Atlas de Riesgos del Municipio de San Martín Texmelucan

ADICAP

10/2018
No. De Obra.
MUNICIPIO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.
ADICAP S.A. de C.V.
Camino Real, No. 19, Colonia Santa Cruz Buenavista, Puebla, Puebla.
Correo electrónico: bol.g@hotmail.com

INDICE.

1 . MARCO TEÓRICO 7
1.1 INTRODUCCIÓN. 8
1.2 ANTECEDENTES. 9
1.3 OBJETIVO. 12
2 . DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA 13
2.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. 14
2.2 DETERMINACIÓN DE NIVEL DE ANÁLISIS. 14
3 . CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL 16
3.1 FISIOGRAFÍA. 16
3.2 GEOMORFOLOGÍA. 17
3.3 GEOLOGÍA. 18
3.4 EDAFOLOGÍA. 18
3.5 HIDROGRAFÍA. 19
3.6 INFORMACIÓN DE RASGOS CARACTERÍSTICOS DE RÍOS 21
3.7 CUENCAS Y SUBCUENCAS. 22
3.8 CLIMA. 24
3.9 USO DE SUELOS Y VEGETACIÓN. 24
4 . CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS 25
4.1 DINÁMICA DEMOGRÁFICA. 25
INTRODUCCIÓN. 25
4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO, ENTIDAD, MUNICIPIO Y ZONA METROPOLITANA. 25
4.3 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 26
4.4 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR LOCALIDAD. 29
4.5 DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MANZANAS EN ZONAS URBANAS. 30
4.6 CARACTERÍSTICAS SOCIALES. 32
4.7 ANALFABETISMO. 32
4.8 POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD. 36
4.9 LENGUA INDÍGENA. 40
4.10 SALUD 42
4.11 POBREZA. 45
4.12 HACINAMIENTO. 46
4.13 MARGINACIÓN. 47
4.14 MARGINACIÓN POR AGEB. 48
4.15 CARACTERÍSTICAS DE VIVIENDA. 49
4.16 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA. 49
4.17 SERVICIOS (AGUA, LUZ, DRENAJE). 52
4.18 EMPLEOS E INGRESOS. 56
4.19 EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA. 59
5 . IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL Y QUÍMICO-TECNOLÓGICO. 60
INTRODUCCIÓN. 60
5.1 RIESGO. 61
5.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO. 62
5.3 DETERMINACIÓN DE NIVEL DE ANÁLISIS. 62
6 . FENÓMENOS GEOLÓGICOS 63
6.1 INTRODUCCIÓN. 63
7 . VULCANISMO 64
7.1 VULCANISMO. 64
7.2 PARÁMETRO DE INTENSIDAD DE PELIGRO. 64
7.3 VOLCÁN POPOCATÉPETL. 66
7.4 PELIGRO 70
8 . SISMOS 74
8.1 INTRODUCCIÓN. 74
8.2 CONCEPCIÓN DE LOS SISMOS Y TIPOS DE FALLAS. 74
8.3 TIPOLOGÍA DE LOS SISMOS Y RUPTURA SISMICA. 75
8.4 ORÍGEN DE LOS SÍSMOS EN MÉXICO. 76
8.5 ZONAS SÍSMICAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA. 77
8.6 TIPOLOGÍA DE SISMOS CORRESPONDIENTES AL TERRITORIO NACIONAL. 78
8.7 SÍSMOS CORTICALES. 78
8.8 SÍSMOS INTERPLACA. 78
8.9 MAGNITUD E INTENSIDAD. 79

8.10 PELIGRO....79
9 . TSUNAMIS....82
9.1 INTRODUCCIÓN....82
9.2 CONCEPCIÓN DE UN TSUNAMI....82
9.3 ORIGEN DE UN TSUNAMI....82
9.4 CLASIFICACIÓN DE UN TSUNAMI....83
9.5 ESCALA DE MEDICIÓN DE UN TSUNAMI....83
9.6 PELIGRO POR TSUNAMI....83
10 INESTABILIDAD DE LADERAS....84
10.1 INTRODUCCIÓN....84
10.2 METODOLOGÍA MORA Y VAHRSON (1994)....85
10.3 RELIEVE RELATIVO....86
10.4 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA LITOLOGÍA....86
10.5 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL SUELO....87
10.6 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA....87
10.7 INFLUENCIA DE LAS LLUVIAS INTENSAS....88
10.8 EVALUACIÓN MULTICRITERIO....88
10.9 JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA DE SAATY....89
10.10 DESLIZAMIENTOS....90
10.11 FACTOR DE SEGURIDAD....92
10.12 MÉTODO ORDINARIO O DE FELLENIUS....92
10.13 SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR DESLIZAMIENTO....93
10.14 ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD....93
10.15 CAÍDOS O DERRUMBES (DESPRENDIMIENTOS)....96
10.16 FLUJOS (COLADAS)....97
10.17 SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR FLUJOS....98
10.18 SUSCEPTIBILIDAD POR PERIODOS DE RETORNO – INESTABILIDAD DE LADERAS, DERRUMBES Y/O CAÍDOS Y FLUJOS. 98
INTRODUCCIÓN.....98
INESTABILIDAD DEL TERRENO.....98
11 . HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS....102
11.1 INTRODUCCIÓN....102
11.2 HUNDIMIENTOS....102
11.3 SUBSIDENCIAS....103
11.4 SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS....104
12 . AGRIETAMIENTOS....105
12.1 INTRODUCCIÓN....105
12.2 MECANISMOS DE AGRIETAMIENTO....105
12.3 SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR AGRIETAMIENTOS....106
13 . FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS....107
13.1 INTRODUCCIÓN....107
13.2 ANÁLISIS DE ESTACIONES METEROROLÓGICAS....108
14 . ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS....109
14.1 INTRODUCCIÓN....109
14.2 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO - TEORÍA DEL VALOR EXTREMO....110
14.3 ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS....110
14.4 ONDAS GÉLIDAS (FRENTE FRÍO)....110
14.5 ONDAS CÁLIDAS (FRENTE CÁLIDO)....111
14.6 SUSCEPTIBILIDAD POR TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS....112
14.7 PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO....113
15 . SEQUÍAS....118
15.1 METODOLOGÍA....118
15.2 ÍNDICE DE SEVERIDAD DE SEQUÍA DE PALMER....118
15.3 SEQUIAS....119
15.4 SEQUÍA....119
15.5 TIPOS DE SEQUÍA....120
15.6 SEQUÍA METEROLÓGICA....120
15.7 SEQUÍA HIDROLÓGICA....120
15.8 SEQUÍA AGRÍCOLA....120
15.9 SEQUÍA SOCIOECONÓMICA....120
15.10 ÍNDICE DE SEVERIDAD DE SEQUÍA DE PALMER....121
15.11 SUSCEPTIBILIDAD POR SEQUÍAS....121
15.12 ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI)....122
INTRODUCCIÓN.....122
CONAGUA – ISP....123
SPI DE 1 MES....123

SPI DE 3 MESES 123
SPI DE 6 MESES 123
SPI DE 9 MESES 123
SPI DE 12 A 24 MESES 124
SPI – SAN MARTIN TEXMELUCAN. 124
16 . HELADAS 126
16.1 METODOLOGÍA 126
16.2 TEORÍA DEL VALOR EXTREMO 126
16.3 DISTRIBUCIÓN GENERALIZADA DE VALORES EXTREMOS (DGVE) 126
16.4 DISTRIBUCIÓN GENERALIZADA DE PARETO (DGP) 126
16.5 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS 127
16.6 PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO 127
16.7 HELADAS 127
HELADAS 127
16.8 SUSCEPTIBILIDAD POR HELADAS 128
17 . TORMENTAS DE GRANIZO 130
17.1 METODOLOGÍA 130
17.2 TEORÍA DE VALORES EXTREMOS 130
17.3 PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO 131
17.4 TORMENTA DE GRANIZO 131
17.5 ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL GRANIZO 131
17.6 SUSCEPTIBILIDAD POR GRANIZO 132
18 . TORMENTAS DE NIEVE 135
18.1 INTRODUCCIÓN. 135
18.2 FORMACIÓN DE TORMENTA DE NIEVE. 135
18.3 TIPOS DE NEVADAS 135
18.4 SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTA DE NIEVE 136
19 . CICLONES TROPICALES 137
19.1 INTRODUCCIÓN 137
19.2 GÉNESIS Y TIPO DE CICLONES 137
19.3 ETAPAS DE EVOLUCIÓN 138
19.4 ESCALA SAFFIR-SIMPSON 138
19.5 SUSCEPTIBILIDAD POR CICLONES TROPICALES 138
20 . TORNADOS 140
20.1 INTRODUCCIÓN 140
20.2 CLASIFICACIÓN DEL VIENTO 140
20.3 GÉNESIS DE UN TORNADO 141
20.4 ESCALA DE FUJITA-PEARSON 141
20.5 SUSCEPTIBILIDAD POR TORNADOS 142
21 . TORMENTAS DE POLVO 143
21.1 INTRODUCCIÓN 143
21.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA TORMENTA DE POLVO 143
21.3 SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS DE POLVO 144
22 . TORMENTAS ELÉCTRICAS 145
22.1 METODOLOGÍA 145
22.2 TEORÍA DEL VALORES EXTREMO 145
22.3 INTRODUCCIÓN 146
22.4 FORMACIÓN DE TORMENTA ELÉCTRICA 146
22.5 TORMENTAS ELÉCTRICAS EN MÉXICO 147
22.6 PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO 147
22.7 SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS ELÉCTRICAS 148
23 . *LLUVIAS EXTREMAS* 151
23.1 METODOLOGÍA 151
23.2 DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS TIPO I O DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL 151
23.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO 151
23.4 LLUVIAS INTENSAS 152
23.5 LLUVIAS EXTREMAS 152
23.6 PRECIPITACIÓN 152
23.7 GÉNESIS DE LA LLUVIA 152
23.8 PERIODOS DE RETORNO 153
23.9 SUSCEPTIBILIDAD POR LLUVIAS EXTREMAS 153
24 . INUNDACIONES 154
24.1 METODOLOGÍA 154
24.2 INUNDACIONES 154
24.3 FACTORES CARACTERÍSTICOS DE LA INUNDACIÓN 155
24.4 FACTORES MODIFICADORES DE LA VULNERABILIDAD 155

PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD....155
24.5 REPERCUSIONES DIRECTAS....155
24.6 REPERCUSIONES INDIRECTAS....155
24.7 RIESGO POR INUNDACIÓN....156
24.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA Y CAUDAL MÁXIMO.....156
INTRODUCCIÓN.....156
DEFINICIÓN DE PRECIPITACIÓN EXTREMA.....156
METODOLOGÍA.....156
ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN, ESTACIÓN SAN MARTÍN TEXMELUCAN.....157
HIETOGRAMA.....159
24.9 CAUDAL MÁXIMO.....161
ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL....161
METODOLOGÍA.....161
CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE LA FÓRMULA RACIONAL....161
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C....162
25 . FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS....165
25.1 INTRODUCCIÓN....165
26 . FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES, RIESGO SANITARIO....167
26.1 INTRODUCCIÓN....167
27 . FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES, ZONA INDUSTRIAL....169
27.1 INTRODUCCIÓN....169
27.2 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE SUSTANCIAS Y MATERIALES QUÍMICO-PELIGROSOS.....169
27.3 ALMACENAMIENTO....169
27.4 TRANSPORTE....170
27.5 ETIQUETAS BASE PARA IDENTIFICAR MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS....170
28 . INCENDIOS....173
28.1 INTRODUCCIÓN....173
28.2 INCENDIOS FORESTALES....173
28.3 CONSECUENCIAS DE LOS INCENDIOS....174
28.4 PORCENTAJE DE AMENAZA INCENDIOS FORESTALES.....175
METODOLOGÍA.....175
28.5 CÁLCULO DE LA CARGA DE COMBUSTIBLES (COMBUSTIBLES LIGEROS Y PESADOS)....175
28.6 CÁLCULO DE LA CAMA DE COMBUSTIBLE (CC)....176
28.7 OBTENCIÓN DEL COMPONENTE METEOROLÓGICO (CM)....176
28.8 OBTENCIÓN DE LA COMPONENTE DE CAUSA (CC)....176
28.9 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE MANEJO FORESTAL (AA)....177
28.10 DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA A VÍAS DE COMUNICACIÓN....177
. 177
29 . FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES - DUCTOS DE GAS, DIÉSEL Y COMBUSTOLEO....178
29.1 DUCTOS....178
29.2 COMBUSTOLEO....178
29.3 DIÉSEL....179
29.4 DIÉSEL ULTRA BAJO AZUFRE (UBA)....179
29.5 DIÉSEL INDUSTRIAL BAJO AZUFRE....180
29.6 DIÉSEL MARINO....180
29.7 GAS NATURAL SECO....180
29.8 GAS LP....181
29.9 SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR DUCTOS....181
29.10 METODOLOGÍA....181
30 . CUANTIFICACIÓN DE SUPERFICIES, VIVIENDAS Y POBLACIÓN ASENTADA EN ZONAS PONDERADAS A UN FENÓMENO....183
30.1 CUANTIFICACIÓN DE SUPERFICIES, VIVIENDAS Y POBLACIÓN ASENTADA EN ZONAS PONDERADAS A UN FENÓMENO....183
30.2 SUSCEPTIBILIDAD DE POBLACIÓN EN LAS LOCALIDADES POR FENÓMENOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEROROLÓGICOS....184
30.3 FENÓMENOS GEOLÓGICOS....184
30.4 FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS....185
31 . VULNERABILIDAD....187
31.1 VULNERABILIDAD....187
31.2 VULNERABILIDAD SOCIAL.....188
INTRODUCCIÓN....188
31.3 INDICADORES SOCIOECONÓMICOS....189
32 . SALUD....190
32.1 INTRODUCCIÓN....190
32.2 MÉDICOS POR CADA MIL HABITANTES....190
32.3 TASA DE MORTALIDAD INFANTIL....191
32.4 PORCENTAJE DE POBLACION NO DERECHOHABIENTE....191

