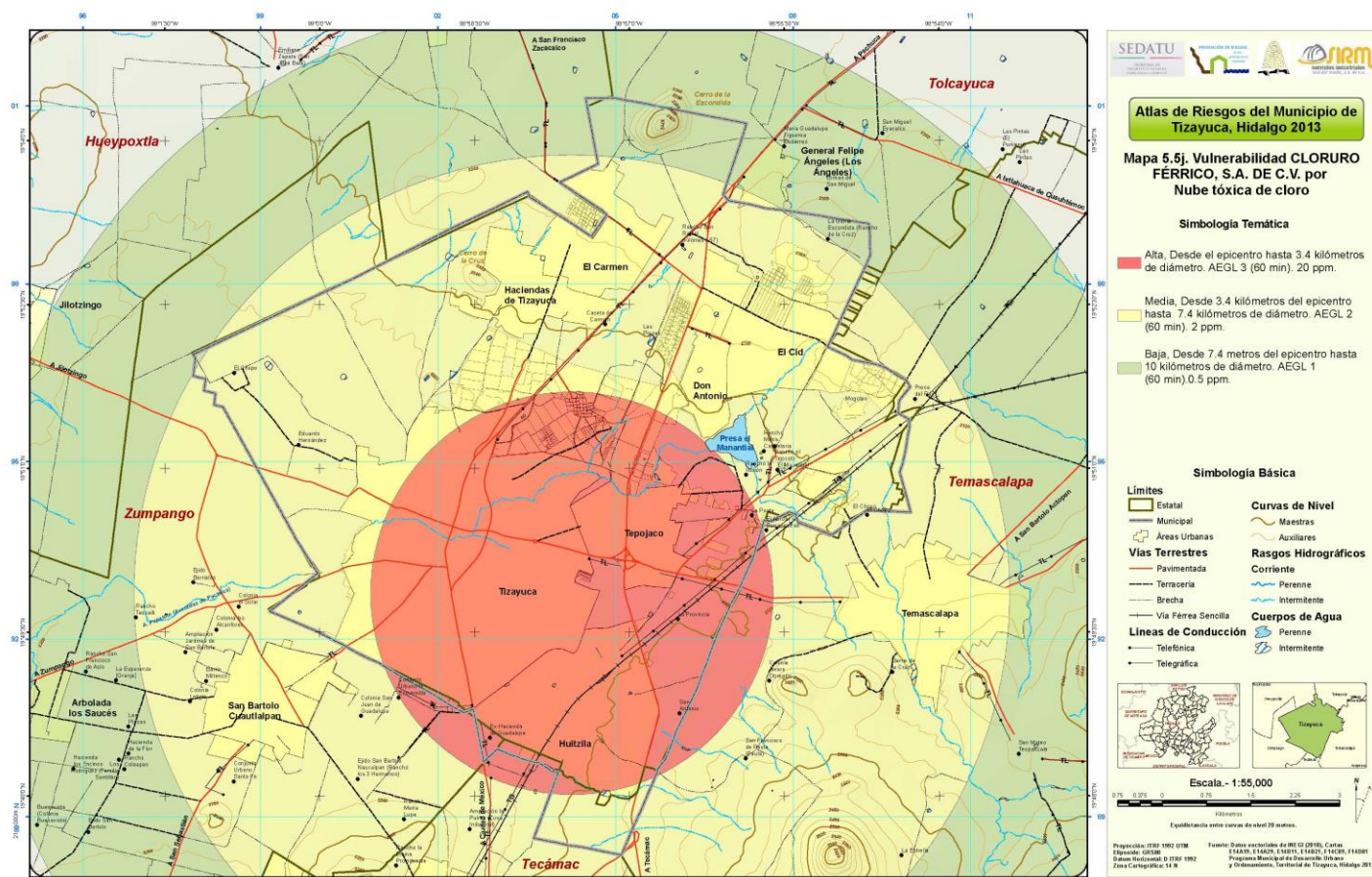
MAPA 5.5H. VULNERABILIDAD AGROQUÍMICA TRIDENTE, S.A. DE C.V. POR BLEVE

Vulnerabilidad	Población	Vivienda
Alta	72	21
Baja	887	286
Media	382	114





MAPA 5.5J. VULNERABILIDAD CLORURO FERRICO, S.A. DE C.V. POR NUBE TOXICA DE CLORO





REPORTE DE LA DIRECCION DE PROTECCION CIVIL MUNICIPAL

POR ESTE CONDUCTO, ME PERMITO INFORMAR A USTEDES, LA SIGUIENTE NOVEDAD OCURRIDA EN LA MADRUGADA DE EL DIA **LUNES 02 DE DICIEMBRE DEL 2013**.