33 . EDUCACIÓN 192
33.1 INTRODUCCIÓN 192
33.2 PORCENTAJE DE ANALFABETISMO 192
33.3 PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE 6 A 14 AÑOS QUE ASISTE A LA ESCUELA 193
33.4 GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD 193
34 . VIVIENDA 194
34.1 INTRODUCCIÓN 194
34.2 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE AGUA ENTUBADA 194
34.3 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE DRENAJE 195
34.4 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE ELECTRICIDAD 195
34.5 PORCENTAJE DE VIVIENDAS CON PAREDES DE MATERIAL DE DESECHO Y LÁMINAS DE CARTÓN 195
34.6 PORCENTAJE DE VIVIENDAS CON PISO DE TIERRA 196
34.7 DÉFICIT DE VIVIENDA 196
35 . EMPLEO E INGRESOS 197
35.1 PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA) QUE RECIBE INGRESOS DE MENOS DE 2 SALARIOS MÍNIMOS 197
35.2 RAZÓN DE DEPENDENCIA 198
35.3 TASA DE DESEMPLEO ABIERTO 198
36 . POBLACIÓN 199
36.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN 199
36.2 PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA 200
36.3 DISPERSIÓN POBLACIONAL 200
36.4 CAPACIDAD MUNICIPAL DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA 200
36.5 PERCEPCIÓN LOCAL 201
36.6 ÍNDICE DE VULNERABILIDAD POR LOCALIDAD 202
37 . RIESGO 203
37.1 INTRODUCCIÓN 203
37.2 EL RIESGO 203
37.3 ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO. 205
METODOLOGÍA. 205
CORRELACIÓN Y CONVOLUCIÓN EN 2D 205
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO. 206
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS. 206
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR FLUJOS. 206
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR CAÍDOS Y/O DERRUMBES. 206
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS y MÍNIMAS. 207
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR GRANIZO. 208
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR LLUVIAS EXTREMAS. 208
38 TIANGUIS DE SAN MARTIN TEXMELUCAN 209
38.1 Análisis parcial de riesgos del Tianguis de San Martín Texmelucan, Puebla. 209
38.2 Riesgos físicos. 209
38.3 Riesgos socioculturales. 210
38.4 Conclusiones 210
38.5 Consciencia, cultura y práctica del tianguis de San Martín Texmelucan como escenario de riesgo. 210
39 . GLOSARIO DE TÉRMINOS 212
40 . BIBLIOGRAFÍA 214
41 AGRADECIMIENTOS 217
42 ANEXO CARTOGRAFICO 218

1. MARCO TEÓRICO



1.1 *INTRODUCCIÓN.*

La República Mexicana está conformada por un sinfín de características geográficas que se encuentran expuestas a los efectos de fenómenos naturales.

La falta de políticas de prevención, la mala planeación territorial y el crecimiento desmesurado de la población, han propiciado la expansión irregular de los asentamientos humanos en sitios o en zonas de riesgo latente.

Este programa tiene como objetivo principal, identificar las zonas con mayor grado de vulnerabilidad y trabajar en la concientización de estas, para lograr una reducción de riesgos a los que están expuestos, mediante acciones e información de la realidad a la que están expuestas, promoviendo la cultura de la prevención desastres y la mitigación de los riesgos.

La SEDATU, contribuye con el desarrollo estatal y municipal en la materia de prevención de riesgos, mediante la aplicación de bases de estandarización para la elaboración de Atlas de Riesgos y/o Peligros, las cuales incluyen los criterios del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) así como las modificaciones a la Ley General de Protección Civil en su artículo 2, fracción XXII-XXIII; dichas bases contienen los lineamientos para apoyar a las autoridades municipales, con herramientas básicas para el diagnóstico, ponderación y detección precisa de los Riesgos y/o Peligros, enfocándolos a un desarrollo urbano y territorial ordenado.

Dentro de este marco, y ante el conocimiento de la complejidad de la relación que guardan los asentamientos humanos con el medio ambiente físico, se presenta el Atlas de Riesgos y/o Peligros, de San Martín Texmelucan, Puebla. El cual incluye la estimación de los riesgos de los asentamientos humanos en San Martín Texmelucan, así como determinación de la vulnerabilidad que incluye el análisis de los factores y/o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, además de los Riesgos ante fenómenos Químico - Tecnológicos a los que se encuentra expuesto el municipio.

El riesgo de acuerdo a la ONU/EIRD (2004), forma parte de la vida diaria, se define como la probabilidad de consecuencias perjudiciales o perdidas esperadas (lesiones, muertes, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad



Fotografía (1).

Así, el objetivo fundamental del documento, permite identificar el grado de peligrosidad de los fenómenos Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos y/o Tecnológicos dentro del territorio, ayudando a detectar los asentamientos humanos que se encuentren dentro de zonas vulnerables ante los mismos.

De tal manera que para lograrlo se presenta el siguiente documento que busca reducir el riesgo y la vulnerabilidad de la población ante los efectos provocados por fenómenos naturales y/o tecnológicos, mediante la mejora de sistemas de mitigación, la normatividad de los criterios de construcción y el uso adecuado y responsable del territorio, para mejorar las condiciones del entorno que nos rodea y así mejorar y ampliar el conocimiento del territorio y poder desarrollar y generar asentamientos humanos en zonas aptas y a su vez, brindar calidad de vida a la población.

1.2 *ANTECEDENTES.*

El Municipio ha sido escenario de diferentes fenómenos de origen natural y antropogénico que han afectado y siguen afectando a su población; si bien dichos fenómenos ocurren de manera inmediata y sin aviso alguno, sirven de punto de partida para poder analizar la posible recurrencia que estos tengan a partir del análisis de los factores que han detonado su aparición; de lo anterior es posible la clasificación de tres tipos de sistemas que veremos son de suma importancia y que con ayuda de los antecedentes permiten generar panoramas más dinámicos para explicar el desarrollo de cualquier evento de riesgo a futuro.

SISTEMAS CORRESPONDIENTES AL RIESGO.		
PERTURBADOR.	**AFECTABLE.**	**REGULADOR.**
Comprende los diversos tipos de peligros naturales, que para los fines que interesan en la elaboración del Atlas comprende los Hidrometeorológicos y Geológicos.	Comprende todo el sistema natural y social, así como la infraestructura generada por el hombre que le permite el cumplimiento de sus necesidades básicas y de confort y que ante la presencia de las amenazas puede sufrir algún daño.	Constituye al sistema encargado de establecer los programas de prevención y atención ante la presencia de los fenómenos perturbadores, así como dar atención inmediata y oportuna a los efectos ocasionados al sistema afectable.

Tabla (1). Sistemas correspondientes al riesgo en base al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Algunos de los procesos causados por la naturaleza han tenido un impacto considerable sobre la población, y muestra de ello ha sido la trascendencia que han marcado, misma que genera que dentro de los medios de comunicación se tenga nota de estos.

Uno de los eventos que mayor impacto ha generado sobre el municipio fue la inundación que se vivió en el año 2012 donde se tienen registros de 150 casas afectadas y más de 300 comerciantes que perdieron en su totalidad sus negocios.

El evento requirió la presencia de elementos de Protección Civil, Cruz Roja y Policías Estatales y Municipales. De acuerdo con el reporte oficial, las zonas más afectadas fueron la colonia Solidaridad, San Isidro, el tianguis del Hoyo, el vivero Grillucan y San Lucas Atoyatenco, donde el nivel del agua alcanzó el metro y medio de altura, dejando pérdidas materiales en casas y negocios aledaños.



Fotografía (2). Imagen del desbordamiento del rio Atoyac, San Martin Texmelucan, Puebla. 2012

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)



Fotografía (3). Imagen del desbordamiento del rio Atoyac, San Martin Texmelucan, Puebla. 2012

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)



Fotografía (4). Imagen del desbordamiento del rio Atoyac, San Martin Texmelucan, Puebla. 2012

(Imagen toma del sitio Web www. protestaurbana.wordpress.com.mx)

En el año 2015 se registraron diversas granizadas en la región de San Martín Texmelucan, siendo la de Mayo del mismo año la que registro hasta 15 cm de espesor en diversos puntos del municipio. Dentro de las afectaciones se registraron daños a más de 1 300 hectáreas de zonas de cultivo de la región.



Fotografía (5). Imagen de la Granizada, San Martin Texmelucan, Puebla. 2015

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)



Fotografía (6). Imagen de la Granizada, San Martin Texmelucan, Puebla. 2015

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)

En Diciembre de 2009 se emitió una Declaratoria de Contingencia Climatológica, para efectos de las reglas de operación del programa de atención a contingencias climatológicas (PACC), en virtud de los daños a consecuencia de la sequía atípica, impredecible y no recurrente, que afecto la región de San Martín Texmelucan entre otros municipios del estado de puebla debido a las bajas temperaturas que se registraron en la región en el mes de Diciembre del mismo año.

En Diciembre de 2011 se emitió una Declaratoria de Desastre Natural Perturbador en el sector Agropecuario por parte de la Secretaria de Gobernación a través de la SAGARPA, a consecuencia de la helada que azoto la región de San Martín Texmelucan entre otros municipios del estado de puebla debido a las bajas temperaturas que se registraron en la región en el mes de Diciembre del mismo año.

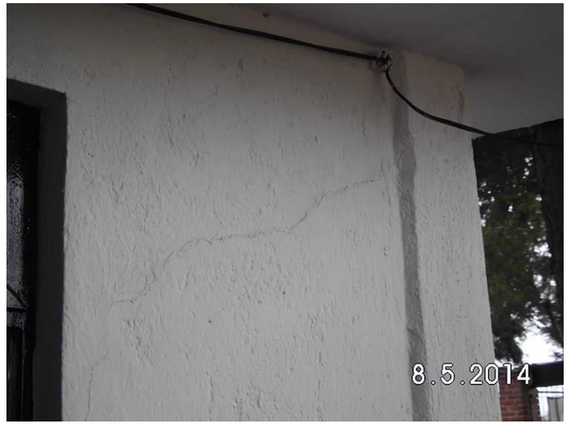
En Junio de 1999 se emite una Declaratoria de Desastre Natural para efecto de las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), provocada por el sino que se suscitó el día 15 de Junio del año 1999 en los municipios del Estado de Puebla en los que se incluía San Martín Texmelucan.

En el año 2014 se registraron daños en dos escuelas del Municipio de San Martín Texmelucan provocados por el sismo de 6.4 grados en la escala de Richter.



Fotografía (7). Imagen de las afectaciones en las Escuelas, San Martin Texmelucan, Puebla. 2014

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)



Fotografía (7). Imagen de las afectaciones en las Escuelas, San Martin Texmelucan, Puebla. 2014

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)

Durante el sismo de magnitud de 7.1 grados en la escala de Richter, ocurrido En Septiembre de 2017 se reportaron derrumbes en la zona centro del Municipio de San Martín Texmelucan.



Fotografía (8). Imagen de las afectaciones causadas por el sismo en el Mes de Septiembre, San Martin Texmelucan, Puebla. 2017

(Imagen toma del sitio Web www.municipiospuebla.mx)

1.3 *OBJETIVO.*

El presente documento tiene como objetivo identificar y evaluar los Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad a los que se encuentra susceptible el Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Identificar el grado de peligrosidad de cada uno de los fenómenos Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos y Tecnológicos, a los cuales se encuentra expuesto el Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Generar una representación gráfica a partir de un sistema cartográfico actualizado y homologado a las Bases de Estandarización de Atlas de Riesgo y Catalogo de Datos Geográficos para la representación del Riesgo, Peligro y Vulnerabilidad, emitidas por la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).

Presentar un compendio cartográfico de los elementos del Medio Natural y Social del municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

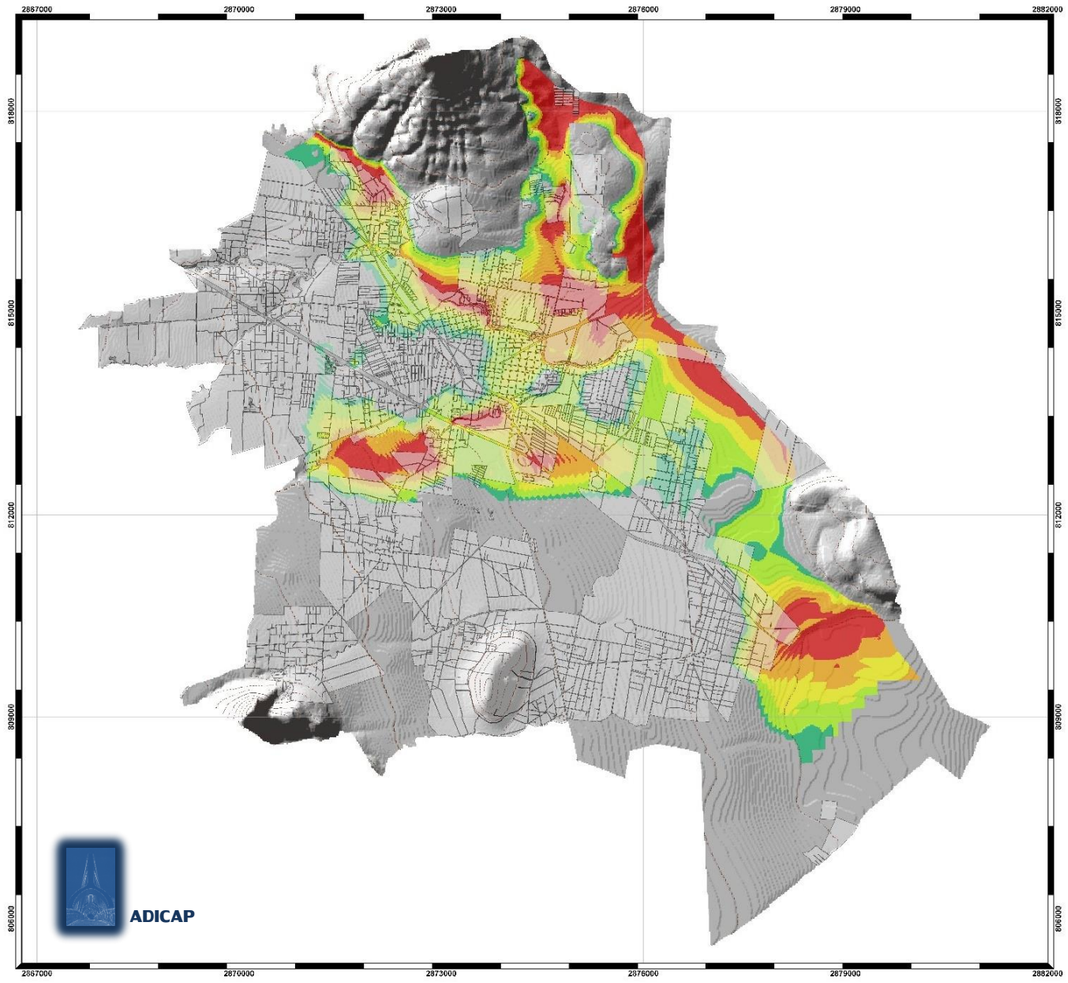
Presentar un compendio cartográfico con información detallada de las zonas expuestas ante peligros, riesgos y vulnerabilidad social ante fenómenos perturbadores de origen Natural y Químico - Tecnológicos, a los cuales se encuentra expuesto el Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Generar un documento de consulta y análisis ante los diferentes Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad ante fenómenos de origen Natural y Químico - Tecnológicos, a los cuales se encuentra expuesto el Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Fotografía (3).

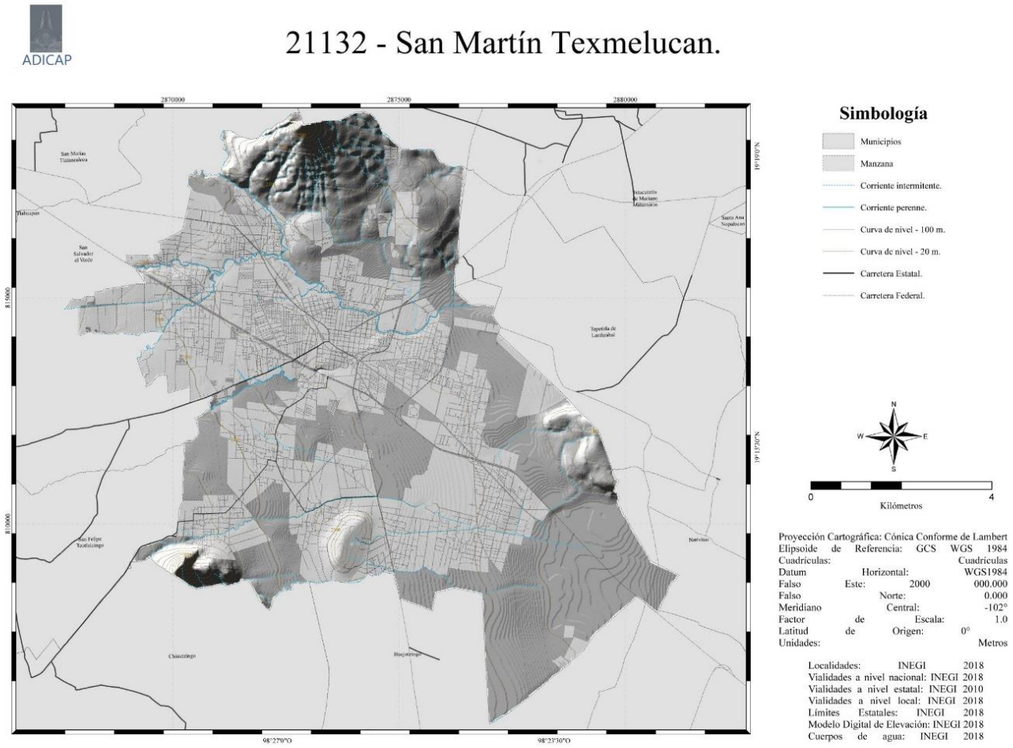
2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



2.1 *DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.*

NOMBRE DE LA LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	ÁMBITO
San Martín Texmelucan de Labastida	**75518**	URBANO
San Buenaventura Tecaltzingo	**4055**	URBANO
San Francisco Tepeyecac	**4072**	URBANO
San Jerónimo Tianguismanalco	**4802**	URBANO
San Juan Tuxco	**6170**	URBANO
San Rafael Tlanalapan	**15998**	URBANO
Santa María Moyotzingo	**27137**	URBANO
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	**153**	RURAL
Colonia San Vicente (El Ameyal)	**189**	RURAL
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	**324**	RURAL
Los Ángeles	**321**	RURAL
Campo Melesio Solano	**23**	RURAL
La Purísima	**9**	RURAL
Llano las Piedras	**121**	RURAL
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	**43**	RURAL
San Cristóbal Tepatlaxco	**112**	RURAL
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	**92**	RURAL
El Moral	**88**	RURAL
San Juan Tuxco	**37**	RURAL
La Vía	**22**	RURAL
La Loma	**182**	RURAL
Los Pinos	**17**	RURAL
San José	**8**	RURAL
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	**6**	RURAL
Santa Cruz de los Ángeles	**143**	RURAL
El Encanto	**2**	RURAL
San Jerónimo Tianguismanalco	**16**	RURAL
San José los Arcos	**109**	RURAL
San Juan Tlale	**75**	RURAL
Tlaixco	**25**	RURAL
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	**331**	RURAL
El Venturero	**15**	RURAL
Lomas de San Antonio	**69**	RURAL
La Antena	**15**	RURAL
Colonia Santa Cruz	**142**	RURAL
La Loma	**404**	RURAL
Llano de Tlahizco	**118**	RURAL
Panoloya	**5**	RURAL
Cozala	**1**	RURAL
San Antonio Chico	**41**	RURAL
Yeloxochitlán	**79**	RURAL
La Joya	**20**	RURAL
San Buena Ventura Tecalzingo	**3**	RURAL

Tabla (2).Localidades representativas correspondientes al Municipio de San Martín Texmelucan. CONAPO, 2018.



Mapa (1) Mapa Base del Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

2.2 *DETERMINACIÓN DE NIVEL DE ANÁLISIS.*

La determinación del nivel de análisis de cada uno de los fenómenos, indica la profundidad del estudio que se realiza ante el fenómeno abordado; este nivel viene determinado por las Bases de Estandarización de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para la representación del Riesgo (2015). El Atlas de San Martín Texmelucan considera los siguientes peligros con su respectivo nivel y escala de análisis.

21132	FENOMENO PERTURBADOR	NIVEL DE ANALISIS		
		3	2	1
GEOLOGICO	VULCANISMO			
	SISMOS			
	TSUNAMIS			
	INESTABILIDAD DE LADERAS			
	FLUJOS			
	CAIDOS O DERRUMBES			
	HUNDIMIENTOS			
	SUBSIDENCIA			
	AGRIETAMIENTO			
HIDROMETEOROLOGICO	ONDAS CALIDAS			
	ONDAS GELIDAS			
	SEQUIAS			
	HELADAS			
	TORMENTAS DE GRANIZO			
	TORMENTAS DE NIEVE			
	CICLONES TROPICALES			
	TORNADOS			
	TORMENTAS DE POLVO			
	TORMENTAS ELECTRICAS			
	LLUVIAS EXTREMAS			
	INUNDACIONES			
QUIMICO TECNOLO-GICO	INCENDIOS			
	EXPLOSIONES			
	DERRAMES Y FUGAS TOXICAS			
	RADIACIONES			

Tabla (3).Clasificación de Peligros de orden geológico e Hidrometeorológicos y nivel de análisis para cada uno correspondiente al Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL



Fotografía (4).

3.1 ***FISIOGRAFÍA.***

La República Mexicana está caracterizada por contar con sistemas únicos y diferentes en cada una de sus regiones, mismos sistemas que forman un medio continuo y distinto a los demás permitiéndole ser propios y únicos.

Las estructuras geológicas dependen en gran parte de su estratigrafía y fisiografía, esta última que se ve reflejada en aquellos rasgos característicos superficiales, y que cuando más antigua es la estructura menos marcada es su expresión fisiográfica. El relieve terrestre obedece así en gran medida de las estructuras geológicas que ahí se encuentren, es decir de como estén dispuestos los materiales que las componen a partir de las fuerzas geológicas que estén actuando en dicha región.

Secuencias que moldean las cadenas montañosas.	Plegamiento que forma la estructura primaria.
	Denudación que reduce y moldea el relieve en geoformas.
	Sucesión de levantamientos con intervalo de tranquilidad.

Tabla (5). Secuencia de Procesos geológicos que modelan la superficie terrestre. Meneses Aparicio, 2013.

El Municipio de San Martín Texmelucan, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada "Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transmexicano" también conocida como "Sierra Volcánica Transversal", misma que constituye una franja volcánica que cruza transversalmente a la Republica Mexica de Oeste a Este desde el Océano Pacifico hasta el Golfo de México, alrededor del paralelo 19.5 ° N (19.471 para mayor exactitud) constituyendo uno de los rasgos más característicos de la Geología de México por su orientación con respecto a la Fosa de Acapulco, la cual marca la zona de subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa Norteamericana, mecanismo que origina los magmas andesíticos de dicho Eje Neovolcanico[1].

La provincia se encuentra formada por un gran número de aparatos volcánicos, de los cuales algunos constituyen las principales elevaciones del país; dichos aparatos volcánicos son estratovolcanes de dimensiones variables, entre los que destacan el Nevado de Colima, el Pico de Orizaba, el Nevado de Toluca, el Popocatépetl e Iztaccíhuatl, siendo estos últimos dos los más cercanos en términos geológicos al Municipio.

Existen, además, otro tipo de aparatos volcánicos como lo son los llamados "Cono cineríticos" que son generalmente aparatos volcánicos de pequeñas dimensiones (en términos geológicos) como lo es el volcán de Paricutín. Por otra parte, imperan algunas calderas tanto de colapso y de explosión, siendo las más importantes la de "La Primavera" en el estado de Jalisco y "Los Humeros" en el estado de Puebla[2].

Esta actividad volcánica dio y sigue dando lugar a un número elevado de accidentes geológicos, estructuras volcánicas, valles y cuencas que junto con el desarrollo de sus lagos, despliegan así, los paisajes únicos y característicos que hacen que esta misma provincia sea subdividida en tres: Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo, Mil cumbres y Lagos y Volcanes de Anáhuac, esta última cubriendo el 100% del territorio municipal.

La Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico, se extiende de Poniente a Oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE FISIOGRAFIA		
PROVINCIA Y SUB-PROVINCIA FISIOGRÁFICA	%	SUPERFICIE MUNICIPAL (KM²)
EJE NEOVOLCANICO	100%	177.54
LAGOS Y VOLCANES DE ANAHUAC	100%	177.54

Tabla (6). Porcentaje correspondiente a provincia y Subprovincia Fisiográfica en el Municipio de San Martín Texmelucan. INEGI.

Lagos y Volcanes de Anáhuac consta de sierras volcánicas y grandes aparatos volcánicos de los que destacan las tres elevaciones mayores del país: el Citlaltépetl o Pico de Orizaba (5,610 msnm), el Popocatépetl (5,500 msnm) e Iztaccíhuatl(5,230 msnm), las cuales se encuentran alternando con amplias llanuras y cuencas, representadas en su mayoría por depósitos de rocas ígneas basálticas, lacustres y aluviales de edad Terciaria y Cuaternaria; por otra parte existen rocas clásticas asociadas a los materiales piroclasticos procedentes de los eventos volcánicos propios y que se encuentran aflorando en algunas partes de dicha Subprovincia.

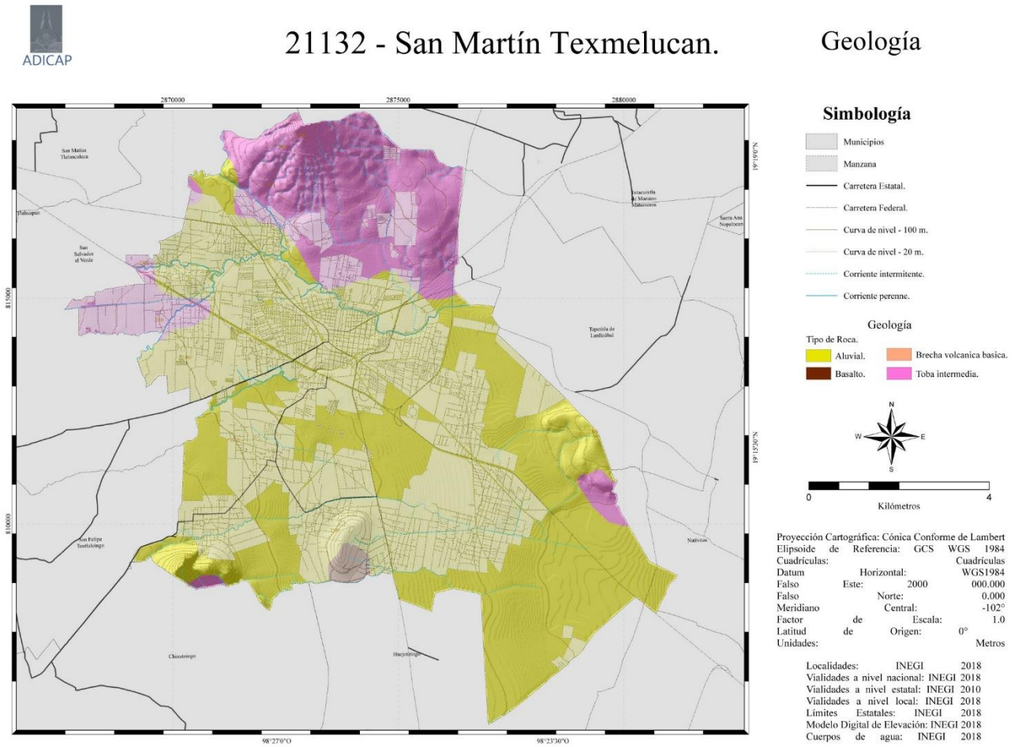
3.2 *GEOMORFOLOGÍA.*

El tiempo se toma su tiempo y el relieve terrestre se encuentra en constante evolución, imprescindible en el período humano pero importante y significativo para el tiempo geológico, esta dinámica de evolución que lleva a cabo el ciclo geológico cumple una serie de procesos diagenéticos y orogénicos, los cuales hacen que el relieve transite por diferentes etapas que pueden tanto equilibrar como destruir la superficie terrestre.