SIENDO LAS 02:00 HORAS, EN LA COMUNIDAD DE TEPOJACO, MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HGO. PERSONAS DE LAS CUALES SE DESCONOCEN SUS CARACTERISTICAS LLEVARON A CABO UN ROBO DE UN VEHICULO TRANSPORTISTA, EL CUAL LLEVABA UN CABEZAL DE DESECHO DEL IMSS MISMO QUE EN SU INTERIOR CONTENIA **UNA CAPSULA DE COBALTO-60**; POSTERIORMENTE ESTE VEHICULO SALIO DE ESTE MUNICIPIO DONDE MAS TARDE SE DESHICIERON DE LA PIEZA EN EL MUNICIPIO DE HUEYPOXTLA, EDO. DE MEXICO; EN DONDE LO ENCONTRO UNA PERSONA DEL SEXO MASCULINO EN UNAS TIERRAS DE CULTIVO Y LO ABRIO, TIRANDO LA CAPSULA QUE CONTENIA EL COBALTO-60, LO QUE ORIGINO DENTRO DICHO MUNICIPIO **UNA CONTINGENCIA NUCLEAR** YA QUE LO TRASLADO A SU DOMICILIO PARTICULAR, ACTIVANDO A TODAS LAS AUTORIDADES FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES. HASTA EL MOMENTO NO SE HA PODIDO VALORAR EL DAÑO Y LA AFECTACION A DICHA COMUNIDAD POR LA RADIACION, LO CUAL EN SU MOMENTO PUDO HABER PASADO DENTRO DE ESTE MUNICIPIO.

NOTA.- EL HABER INCLUIDO ESTE REPORTE EN EL PRESENTE **ATLAS DE RIESGOS**, ES PORQUE CONSIDERAMOS QUE LA **VULNERABILIDAD SOCIAL** EN MATERIA DE PRODUCTOS y SUSTANCIAS PELIGROSAS POR SU ALTO ó BAJO INDICE DE RADIACION, DEBERA CONTAR CON TODA LA ATENCION DE LAS AUTORIDADES DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO: FEDERAL, ESTATAL y MUNICIPAL.

REPORTE FOTOGRAFICO



Fuente: Dirección de Protección Civil Municipal, 2013.



GLOSARIO.-

Para los efectos de la **Elaboración del ATLAS DE RIESGOS**, se entenderá por:

ACUERDO DE COORDINACION.- Al Acuerdo de Coordinación para la Asignación y Operación de los Subsidios del Programa, que suscriben la **Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano** y los gobiernos de las Entidades Federativas y de los Municipios.

ACUIFERO.- Cualquier formación geológica ó conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan ó se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso ó aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

ADIABATICO.- Enfriamiento ó calentamiento de una masa de aire sin adquirir la temperatura del medio ambiente.

ADVECCION.- Transporte de las propiedades de una masa de aire producido por el campo de velocidades de la atmósfera. Por lo general este término es referido al transporte horizontal en superficie de propiedades como temperatura, presión y humedad.

AFECTACION AMBIENTAL.- La pérdida, menoscabo ó modificación de las condiciones químicas, físicas ó biológicas de la flora y fauna silvestres, del paisaje, suelo, subsuelo, agua, aire ó de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la afectación a la integridad de la persona es la introducción no consentida en el organismo humano de uno ó más contaminantes, la combinación ó derivación de ellos que resulte directa ó indirectamente de la exposición a materiales ó residuos y de la liberación, descarga, desecho, infiltración ó incorporación ilícita de dichos materiales ó residuos en la atmósfera, en el agua, en el suelo, en el subsuelo y en los mantos freáticos ó en cualquier medio ó elemento natural.

AGEB.- Areas Geo-Estadísticas Básicas.

ALUD DE ROCAS.- Tienen lugar cuando los bloques de rocas recientemente desprendidas (pequeñas), se desplazan cuesta abajo por el frente de un acantilado ó peña viva vertical. Son frecuentes en áreas montañosas y durante la primavera los meses de la primavera, cuando hay congelación y derretimiento repentinos.