Científicamente hablando la geomorfología tiene por objeto la descripción de las formas del terreno, la explicación de su génesis, es decir de su origen y evolución a través del tiempo geológico, así como la explicación y descripción de los agentes geomorfológicos modeladores. En ese sentido, el relieve terrestre hace referencia a las formas que tiene la corteza terrestre o litosfera en la superficie, tanto al referirnos a las tierras emergidas, como al relieve submarino.

3.3 *GEOLOGÍA.*

Para la cartografía temática en México el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Servicio Geológico Mexicano (SGM) y otras dependencias han unificado un diccionario con términos técnico-científicos que son utilizados en la interpretación cartográfica.



Mapa (2). Geología del Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

3.4 *EDAFOLOGÍA.*

Las rocas que se encuentran en la superficie terrestre están sometidas a diferentes agentes químicos y mecánicos, mismos que ocasionan un desgaste paulatino y modifican su estado natural, formando así un sistema de partículas minerales independientes que con el paso del tiempo y de las características químicas y biológicas de la zona, dan lugar a los diferentes tipos de suelo.

Geológicamente hablando, el suelo es la capa más superficial de material mineral y orgánico, no consolidado (Ni roca, ni sedimento), que sirve de medio natural para el crecimiento de las plantas, el cual se encuentra sujeto a los factores que le dieron origen (Clima, Topografía, Biota, Material Parental y Tiempo) y que debido a la iteración de estos, difiere de sus propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas de la roca madre que lo origino.

En términos de Edafología, el municipio de San Martín Texmelucan se encuentra reasentado por una gama variable de suelos, los cuales varía en los diferentes lugares del municipio. A pesar de que se encuentra una gran variedad de suelos, los que se distribuyen en el municipio son limitados y se presentan de la siguiente manera:

1) Fluvisol:

Son suelos formados a partir de depósitos aluviales recientes, excepto los marinos, sin horizontes diagnósticos, o ningún otro (a menos que estén sepultados a más de 50 centímetros de la superficie) que un horizonte A ócrico, un horizonte O, un gléyico a más de 50 centímetros de profundidad o un tiónico.

2) Regosol:

De mayor extensión y puede definirse como la capa de material suelto que cubre la roca; sustenta cualquier tipo de vegetación dependiendo del clima; sin embargo su uso es principalmente forestal y ganadero, aunque también puede ser utilizado en proyectos agrícolas y de vida silvestre. Abarca la mayoría de las sierras del territorio y también se localiza en lomeríos y planos así como en dunas y playas.

3) Andosol:

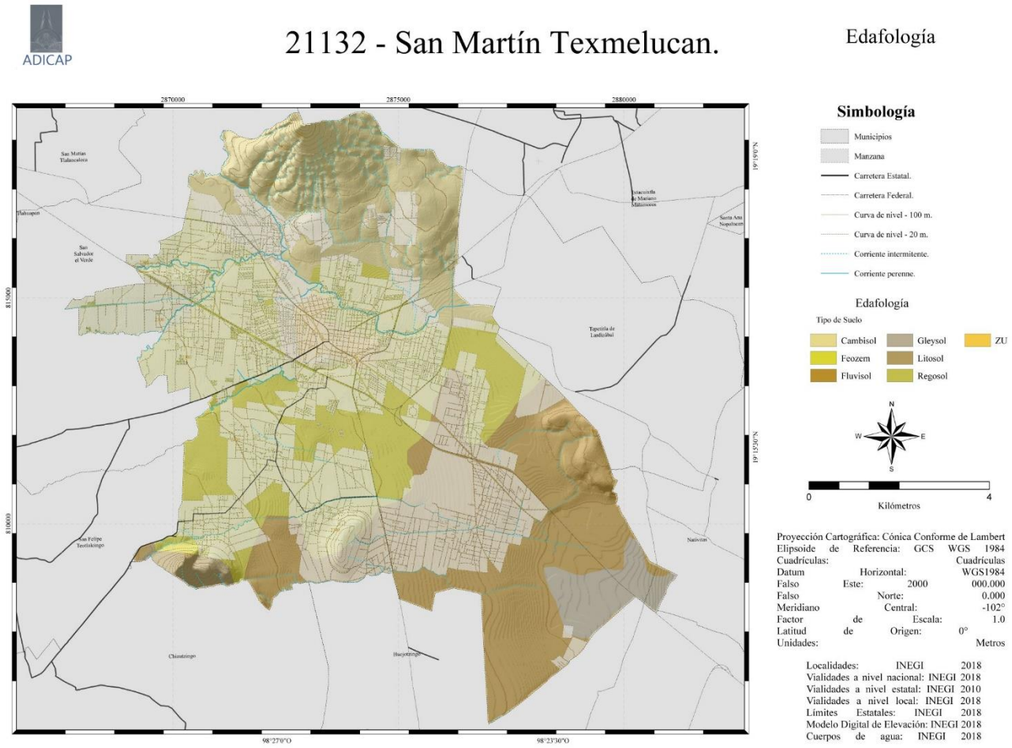
Agrupa suelos de origen volcánico de color oscuro y muy poroso. El término andosol es una palabra compuesta de los vocablos japoneses an do que significa "suelo oscuro" y de la raíz latina sol- que significa "suelo". Los andosoles son equivalentes a la orden de los andisoles que se emplea en la taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos. Tienen altos valores en contenido de materia orgánica, alrededor de un 20%, además tienen una gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio. Se encuentran en regiones húmedas, desde las regiones circumpolares hasta las tropicales, y pueden encontrarse junto una gran variedad de vegetales. Su rasgo más sobresaliente es la formación masiva de complejos amorfos humus-aluminio.

4) Feozem:

Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables.

5) Gleysol: Igual que el Feozem se encuentra en pequeñas cantidades debido a las condiciones muy particulares que se describen a continuación: literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo.



Mapa (3). Edafología del Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

3.5 ***HIDROGRAFÍA.***

La cantidad disponible de agua es clave para la vida y para las actividades humanas, el estudio del agua en una región requiere de su análisis desde diferentes puntos de vista. Uno fundamental, es el que intenta conocer el agua que discurre por los diferentes ríos de una zona, como lo hace, qué relación tiene con los diferentes factores de su entorno, etc. Todo esto para poder planificar este recurso natural renovable que tiende a escasear y que es necesario proteger a fin de poder subsistir en un futuro.

Hidrológicamente hablando el Municipio de San Martín Texmelucan se encuentra asentado dentro de la cuenca hidrológica más importante de la vertiente del Pacifico Mexicano la del Río Balsas; la cual en términos generales comprende el 6% de la masa continental del territorio Nacional y abarca varias regiones económicamente activas

del Pacifico Centro-Occidente y Centro-Sur de la Republica, su disponibilidad total anual de aguas superficiales está estimada en 24,484Mm3 de los escurrimientos vírgenes y de retorno.

La subregión del Balsas se encuentra constituida por tres secciones. El Alto Balsas con una disponibilidad de aguas estimada en 6,851Mm3, y que se subdivide en siete subcuencas: las Cerradas orientales, Alto Atoyac, Bajo Atoyac, Nexapa, Amacuzac, Tlapaneco y Mixteco; el Medio Balsas con una estimación de 7,463Mm3 y cuya subcuenca es la río Cutzamala y el Bajo Balsas con 9,959 Mm3, más un volumen de retornos estimado en 211Mm3 subdividido a su vez, en cinco subcuencas: Tepalcatepec, Cerrada Paracho-Nahuatzen, Cupa-titzio, Tacámbaro y Bajo Balsa.

Subregión.	Área (Km²)	Volumen de Precipitación (mm³)	Precipitación media anual	Precipitación MINIMA anual (mm)	Precipitación MAXIMA anual (mm)	Temperatura media (C°)	Evaporación anual (mm)	Evaporación en almacenamiento (mm³)
Alto Balsas	50,409	45,217	897	499	1,647	18 a 20	1,716	406
Medio Balsas	31,951	32,558	1,019	479	1,619	20 a 22	1,646	669
Bajo Balsas	35,046	30,595	873	450	1,390	24 a 26	1,922	5,879
TOTAL	117,406	108,370	927					

Tabla (7).Características principales de la Cuenca del Rio Balsas. CONAGUA (2000).

Sin embargo el Municipio de San Martín Texmelucan yace solamente sobre la subregión del Alto Balsas y la subcuenca del río Atoyac-San Martin Texmelucan, la cual se forman por todos los escurrimientos que provienen de la vertiente Sur del Eje Neovolcánico y que descienden por el volcán Iztaccíhuatl desde altitudes de 4,000 msnm.

Estas dos subcuencas forman parte del acuífero del valle Puebla, el cual y de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua en 2014 mediante el estudio "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero valle de Puebla (2104)", marca una evolución del nivel estático para el periodo comprendió entre 2000-2010 en donde se registraron que los niveles de abatimiento de la zona saturada aumento de 2 a 20 metros lo que representa valores de 0.25 a 2.5 metros anuales.

REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA		% DE LA SUPERFICIE
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	MUNICIPAL
RH18	BALSAS	A	R. ATOYAC	d	R. ATOYAC SAN MARTÍN TEXMELUCAN	93.30
				e	R. NEXAPA	6.70

Tabla (8). Porcentaje de superficie regional, cuenca, subcuenca en Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. INEGI, 2010. Carta hidrológica de Aguas superficiales, 2012.

Los mayores abatimientos, de 15 a 20 m, se presentan al noroeste de San Martín Texmelucan, de 5 a 10 m se registraron en toda el área que rodea al poblado Huejotzingo y en la región comprendida entre la ciudad de Puebla, Cholula, Santa María Coronango y Tlaxcalancingo. Es así que el abatimiento promedio del acuífero de Puebla corresponde a 0.6 m anuales.

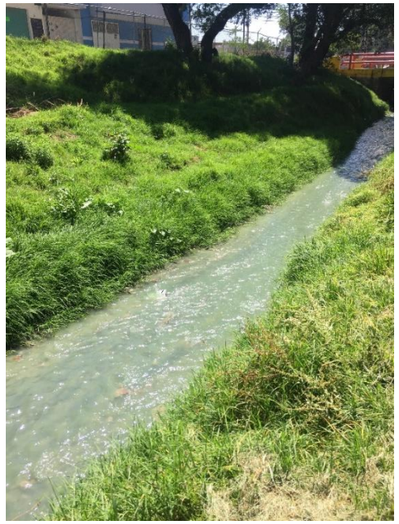
3.6 *INFORMACIÓN DE RASGOS CARACTERÍSTICOS DE RÍOS*

Identificador en Base de Datos	299
Clave de subcuencia Compuesta	RH18ad
Clave de Región Hidrográfica	RH18
Nombre de Región Hidrográfica	BALSAS
Calve de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	Río Atoyac
Clave de Subcuenca	d
Nombre de Subcuenca	R. Atoyac - San Martín Texmelucan
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde Drena (Principal)	RH18ac P. Miguel Ávila Camacho
Ripo de Descarga (Drenaje Principal)	1
Lugar a donde Drena 2	-
Lugar a donde Descargas 2	0
Lugar a donde Drena 3	-
Lugar a donde Descargas 3	0
Total de Drena 4	-
Total deDescargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	260.56
Área (km²)	1967.5
Densidad de Drenaje	1.8244
Coeficiente de Compacidad	1.6565
Longitud Promedio de Flujo Superficial	0.137031335
Elevacion Máxima en la Subcuenca (m)	5200
Elevacion Mínima en la Subcuenca (m)	2060
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	12.24
Elevacion Máxima en Corriente Principal (m)	4619
Elevacion Mínima en Corriente Principal (m)	2059
Longitud de Corriente Principal (m)	116966
Pendiente de Corriente Principal (%)	2.188
Sinuosidad de Corriente Principal	2.434611316

Tabla (9). Rangos Característicos de Rios.



Fotografía (5).



Fotografía (6).



Fotografía (7).



Fotografía (8).

3.7 *CUENCAS Y SUBCUENCAS.*

Los recursos naturales y su demanda crean grandes conflictos entre la población y el entorno en el que se desarrollan, uno de los recursos más significativos y necesarios es el agua, es por eso que su gestión es uno de los procesos más importantes en el cual se debe ponerse suma atención a fin de evitar conflictos en un futuro.

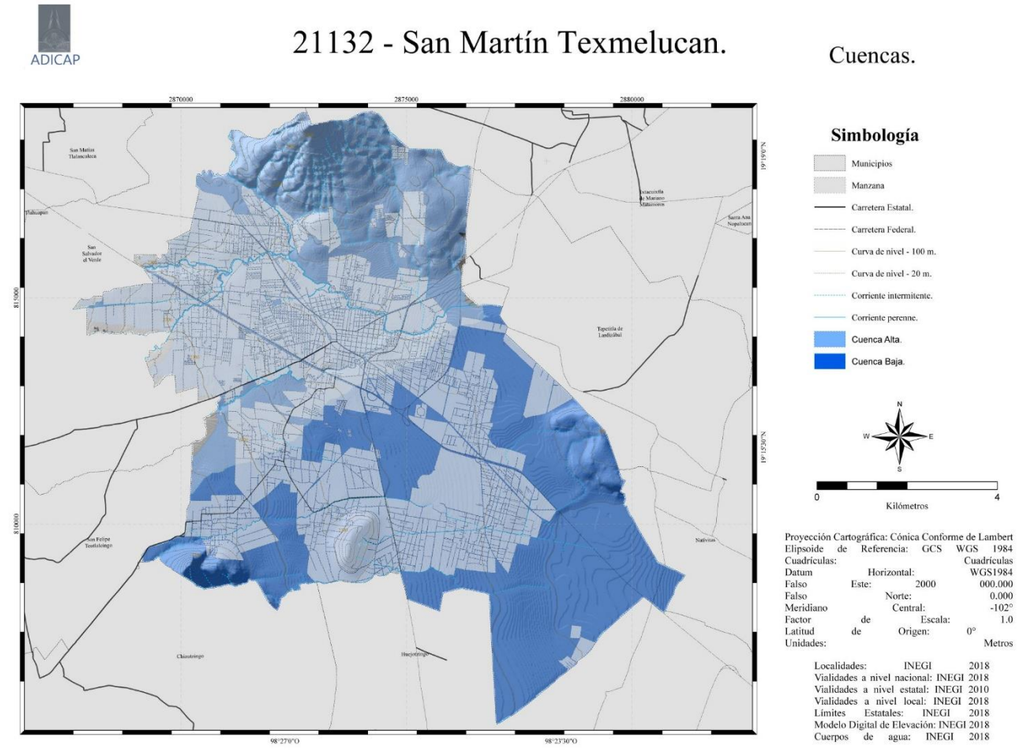
El uso de la tierra repercute en la cantidad de agua que se infiltra al subsuelo, pues todo cambio en su uso la compacta y disminuye su porosidad aumentando el escurrimiento y el caudal máximo durante la temporada de lluvias y por ende incrementando los efectos de inundación.

Actividades tales como la deforestación, urbanización, uso agropecuario, etc. Generan efectos irremediables sobre las cuencas hidrográficas, efectos que inciden seriamente en el desarrollo de las sociedades actuales y las futuras, es por eso que saber sus características permite el poder tener un manejo racional.

De esta manera al hablar de cuencas hidrografícas es necesario tener en cuenta la clasificación de una cuenca grande y una cuenca pequeña; esta clasificación de acuerdo a la American Geophysical Union (Unión Geofísica Americana) define como una cuenca pequeña a aquella en la cual su sensibilidad a lluvias extremas (alta intensidad) y corta duración y al uso de tierra, no es suprimida por las características de almacenamiento en el valle; en las cuencas grandes el efecto de flujo en el cauce o el efecto de almacenamiento en el valle es mucho más pronunciado, y así tal que la sensibilidad es suprimida.

PROCESOS.+D5:F27	CUENCA PEQUEÑA.	CUENCA GRANDE.
Factor dominante en los caudales de crecida.	Escurrimiento superficial en vertientes.	Escorrentía en el cauce.
Sensibilidad	1) Lluvias de alta intensidad y corta duración.	La sensibilidad a estos factores es suprimida por el efecto de almacenamiento en el valle.
	2) Uso de suelos.	
Efecto del escurrimiento.	El efecto del escurrimiento superficial en las vertientes predomina en los picos de crecida. De ahí la importancia del uso de suelos y manejo de vertientes.	El efecto del almacenamiento en el valle determina las características del pico de crecida.
Crecidas e inundaciones.	Súbitas y violentas.	Lentas y de larga duración.
Arrastre de material.	Arrastre de gran cantidad de sedimentos, con alto porcentaje de material de gran diámetro.	Arrastre moderado de material, de baja granulometría.
Caudal de estiaje.	Reducido o nulo.	Regular, régimen hídrico permanente.
Pendiente media.	Pronunciada.	Suave.
Tamaño.	Menor de 130Km²	Mayor de 130Km²

Tabla (9).Características hidrológicas de las cuencas pequeñas y grandes. Vidal, R. (1988).



Mapa (4). Cuenca del Río Balsas.

*3.8 **CLIMA.***

El clima es un sistema tan complejo que no permite que su comportamiento se pueda predecir, se encuentra determinado por un conjunto de factores biofísicos y geográficos, mismos que definen el estado medio atmosférico de una zona durante un periodo de tiempo; la altura sobre el nivel del mar, la latitud, la lluvia, los ríos, la cantidad de luz solar que recibe, las masas de agua ,la vegetación y las corrientes marinas inciden en el clima de una región durante un lapso próximo de 30 años por lo que para definir las características del clima se debe tener en cuenta elementos tales como la temperatura, la presión atmosférica, los vientos, la precipitación, la humedad, la nubosidad e insolación.

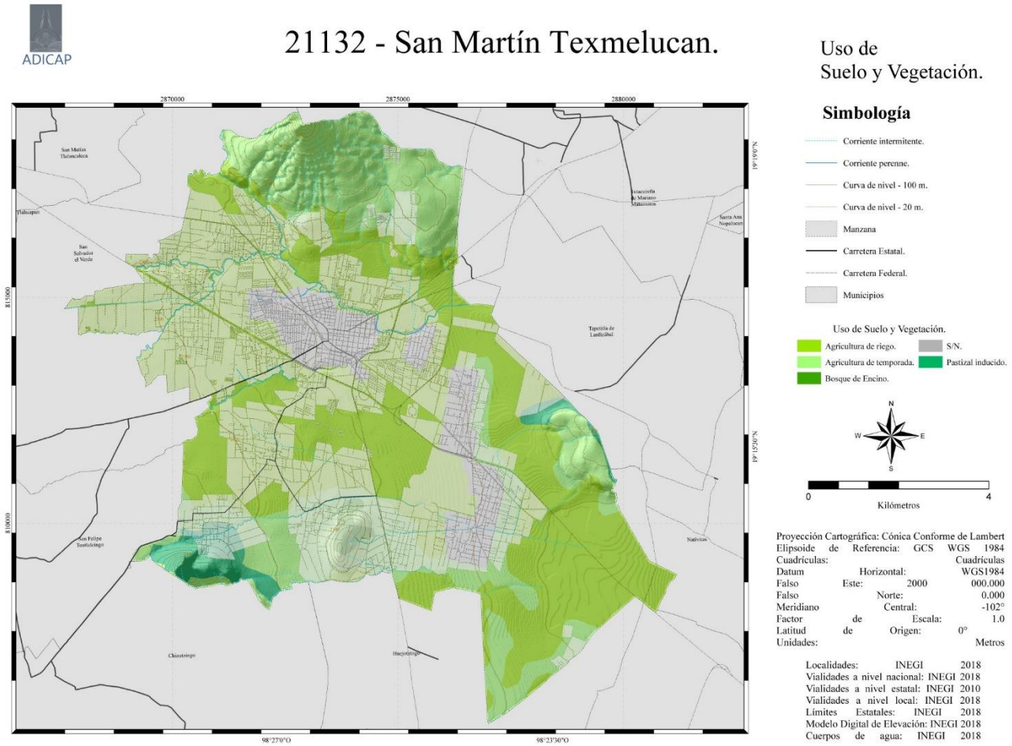
El clima es un aspecto del ambiente general al cual una especie animal o vegetal es inevitablemente expuesta todo el tiempo. Un organismo puede crear por sí mismo, o encontrar, un clima local o microclima (ej. un nido) el cual es diferente del clima general o microclima; sin embargo, aún en el nido el organismo es expuesto a factores climáticos del microclima. El tiempo desde el punto de vista climático es la suma total de las propiedades físicas de la atmósfera, o sea de los elementos, en un periodo cronológico corto, es el estado momentáneo de la atmósfera.

Los principales elementos del clima son: 1) temperatura, 2) precipitación y humedad, 3) dirección y fuerza del viento, 4) radiación solar y nubosidad, y 5) presión atmosférica. Estos elementos del clima están constantemente siendo modificados por determinados factores, tales como, 1) latitud, 2) altitud, 3) relieve, 4) distribución de tierras y aguas, y 5) corrientes marinas.

3.9 ***USO DE SUELOS Y VEGETACIÓN.***

El territorio Nacional no se explota con la misma intensidad ni con los mismos propósitos en toda la superficie. Algunas porciones son modificadas profundamente al ser utilizadas con fines agropecuarios o como asentamientos humanos; otras han permanecido relativamente inalteradas por las actividades de la sociedad. En los sitios menos modificados, el suelo está determinado precisamente por la vegetación natural conocida como “Comunidad Primaria”, por su contraparte aquellas regiones donde una porción de la comunidad biológica ha sido explotada parcialmente o se está recuperando después de una remoción de material es llamada “Comunidad Perturbada o Comunidad Secundaria” , finalmente la parte conocida con el nombre de “Cobertura Antrópica” es aquella en donde la vegetación es totalmente diferente de la original pues ha sido modificada por el hombre; dentro de esta categoría se encuentran los distintos tipos de cubierta agrícola, ganadera y urbana.

Uno de los temas más importantes para el análisis geográfico es sin duda el uso de suelo y el tipo de vegetación; por medio del primero se empieza a comprender e inferir la situación física, social y económica de la región que atañe, puesto que se identifica el sector de las actividades económicas que en ella se desenvuelven y que al mismo tiempo requieren cada vez más la presencia y abastecimiento de los recursos naturales presentes en el entorno.



o

Mapa (5). Uso de Suelo y Vegetación del Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

4 . CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS



Fotografía (9).

4.1 ***DINÁMICA DEMOGRÁFICA.***

INTRODUCCIÓN.

La relación entre los factores de peligro y de vulnerabilidad determina el nivel de riesgo en que se encuentra la población de un lugar ante los diferentes tipos de siniestros. El nivel de vulnerabilidad es un producto multidimensional que está condicionado por factores: físicos, sociales, económicos y ambientales, que en relación a la magnitud de las amenazas naturales produce cierto grado de impacto al lugar y las personas que lo habitan. Por tal motivo, la vulnerabilidad debe analizarse desde una perspectiva multidimensional que contemple: las condiciones socioculturales, económicos, demográficos, ambientales y políticas, vinculadas con las desigualdades sociales basados en: la edad, el género, la pertenencia a etnias y los recursos económicos.

Dentro de la dimensión social, uno de los factores de riesgo para cualquier sociedad es la cuestión demográfica. Ante esta situación es prioritario generar la información necesaria en la materia. El estudio de la dinámica poblacional debe contemplar: el número de habitantes del lugar específico y relacionarlo hasta parámetros nacionales, el crecimiento o disminución de sus habitantes, y los factores que condicionan la dinámica poblacional como: la tasa de natalidad, de mortalidad, niveles de inmigración y migración.

4.2 ***ANÁLISIS COMPARATIVO, ENTIDAD, MUNICIPIO Y ZONA METROPOLITANA.***

El Municipio de San Martín Texmelucan forma parte del valle Puebla-Tlaxcala que contiene alrededor de 38 municipios, 18 ubicados en el Estado de Puebla y 20 en el de Tlaxcala convirtiéndola así en la cuarta área metropolitana más grande de México después de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

De acuerdo a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), el área metropolitana de Puebla ha experimentada un crecimiento demográfico bastante significativo, con tasas anuales del 1.9% durante el periodo 2000-2010, comparado con el crecimiento del 2.6% de la década anterior dejando atrás el promedio de las tasas nacionales de crecimiento.

El Municipio de San Martín Texmelucan ocupa un 0.3% de la superficie del estado. Cuenta con 45 localidades y una población total de 152,051 habitantes (INEGI 2015). Del 2000 al 2010 presenta una tasa de crecimiento medio anual del 1.5%, que representa un 1% menos con lo sucedido en la década anterior. Es importante la mención que el valor porcentual del Municipio con respecto a su Densidad Media Urbana se obtiene a partir de la densidad bruta (población entre superficie) de cada una de sus áreas geoestadística de nivel básico (rural y/o urbano) ponderadas por el tamaño de su población.

Los valores poblacionales de la relación Estado de Puebla-San Martín Texmelucan se ha mantenido entre el 2.2 y 2.5 porciento de 1990 al 2015, esto quiere decir que el crecimiento de la población del municipio es proporcional al crecimiento de la población del Estado de Puebla desde 1990.

AÑO CENSAL	1990	1995	2000	2005	2010	2015
ESTADO DE PUEBLA	4,126,101	4,624,365	5,076,686	5,383,133	5,779,829	6,168,883
SAN MARTÍN TEXMELUCAN	94,471	111,737	121,071	130,316	141,112	152,051
MUNICIPIO-ESTADO	2.28%	2.41%	2.38%	2.42%	2.44%	2.46%

Tabla (10). Población y porcentaje en relación Municipio-Entidad (San Martín Texmelucan-Puebla). Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, 1990 – 2010 INEGI.

La Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) que presenta la relación PUEBLA-SAN MARTIN TEXMELUCAN, expone la disminución poblacional del intervalo 1990-2014. Los ciclos son parecidos, sin embargo mientras que de 1995 a 2000 en el Estado se manifiesta un crecimiento, para el caso de Texmelucan desciende la población. Fuera de esto, el comportamiento de la línea de población se mantiene proporcional entre el Estado de Puebla y el municipio de San Martín Texmelucan.

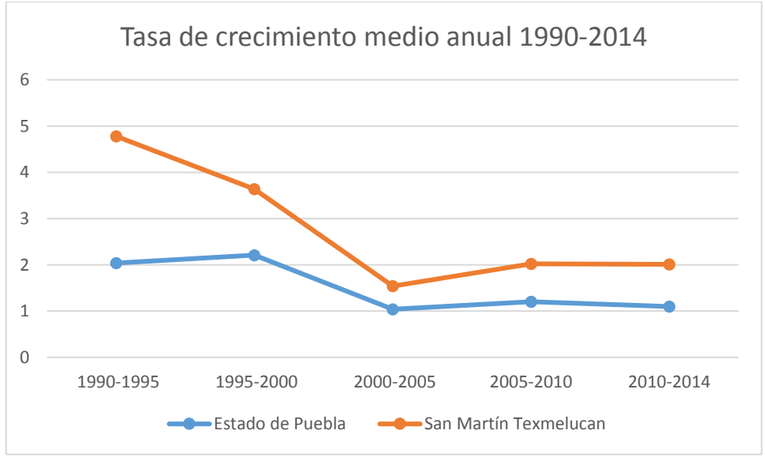


Figura (1).Tasa de Crecimiento Medio Anual (TMCA), para San Martín Texmelucan y Puebla. Elaboración propia con base en CONAPO, (2015).

PERIODO	Tasa de crecimiento medio anual 1990-1995	Tasa de crecimiento medio anual 1995-2000	Tasa de crecimiento medio anual 2000-2005	Tasa de crecimiento medio anual 2005-2010	Tasa de crecimiento medio anual 2010-2014
ESTADO DE PUEBLA	2.04%	2.21%	1.04%	1.2%	1.1%
SAN MARTIN TEXMELUCAN	2.74%	1.43%	0.5%	0.82%	0.91%

Tabla (11). Tasa de Crecimiento Medio Anual (TMCA), para San Martín Texmelucan y Puebla. Elaboración propia con base en CONAPO, (2015).