AMBIENTE.- El conjunto de elementos naturales y artificiales ó inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.



ANÁLISIS SINÓPTICO.- Estudio y deducción del estado actual de la atmósfera utilizando para ello la información meteorológica generada en una determinada región y aplicando conceptos de masas de aire, frentes, ciclones, etcétera.

ANEXO TÉCNICO.- Se refiere al Formato que se encuentra en el Sistema de Control en Línea, mismo al que tienen acceso los Ejecutores, una vez registrado el Proyecto.

BARLOVENTO.- Costado de las montañas hacia donde llegan los vientos con cierto grado de humedad.

BENEFICIARIOS.- A las personas que forman parte de la población atendida por el **PROGRAMA**.

BERMAS.- Escalones en las playas durante el verano y son comunes durante el invierno ó después de una tormenta.

BOLETÍN METEOROLÓGICO.- Es un informe periódico que contiene las condiciones meteorológicas más recientes, su elaboración se basa en las observaciones sinópticas realizadas en cierta región ó país. Los elementos incluidos dependen del propósito requerido.

CAIDA DE DETRITOS.- El material cae desde un acantilado ó farallón vertical ó sobresaliente, por lo que, son comunes a lo largo de las márgenes socavadas de los ríos.

CAMBIO CLIMÁTICO.- Se entiende un cambio de clima atribuido directa ó indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA.- Procedimiento para la determinación de los distintos tamaños de partículas que forman un suelo.

COMITÉ DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.- Al Cuerpo Colegiado que podrá tomar decisiones para aprobar obras y acciones urgentes e impostergables en beneficio de la reducción de riesgos de desastres.

COLAPSO ó ASENTAMIENTOS.- No tienen lugar a lo largo de una superficie libre, sino que es el asentamiento hacia debajo de material con poco movimiento horizontal (Thornbury, 1966). La causa más común es la remoción lenta de material debajo de la masa que se hundirá.

CONEVAL.- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

CORRIENTES DE BARRO.- Se mueven rápido, por lo tanto, son perceptibles a simple vista, tienen un contenido mayor de agua que las corrientes terrosas. Blackwelder (1928) catalogó como condiciones favorables a su formación las siguientes: materiales no consolidados en la superficie, que al humedecerse se tornara resbaladiza; pendientes empinadas; abastecimiento abundante pero intermitente de agua; y vegetación rala.

CORRIENTES TERROSAS.- A menudo están acompañadas por desmoronamiento, no hay rotación hacia atrás de la masa, son lentas, rara vez perceptibles a simple vista, no están confinadas a canales; y



se forman sobre terrazas y laderas donde los materiales terrosos son capaces de fluir cuando se saturan con agua.

CUENCA.- Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río ó su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida.

DAÑO.- La pérdida ó menoscabo sufrido en la integridad ó en el patrimonio de una persona determinada ó entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental.

Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte ó cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa ó indirectamente por la exposición a materiales ó residuos, ó bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración ó incorporación de uno ó más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos ó en cualquier otro elemento natural ó medio.

DAÑO EN BIENES EXPUESTOS.- Pérdida ó menoscabo del patrimonio del ciudadano.

DAÑO ESTRUCTURAL.- Estado manifiesto de pérdida de resistencia de la edificación.

DELEGACION ó DELEGACIONES.- A las Representaciones de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano en las Entidades Federativas.

DERRUMBAMIENTOS DE DETRITOS.- El volumen de la masa está constituido por detrito rocoso, contienen más agua que los deslizamientos de detritos.

DESASTRE.- Al estado en que la población de una ó más Entidades Federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural ó antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura ó 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.

DESLIZAMIENTO DE DETRITOS.- Son movimientos terrosos ó resbalamiento de suelos, no muestran rotación hacia atrás. La cantidad de agua generalmente es poca.

DESLIZAMIENTOS DE ROCAS.- Son masas de substrato que se deslizan ó resbalan a lo largo de lo que, en general, son superficies de estratificación diaclasas ó fallas.

DESLIZAMIENTOS.- El término fue empleado por Sharpe (1938; en Thornbury, 1966) como una denominación genética para varios tipos de movimiento en masa de detritos de rocas. Se reconocen cinco tipos de deslizamientos.



DESMORONAMIENTO.- Es provocado por un movimiento intermitente de masas de tierra ó de rocas en una distancia corta, e involucra una rotación hacia atrás de la masa ó las masas en cuestión, como resultado de la cual la superficie de la masa desmoronada muestra a menudo un declive inverso.

DESPRENDIMIENTOS ó VOLCADURAS DE ROCAS.- Son más rápidos, y por lo común fluyen a lo largo de valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales.

EJECUTOR ó EJECUTORES.- A las Instancias responsables de llevar a cabo las Obras y Acciones apoyadas con Recursos de este **PROGRAMA**.

ENTIDADES FEDERATIVAS.- A los Estados de la República Mexicana y el Distrito Federal.

EROSION EOLICA.- Trabajo destructivo del viento que se manifiesta tanto por el arrastre de cómo por la dispersión de material arenoso y arcilloso.

EROSION FLUVIAL.- Destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles, rebajamiento de la superficie. El proceso incluye además de la destrucción mecánica de las rocas el lavado y laminación de los valles de los ríos, y la alteración química de las rocas.

EROSION KARSTICA.- Se produce por el proceso de disolución de las rocas carbonatadas. La acción química que se genera debido al ácido carbónico genera formas erosivas como las dolinas, cavernas y otras más, las cuales pueden formarse debido a colapsos y la combinación con procesos de disolución.

EROSION MARINA.- Proceso de destrucción de las costas por acción del oleaje, las mareas y las corrientes de deriva litoral.

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.- Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo.

FALLA.- Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años ó hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno ó dos metros.

FENOMENOS DESTRUCTIVOS.- A los Fenómenos de carácter Geológico ó Hidro-Meteorológico que pueden producir riesgo, emergencia ó desastre. También se les denomina **fenómenos perturbadores**.

FENOMENO GEOLOGICO.- A la calamidad que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta Categoría pertenecen los sismos ó terremotos, las erupciones



volcánicas, los tsunamis ó maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento ó reptación, deslizamiento, flujo ó corriente, avalancha ó alud, derrumbe y hundimiento.

FENOMENO HIDRO-METEOROLOGICO.- A la calamidad 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.

FRACTURA.- Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

FRENTE FRIO.- Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb), las cuales podrían provocar chubascos ó nevadas si la temperatura es muy baja.

Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

GEOHIDROLOGIA (HIDROGEOLOGIA).- Rama de la Geología que se encarga del estudio de los cuerpos de agua en el subsuelo, conocidos como acuíferos.

GEOLOGIA.- Ciencia que se encarga del estudio del origen, evolución y estructura de la Tierra, su dinámica y de la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

GEOTECNIA.- Aplicación de principios de ingeniería, a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.

GOBIERNOS LOCALES.- Son los Estados y Municipios participantes en el **PROGRAMA**.

GRADIENTE TERMICO.- La razón del cambio de la temperatura por unidad de distancia, muy comúnmente referido con respecto a la altura. Se tienen dos gradientes, el adiabático de 10.0 C/Km (en aire seco) y el pseudo-adiabático (aire húmedo) es 6.5 C/Km.

HEC-RAS.- Modelo de dominio público desarrollado del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU, surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado **HEC-2**, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la inter-fase gráfica de usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso, así como, la posibilidad de intercambio de datos con el Sistema de Información Geográfica **ArcGIS** mediante **HEC-geoRAS**. El modelo numérico incluido en este **PROGRAMA** permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.

HELADA.- Cuando la temperatura ambiente es igual ó inferior a 0°C.



HIDROMETEORO.- Sistema formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas ó sólidas y que caen de la atmósfera.

HURACAN.- Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

IMPACTO AMBIENTAL.- Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre ó de la naturaleza.

INTENSIDAD (SISMICA).- Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento ó actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

ISOBARA.- Línea que une puntos con igual valor de presión atmosférica.

ISOTACA.- Línea que une puntos con igual valor de velocidad regional de viento.

ISOTERMA.- Línea que une puntos ó lugares con igual valores de temperatura.

ISOYETA.- Es una línea trazada sobre un mapa sinóptico con la que se unen puntos (representación de una estación meteorológica), donde se registra igual cantidad de precipitación.

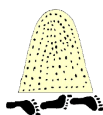
KML.- Archivos de Visualización Municipal.

KMZ.- Mapas Impresos.