4.3 *PROYECCIÓN DE POBLACIÓN*

El crecimiento de la población depende de diversos factores, entre los que destacan los sociales y culturales, que están intrínsecamente vinculados a los niveles de información de planeación familiar y otros temas. El crecimiento de la población descontrolado provoca efectos sobre los territorios donde estos se den, y por ende sobre las condiciones de vida y la población. En tanto factor de riesgo, una de los aspectos importantes para su control es el cálculo del crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar determinado hacia un futuro determinado.

El Municipio de San Martín Texmelucan, con respecto a los datos censados por INEGI 2015 cuenta con una población total de 152,051 habitantes y para 2010 141,112. Dicha población se encuentran distribuida a lo largo del territorio municipal que consta de 46 localidades.

Localidad	Habitantes (2010)
San Martín Texmelucan de la Bastida	75,518
San Rafael Tlanalapan	15,998
Santa María Moyotzingo	27,137
San Juan Tuxco	6,170
San Jerónimo Tianguismanalco	4,802
San Francisco Tepeyecac	4,072
San Buenaventura Tecaltzingo	4,055

Resto	8,913
Total	141,112

Tabla (12). Distribución de Población en las Localidades de San Martín Texmelucan. Elaboración propia con base en INEGI (2010).

Los valores calculados para la proyección de cada una de las localidad de acuerdo a la Consejo Nacional de Población permiten observar ciertas peculiaridades en general Municipio de San Martín Texmelucan y de manera particular cada una de las Localidades.

SAN MARTIN TEXMELUCAN					
AÑO	2010	2015	2020	2025	2030
POBLACIÓN	143,117	152,262	159,658	165,790	170,854

Tabla (13). Proyección de Población Municipal a 20 años. Elaboración propia con base en CONAPO.

Nombre de la localidad	2010	2015	2020	2025	2030
San Martín Texmelucan de Labastida	76590,8	78524,4	79079,3	78575,7	77173,9
San Buenaventura Tecaltzingo	4112,6	4953,4	5860,2	6840,6	7892,9
San Francisco Tepeyecac	4129,8	4773,2	5418,9	6069,9	6720,7
San Jerónimo Tianguismanalco	4870,2	5237,9	5533,5	5767,7	5942,4
San Juan Tuxco	6257,6	6897,5	7467,9	7977,7	8423,8
San Rafael Tlanalapan	16225,3	18708,9	21190,1	23680,3	26157,6
Santa María Moyotzingo	27522,5	28781,0	29563,4	29962,0	30015,4
Resto	3407,7	4385,8	5544,6	6916,0	8527,0

Tabla (14). Proyección de Poblaciones Locales a 20 años. Elaboración propia con base en CONAPO, (2015).

De los anteriores valores es posible observar que el comportamiento para el Municipio de San Martín Texmelucan está en relación directa con un incremento exponencial.

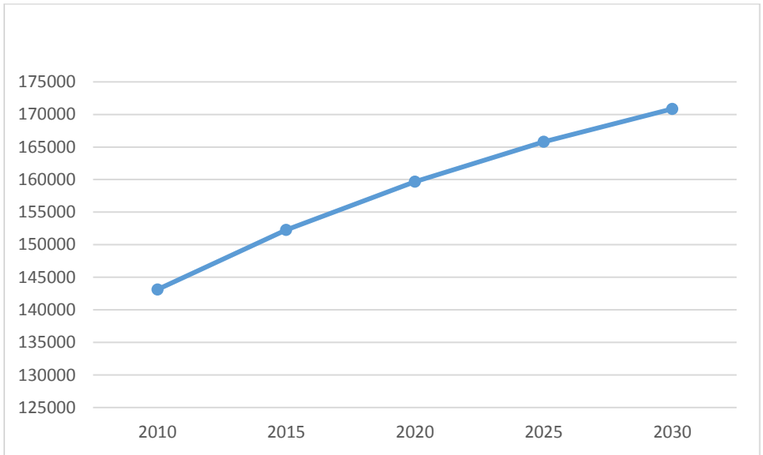


Figura (2).Proyección de Población, Municipio de San Martín Texmelucan. Elaboración propia con base en CONAPO, (2015).

Las localidades presentan diferentes características con respecto a su crecimiento, particularmente San Rafael Tlanalapan, que aumentaría cerca del 38%. En la siguiente tabla es posible observar cada uno de los valores correspondientes al incremento porcentual de la población.

Nombre de la localidad	2010	2030	%P
San Martín Texmelucan de Labastida	76591	77174	0,8
San Buenaventura Tecaltzingo	4113	7893	47,9
San Francisco Tepeyecac	4130	6721	38,6
San Jerónimo Tianguismanalco	4870	5942	18,0
San Juan Tuxco	6258	8424	25,7
San Rafael Tlanalapan	16225	26158	38,0
Santa María Moyotzingo	27522	30015	8,3
Resto	3408	8527	60,0

Tabla (15). Proyección de poblaciones locales a 20 años, con porcentajes de población proyectada. Elaboración propia con base en INEGI 2010.

Con respecto a la proyección de la población a nivel municipal, es posible observar que una de las características principales es que el movimiento de la población observado en la gráfica anterior es de tipo progresiva, esto posiblemente se debe a que tiene un gran contingente de población joven en la base entre las edades de 10 a 24, misma que disminuye conforme avanzan los grupos de edades, tal como se observa en la pirámide de edades que a continuación se presenta.

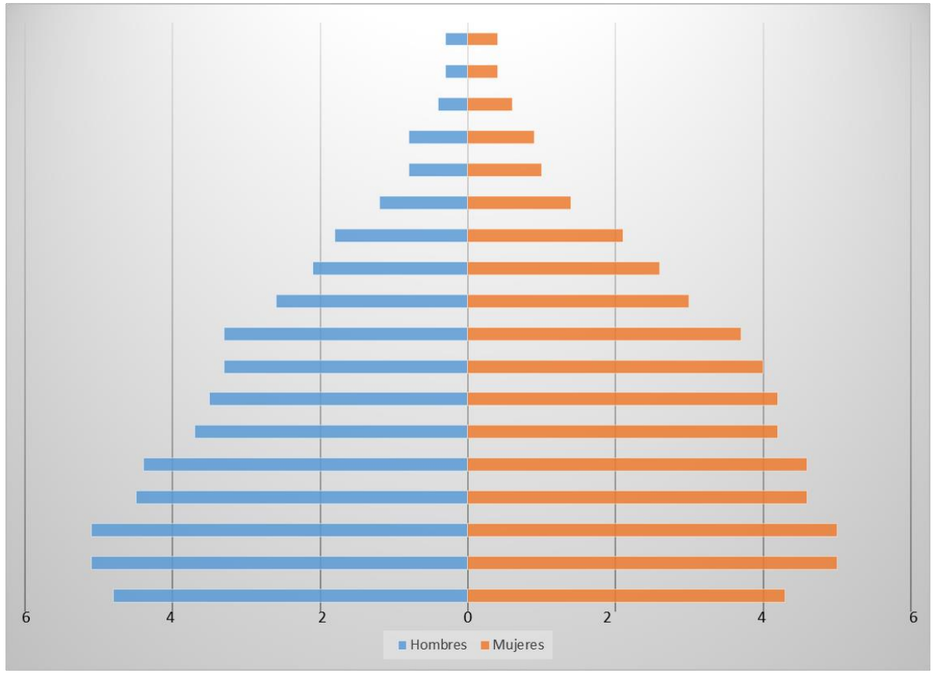
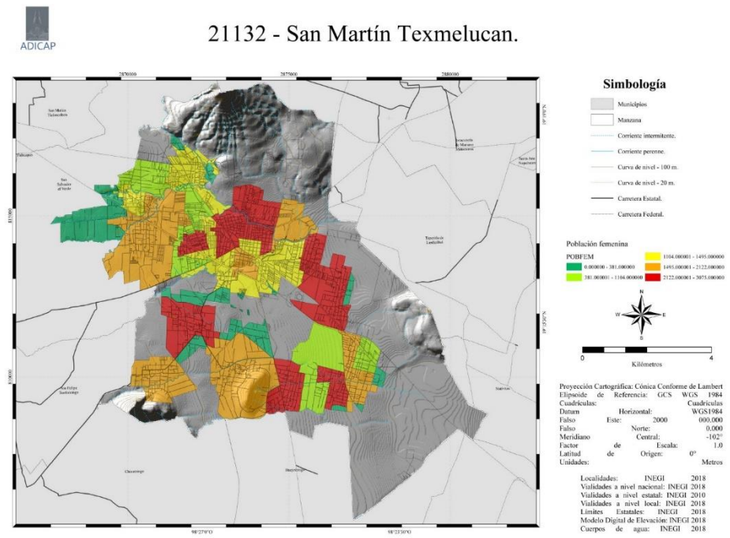
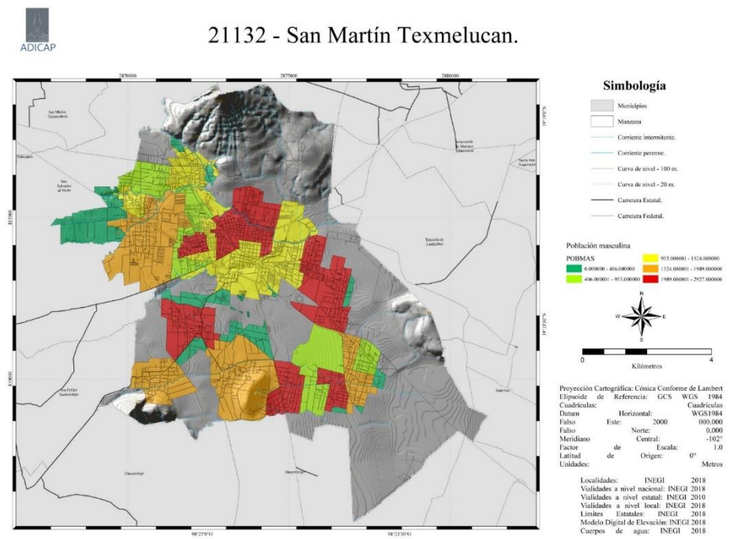


Figura (3). Pirámide de edades del Municipio de San Martín Texmelucan. Elaboración propia con base en INEGI, (2015).

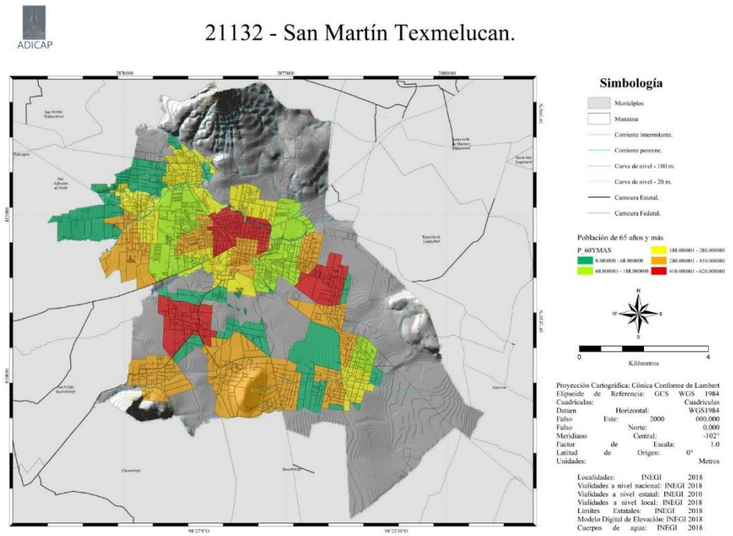
En la pirámide de edades se puede observar que la población predominante es aquella que tiene entre 5 y 10 años. Para una mejor lectura de la pirámide hay que considerar que cada barra representa un grupo de edad, en la base de la gráfica se encuentran el grupo de 0 a 4 años, en la siguiente de 5 a 10 años y así progresivamente hasta encontrar en la punta los de 85 años y más.



Mapa (6). Distribución de la población. Población femenina. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (7). Distribución de la población. Población masculina. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (8). Distribución de la población. Población de 65 y más. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

4.4 *DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR LOCALIDAD.*

La distribución de Población de San Martín Texmelucan por localidad se caracteriza por dos grupos. El primero consta de siete localidades que concentran la población urbana, mientras que el segundo concentra la de tipo rural. La cabecera municipal: San Martín Texmelucan de Labastida es ampliamente superior en población que el resto de las localidades con 75,518 habitantes, mientras que el segundo lugar es Santa María Moyotzingo con 27,137 habitantes registrados en 2010, en tercer lugar figura San Rafael Tlanalapan con 15, 998 habitantes.Se puede decir que aproximadamente el 97.61% de la población vive en localidades urbanas, las cuales, además de las tres más pobladas localidades del municipio, son: San Buenaventura Tecaltzingo, San Francisco Tepeyecac, San Jerónimo Tianguismanalco y San Juan Tuxco. El 2.38% restante representa la población rural[1] del municipio.

NOMBRE DE LA LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	ÁMBITO
San Martín Texmelucan de Labastida	**75518**	URBANO
San Buenaventura Tecaltzingo	**4055**	URBANO
San Francisco Tepeyecac	**4072**	URBANO
San Jerónimo Tianguismanalco	**4802**	URBANO
San Juan Tuxco	**6170**	URBANO
San Rafael Tlanalapan	**15998**	URBANO
Santa María Moyotzingo	**27137**	URBANO
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	**153**	RURAL
Colonia San Vicente (El Ameyal)	**189**	RURAL
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	**324**	RURAL
Los Ángeles	**321**	RURAL
Campo Melesio Solano	**23**	RURAL
La Purísima	**9**	RURAL
Llano las Piedras	**121**	RURAL
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	**43**	RURAL
San Cristóbal Tepatlaxco	**112**	RURAL
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	**92**	RURAL
El Moral	**88**	RURAL
San Juan Tuxco	**37**	RURAL
La Vía	**22**	RURAL
La Loma	**182**	RURAL
Los Pinos	**17**	RURAL
San José	**8**	RURAL
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	**6**	RURAL
Santa Cruz de los Ángeles	**143**	RURAL
El Encanto	**2**	RURAL
San Jerónimo Tianguismanalco	**16**	RURAL
San José los Arcos	**109**	RURAL
San Juan Tlale	**75**	RURAL
Tlaixco	**25**	RURAL
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	**331**	RURAL
El Venturero	**15**	RURAL

[1] Se toman en cuentan los criterios del INEGI. De acuerdo con el INEGI, una población se considera **rural** cuando tiene **menos de 2 500**habitantes, mientras que la **urbana** es aquella donde **viven más de 2 500** personas.