LECHO DE CRECIDAS MAXIMAS.- Corresponde a un lecho que se encuentra por encima de los anteriores; en ocasiones no se encuentra bien configurado pero si el agua rebasa este nivel, entonces se presenta un proceso de desbordamiento del río.

LECHO DE INUNDACION.- Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el nombre de “cantos rodados” y el conjunto de ellos recibe el nombre de “aluvión”.

LECHO MAYOR ó DE CRECIDAS.- Es el que se inunda cuando el nivel del agua rebasa al lecho de inundación; sobre éste se depositan aluviones pero en general es un área que en ocasiones no resulta inundado durante la época de lluvias, situación que lo hace peligroso ante la percepción del hombre como una zona segura, motivo por el cual construye y por consiguiente, es afectado.



LICUEFACCION.- Comportamiento pseudo-líquido de una ó varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas ó llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

MAGNITUD (DE UN SISMO).- Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno ó varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior.

Una de las escalas más conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) ó de momento sísmico (Mw).

MASA DE AIRE.- Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

MIKE 11.- Es una aplicación informática comercial desarrollada por el departamento de software del Danish Hydraulic Institute de Dinamarca, para la modelación unidimensional de flujos en lámina libre y régimen variable. El modelo resuelve las ecuaciones de Saint Venant mediante diferencias finitas y el esquema implícito.

MUNICIPIOS.- Se refiere a los solicitantes de los Recursos, incluyendo a las Delegaciones Políticas, como Organos Político-Administrativos en cada una de las demarcaciones territoriales en que se dividen las Entidades Federativas y el Distrito Federal.

NIÑO.- Sistema oceánico-atmosférico, es de intensidad variable y ocurre en el Pacífico. Durante su ocurrencia provoca cambios en la temperatura y en los sistemas de presión en la región tropical del Océano Pacífico afectando los climas del mundo entero.

NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration). Es la dependencia gubernamental estadounidense que administra todos los recursos oceanográficos y atmosféricos de ese país.

OLA DE CALOR.- Calentamiento importante del aire ó invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

ONDA DEL ESTE.- Perturbación de escala sinóptica en la corriente de los vientos alisios y viaja con ellos hacia el oeste a una velocidad media de 15 Km/hr. Produce fuerte convección sobre la zona que atraviesa.



PELIGRO.- Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.

PELIGROSIDAD.- Evaluación de la intensidad máxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, con base en el análisis de probabilidades.

PERIODO DE RETORNO.- Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

PERSPECTIVA DE GENERO.- Es una visión científica, analítica y política sobre las mujeres y los hombres. Se propone eliminar las causas de la opresión de género como la desigualdad, la injusticia y la jerarquización de las personas basada en el género. Promueve la igualdad entre los géneros a través de la equidad, el adelanto y el bienestar de las mujeres; contribuye a construir una sociedad en donde las mujeres y los hombres tengan el mismo valor, la igualdad de derechos y oportunidades para acceder a los Recursos Económicos y a la representación política y social en los ámbitos de Toma de Decisiones.

PRECIPITACION.- Partículas de agua en estado líquido ó sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

PREVENCION.- Al conjunto de acciones y mecanismos implementados con antelación a la ocurrencia de los agentes perturbadores, con la finalidad de conocer los peligros ó los riesgos, identificarlos, eliminarlos ó reducirlos; evitar ó mitigar su impacto destructivo sobre las personas, bienes, infraestructura, así como, anticiparse a los procesos sociales de construcción de los mismos.

PROGRAMA.- Al **PROGRAMA PREVENCION DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. (P.R.A.H.).**

PROTECCION.- El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

PROYECTO.- A las Obras ó Acciones que corresponden a una modalidad del **PROGRAMA** y que es apoyado con Subsidios Federales y Locales.

PROYECTOS URGENTES e IMPOSTERGABLES.- Aquellas Obras que no se pueden retrasar, debido que su construcción, evitaría un desastre ó poner en riesgo la integridad de los Asentamientos Humanos.

REGIONALIZACION HIDROLOGICA.- Procedimientos que permiten la estimación de una variable hidrológica (habitualmente el caudal) en un sitio donde no existe (ó existe poca) información a partir de otros sitios que cuentan con dicha información.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCION.- Al Conjunto de Regulaciones que rigen el diseño, construcción, materiales, remodelación y ocupación de cualquier estructura para la seguridad y el bienestar de la población. Los *Reglamentos de Construcción*, incluyen Estándares Técnicos y Funcionales.