Lomas de San Antonio	**69**	RURAL
La Antena	**15**	RURAL
Colonia Santa Cruz	**142**	RURAL
La Loma	**404**	RURAL
Llano de Tlahizco	**118**	RURAL
Panoloya	**5**	RURAL
Cozala	**1**	RURAL
San Antonio Chico	**41**	RURAL
Yeloxochitlán	**79**	RURAL
La Joya	**20**	RURAL
San Buena Ventura Tecalzingo	**3**	RURAL

Tabla (16). Total de Población por localidad, San Martín Texmelucan. Elaboración propia con base en INEGI 2010.

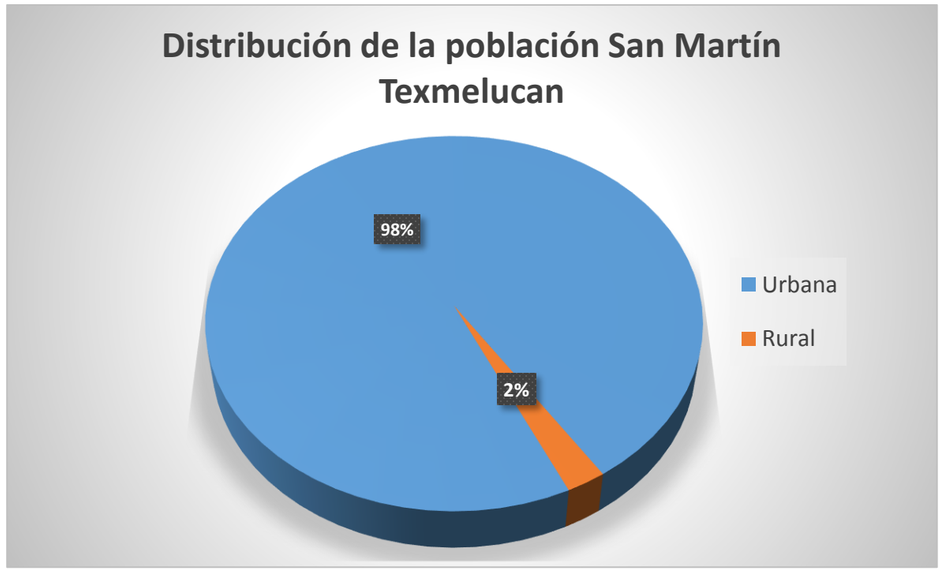
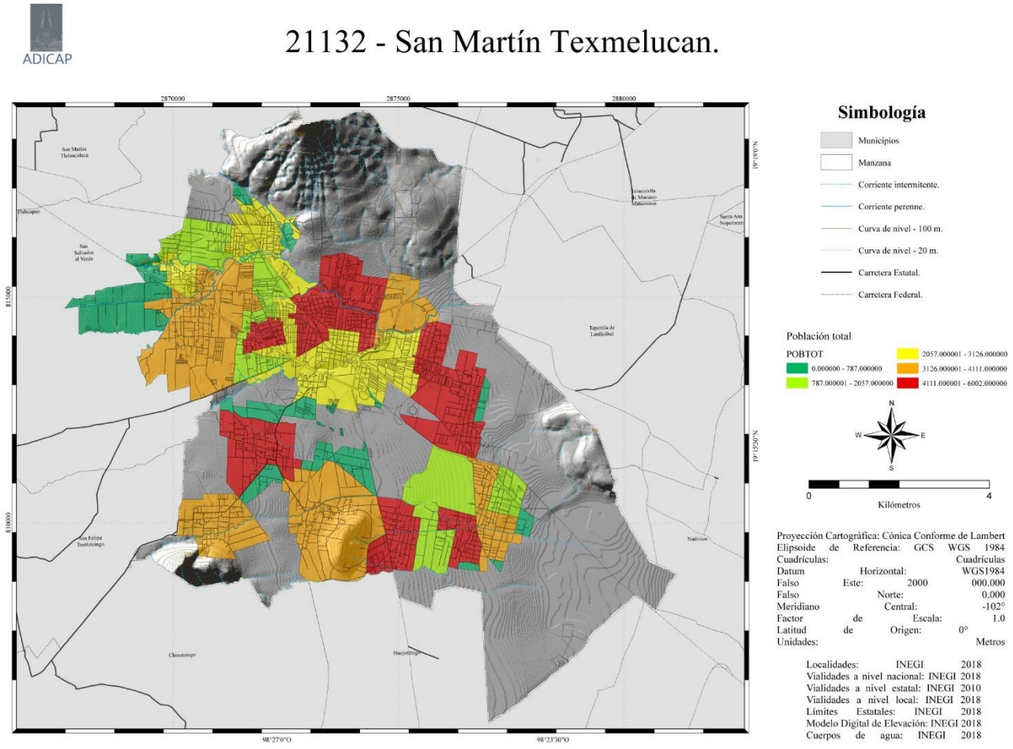


Figura (4). Distribución de la población del municipio de San Martín Texmelucan, INEGI, 2015.



Mapa (9). Distribución de la población por localidad. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

4.5 *DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MANZANAS EN ZONAS URBANAS.*

El área Geo estadística Básica (AGEB) es una extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geo estadísticas municipales. De acuerdo a las características este tipo de áreas se clasifican en AGEB urbana o AGEB rural.

Una AGEB urbana está ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por sus calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso de suelo es de tipo habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc. preferentemente.

En el municipio de San Martín Texmelucan de acuerdo a INEGI (2015), los AGEBs más densamente poblados son los de la cabecera municipal: San Martín Texmelucan de la Bastida, seguido de Tianguismanalco y los de San

Buenaventura Tecatzingo. Los AGEBs de la cabecera son 28 entre los que están distribuidos un total de 75,518 habitantes, lo que representa el 53.51% de la población urbana que vive en el municipio.

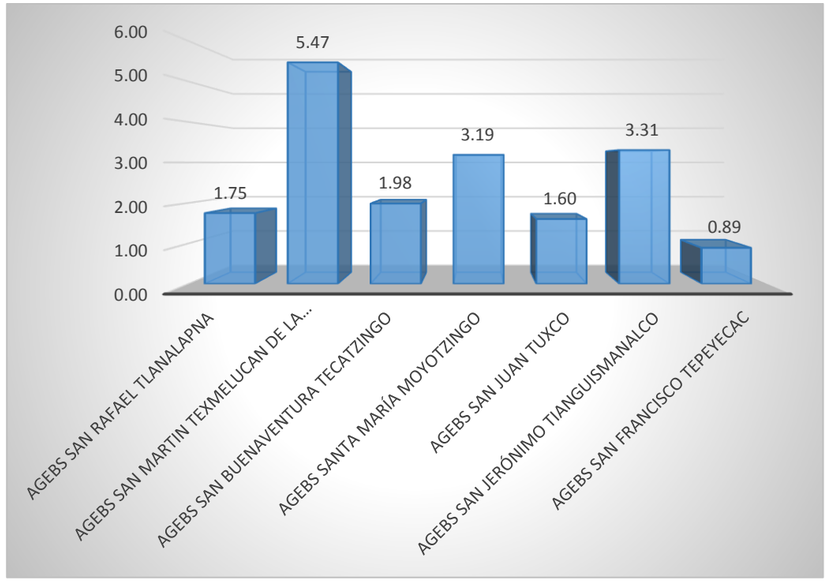


Figura (5). Densidad de la población en los AGEBS de las zonas urbanas de San Martín Texmelucan. INEGI 2015.

Como se ve, son siete las localidades con carácter de urbano en San Martín Texmelucan, de las cuales tres presentan un alto grado de densidad poblacional. El número de manzanas en que se concentra la población de San Martín Texmelucan es de 812 distribuidas en los 28 AGEBs que contiene, en segundo lugar se encuentra Moyotzingo con un total de 324 manzanas contenidas en 11 AGEBs, en tercer lugar esta Tlanalapan que cuenta con 232 manzanas en sus 6 AGEBS, posteriormente tenemos a San Juan Tuxco que en un AGEB concentra 68 manzanas, Tecatzingo ocupa el siguiente puesto con 57 manzanas en su único AGEB, le sigue Tiaguismanalco con sus 51 manzanas en el AGEB 158, y finalmente Tpeyecac con 39 manzanas en su AGEB.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	POBLACION	DENSIDAD DE LA POBLACIÓN KM2
	20	53	4774	
	004A	38	5367	
	54	40	2538	
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	177	24	2778	5.47
	209	33	1646	
	213	42	2714	
	247	23	1930	
	321	37	4810	
	336	51	5810	
	340	47	5385	
	355	40	3223	
	036A	37	2397	
	374	30	3126	
	389	37	4903	
	393	27	2285	
	406	25	2829	
	410	39	4807	
	425	45	2920	
	529	33	2243	
	533	29	2787	
	548	31	2798	
	552	24	2057	
	567	4	338	
	656	2	9	
	660	11	588	
	675	2	80	
	068A	7	272	
	707	1	104	
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	4072	0.89
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	4802	3.31
SAN JUAN TUXCO	124	49	5249	1.60
	251	4	171	
	266	15	485	
	270	7	265	
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	787	1.74
	285	24	1678	
	029A	78	3581	
	043A	34	2490	
	444	40	3351	
	459	38	4111	
	302	11	1207	
	463	79	3476	

SANTA MARÍA MOYOTZINGO	478	64	5280	3.18
	482	45	6002	
	497	36	4739	
	571	40	3959	
	586	34	1867	
	590	7	340	
	603	1	48	
	618	5	135	
	622	2	84	
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	4055	1.98

Tabla (17). Total de Población por AGEB, Manzanas y densidad de la población por zona urbana Municipio de San Martín Texmelucan INEGI, 2010.

4.6 *CARACTERÍSTICAS SOCIALES.*

La sociedad se transforma a través del tiempo, el desarrollo humano depende de diferentes factores, desde el entorno natural en que se desenvuelve hasta las cuestiones socioterritoriales de los diferentes espacios y su historia. Las condiciones sociales en que se desenvuelven los actores sociales pueden también comprenderse como características sociales. Así, éstas características permiten la mejor comprensión de las dinámicas socio territoriales y por ende la generación pertinente de estrategias de desarrollo y de acciones ante cualquier tipo contingencia social y/o natural.

4.7 *ANALFABETISMO.*

Como se muestra en la gráfica siguiente, el 5% de la población mayor de 25 años es analfabeta, situación que está por debajo de lo que presenta el Estado de Puebla. La población en municipio en el 2015 contabilizó 152,051 habitantes de los cuales 4377 que equivalen al 2.87% estaban en condición de analfabetismo. Con base en la metodología de CENAPRED la condición de vulnerabilidad es **MUY BAJA,** puesto que se encuentra con 4.47% en el primer rango de 1.07 a 15.85.

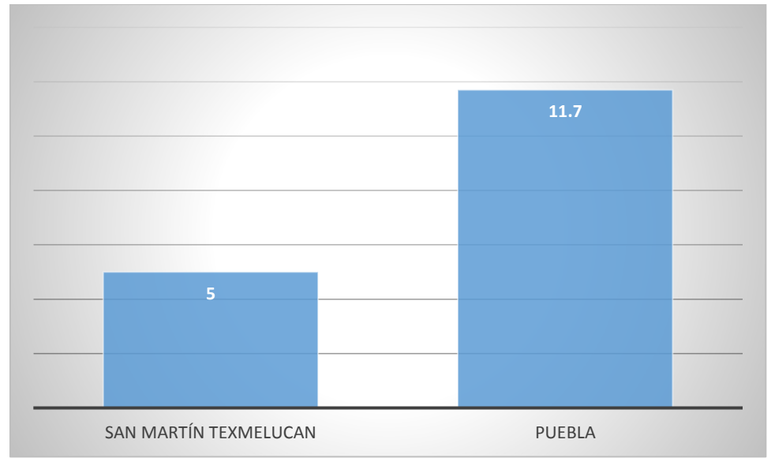
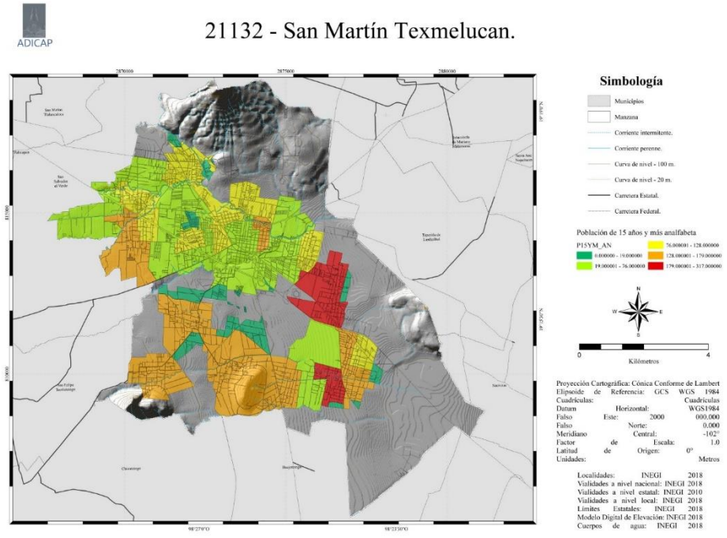


Figura (6). Porcentaje de población mayor de 25 años con Analfabetismo en San Martín Texmelucan y el estado Puebla. INEGI, 2015

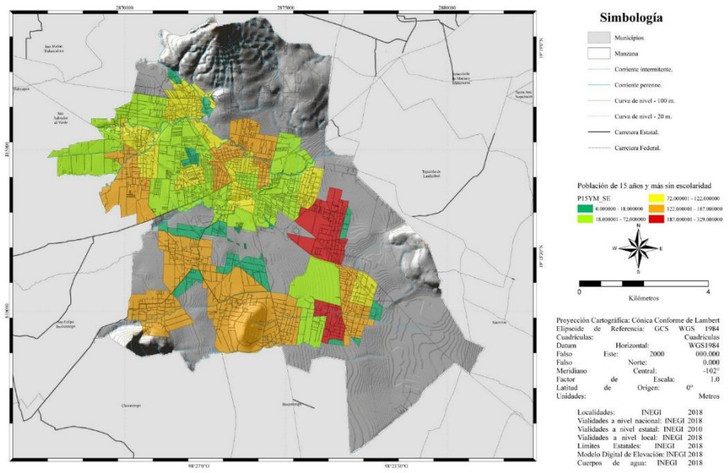
Otros indicadores educativos la comparación entre los valores porcentuales municipales y estatales del porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad, en donde el caso del Estado supera a más del doble el de San Martín Texmelucan, en la misma situación está el indicador de porcentaje de más de 25 años analfabeta. Por otro lado el porcentaje de la población de 15 años y más sin escolaridad básica del municipio presenta paridad con el nivel estatal.