REGLAS.- A las *Reglas de Operación del Programa*.

REHABILITACION.- El conjunto de acciones tendientes en hacer apto y retornar un lugar a las condiciones funcionales ambientales originales.

REPTACION ó ARRASTRE.- Es un movimiento lento, de partículas de suelo y/ó de fragmentos de rocas también se denomina deflucción ó creep.

RESIDUO.- Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control ó tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

RIESGO.- Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (*Ley General de Protección Civil*); la **UNESCO**: define el **RIESGO**, como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes ó en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula: $\text{riesgo} = \text{vulnerabilidad} \times \text{valor} \times \text{peligro}$. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas ó en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto, peligro peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

RIESGO GLOBAL.- Cálculo formal del riesgo que pondera a los Municipios ó Delegaciones Políticas tomando en consideración las principales amenazas naturales (sismo, huracán, viento, marea, tormenta, volcánica, inundación y lluvia intensa) estimando el tamaño de las pérdidas máximas esperadas en los Asentamientos Humanos.

SCS (Soil Conservacion Service de la USDA de los EE.UU).- Este servicio desarrolló varios métodos hidrológicos llamados "METODO DEL SCS".

SEDATU.- A la **Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano**.

SEQUIA.- Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

S.I.G.- Sistema de Información Geográfica.

SISMICIDAD.- La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.



SISTEMA DE CONTROL EN LINEA.- Se refiere al Sistema de Información para el control de las Obras y Acciones, que será implementado por la Dirección General de Desarrollo Territorial, para todos los trámites relativos al **PROGRAMA**.

SHAPES.- Archivos Vectoriales de Peligros.

SOLANA.- Lado de las montañas hacia donde inciden mayormente los rayos solares a lo largo del día ó durante el año.

SUB-SECRETARIA.- A la **Sub-Secretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio** de la **Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano**.

SWMM (Storm Water Management Model).- Modelo hidrológico de la Agencia del Medio Ambiente norteamericana (EPA) para el análisis de cuencas urbanas y redes de alcantarillado. El modelo permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos.

TALWEG ó CANAL DE ESTIAJE.- Ocupa la parte más profunda del cauce de un río y es la que lleva agua en la época de estiaje. La línea que forma el talweg (término con reconocimiento internacional) es la que se utiliza para representar los sistemas de drenajes en los mapas.

TASA DE EXCEDENCIA.- Definida como el número medio de veces, en que por unidad de tiempo, ocurre un evento que exceda cierta intensidad.

TECTONICA.- Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

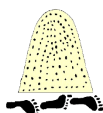
TERCEROS.- Personas físicas ó morales ajenas a los órdenes de Gobierno, interesados en participar con aportación financiera en el desarrollo de Obras ó Acciones enmarcadas en las **Reglas de Operación**.

TERREMOTO (sismo ó temblor).- Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

TORMENTA ELECTRICA.- Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

TRANSITO DE AVENIDAS.- El tránsito de avenidas brinda un conjunto de métodos para describir y predecir el movimiento del agua de un punto a otro a lo largo de un río.

TSUNAMI (ó maremoto).- Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.



UMBRIA.- Costado del relieve hacia dónde llega la radiación solar generalmente de manera indirecta.

UNIDAD RESPONSABLE DEL PROGRAMA (URP).- A la **Dirección General de Desarrollo Territorial.**

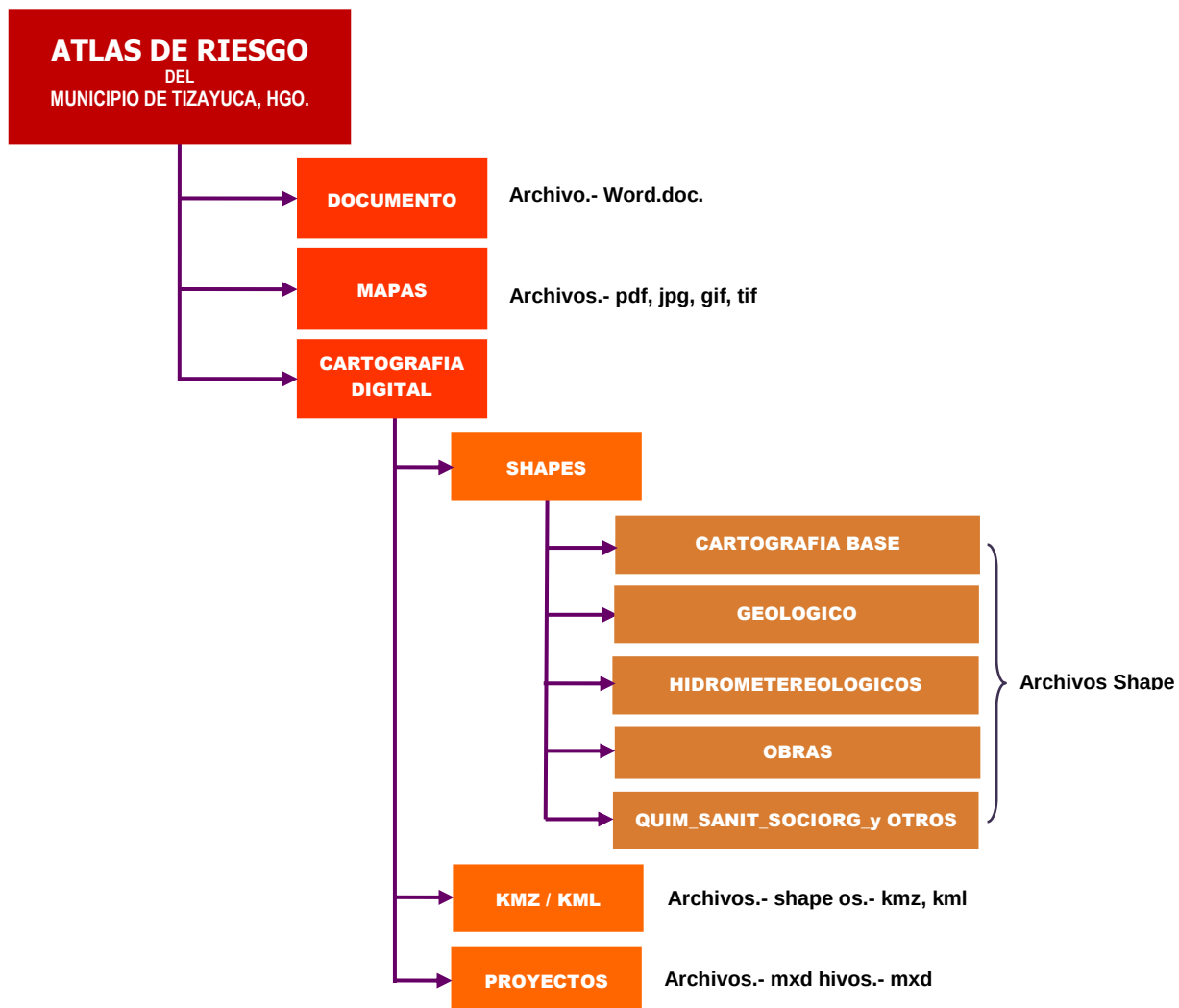
VEI.- Índice de Explosividad Volcánica.

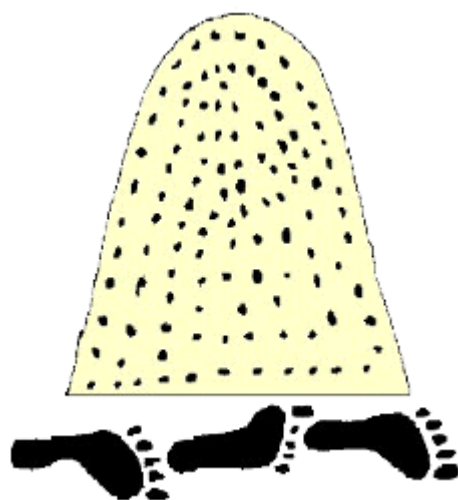
VULNERABILIDAD.- Se define como la susceptibilidad ó propensión de los sistemas expuestos a ser afectados ó dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas; facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad (ver **RIESGO**).

ZONIFICACION.- El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una sub-zonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente.



FLUJO DE INFORMACION PARA LA ELABORACION DEL ATLAS DE RIESGO





Atlas de Riesgos Naturales de Tizayuca, Hgo. - 2013





ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE TIZAYUCA, HGO. - 2013

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