	% 15 años y más sin escolaridad	% Más de 25 años analfabeta	% 15 años y más sin escolaridad básica
San Martín Texmelucan	3.6	5	42.5
Estado de Puebla	7.9	11.7	43.8

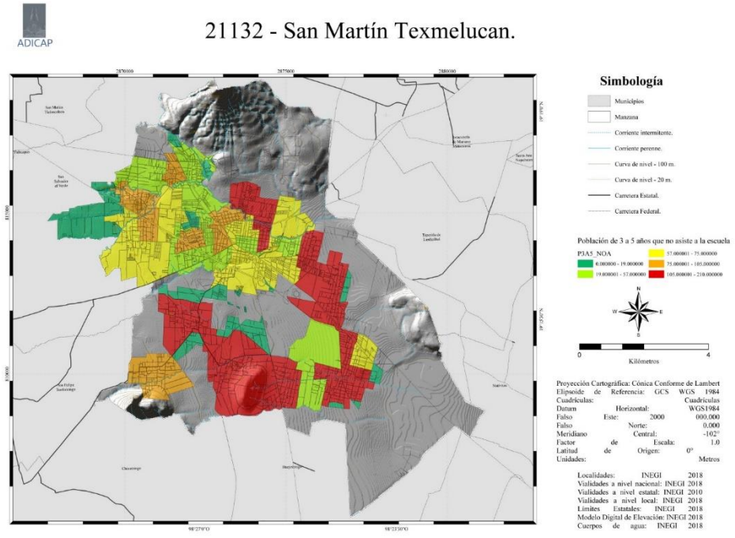
Tabla (18). Indicadores de Analfabetismo y escolaridad San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.



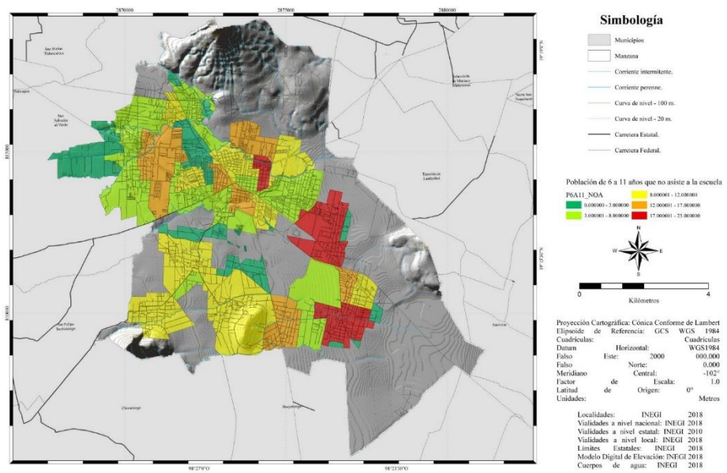
Mapa (10). Población de 15 años y más con analfabetismo. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



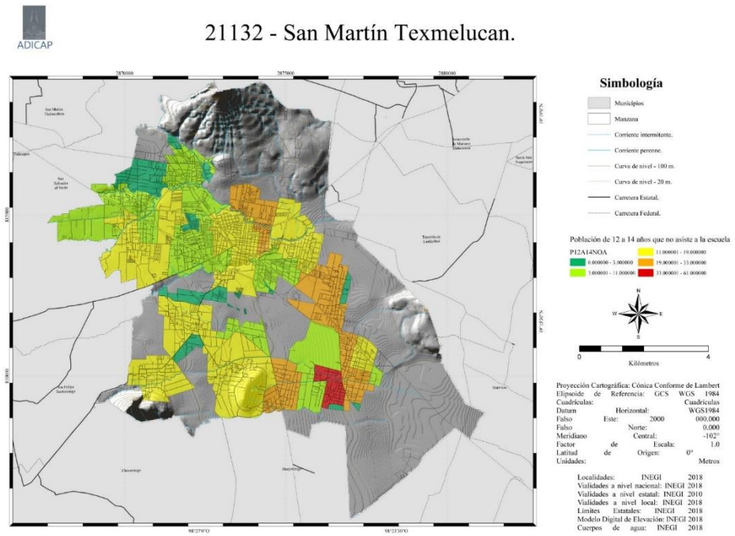
Mapa (11). Población de 15 años y más sin escolaridad. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



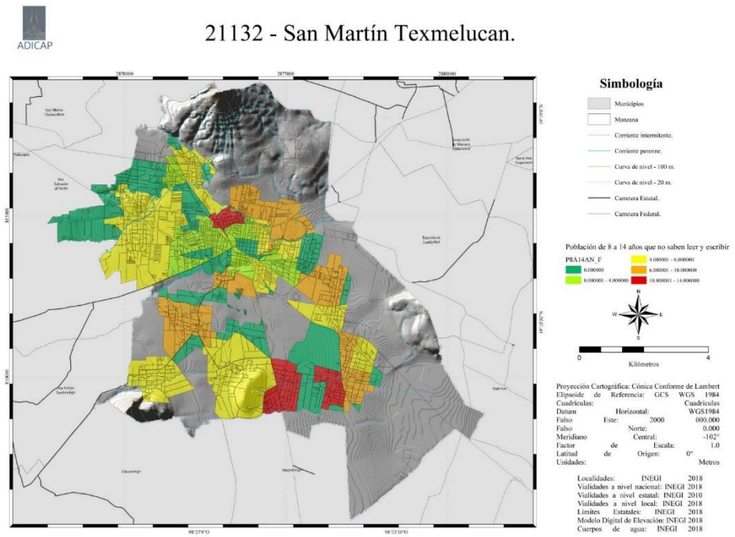
Mapa (12). Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



Mapa (13). Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



Mapa (14). Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



Mapa (15). Población de 8 a 14 años que no saben leer ni escribir.. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.

En su aspecto histórico el grado promedio de escolaridad de San Martín Texmelucan fue aumentando de 2005 a 2015. Así de 8.3 años de escolaridad en 2005, para 2010 se presentan 8.8 años, y más recientemente en 2015 asciende a 9.1 años de escolaridad. Esta situación de crecimiento gradual es compartida para el caso estatal, donde de 6.7 años en 2005 pasa a 7.4 en 2010 y a 8 años de escolaridad promedio en el 2015.

Año	Grado promedio de escolaridad San Martín Texmelucan	Grado promedio de escolaridad Estado de Puebla
2005	8.3	6.7
2010	8.8	7.4
2015	9.1	8

Tabla (19). Grado de Promedio de escolaridad. INEGI, 2015.

El grado promedio de escolaridad histórico en San Martín Texmelucan es mejor representado en la siguiente gráfica, donde se le agrega el dato del 2010, y puede ser apreciado un crecimiento sustancial en el rango de tiempo 2000-2015.

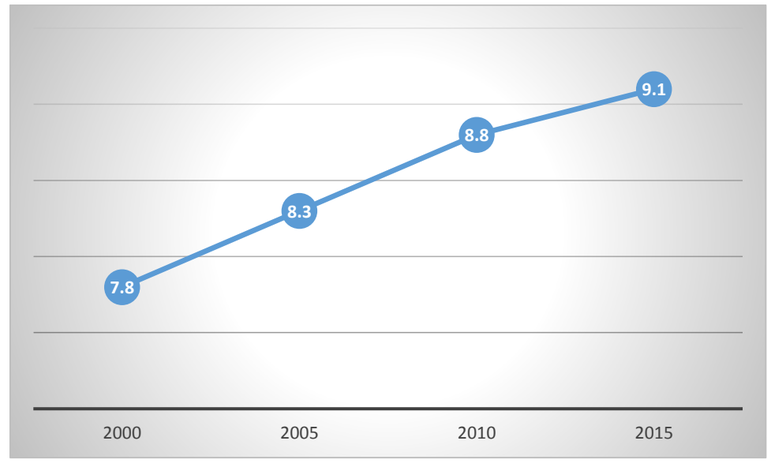
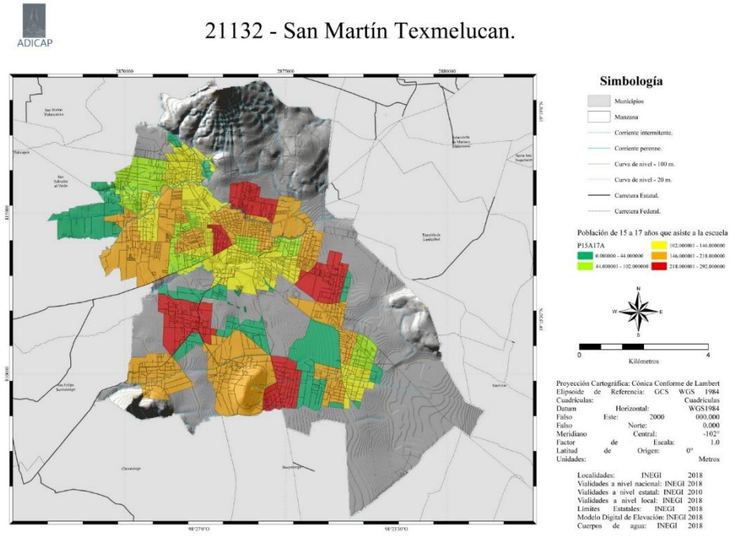
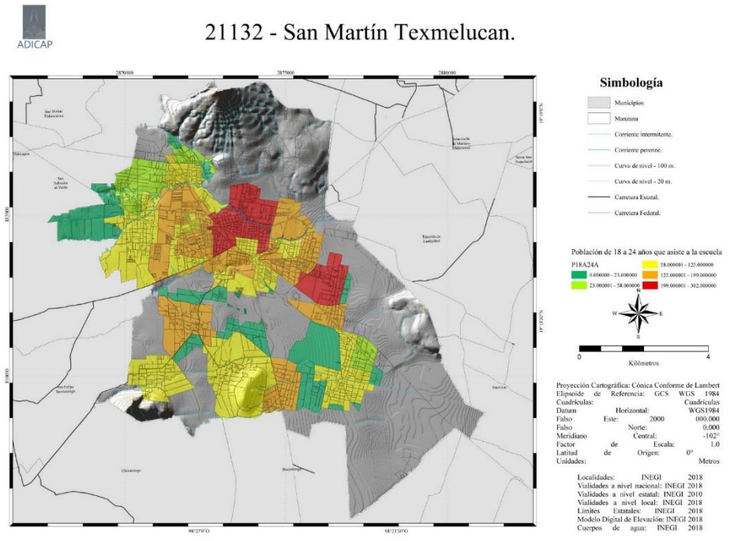


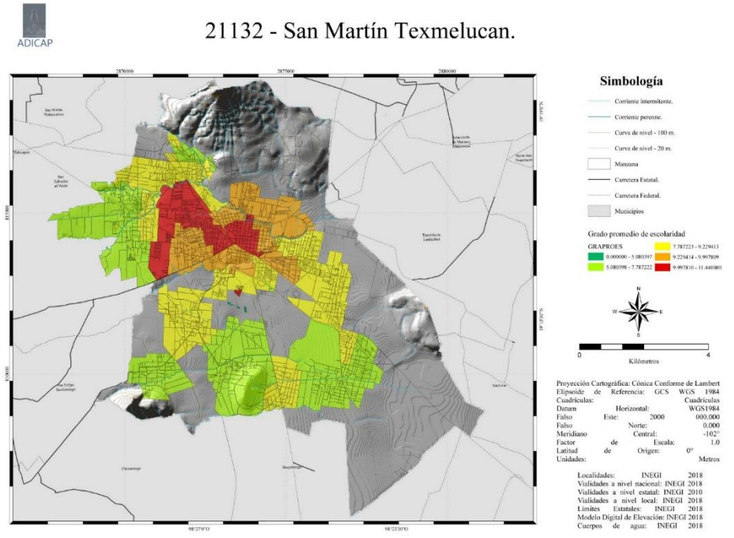
Tabla (20). Grado de Promedio de escolaridad histórico San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.



Mapa (16). Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



Mapa (17).Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela. Elaboración propia con base en INEGI, 2018.



Mapa (18). Grado promedio de escolaridad. Elaboración propia con base en INEGI, 2018

Finalmente en la siguiente tabla se puede observar la población de 15 años y más que es analfabeta en San Martín Texmelucan por localidad. Las localidades donde más se concentra el analfabetismo es en aquellas de carácter urbano, entre las que destacan la cabecera municipal: San Martín Texmelucan de Labastida y Santa María Moyotzingo.

Nombre de la localidad	Población femenina de 15 años y más analfabeta	Población masculina de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más analfabeta
Total del Municipio	2804	1573	4377
Localidades de una vivienda	0	1	1
Localidades de dos viviendas	0	0	0
San Martín Texmelucan de Labastida	1151	619	1770
San Buenaventura Tecaltzingo	97	43	140
San Francisco Tepeyecac	95	46	141
San Jerónimo Tianguismanalco	123	50	173
San Juan Tuxco	115	73	188
San Rafael Tlanalapan	323	208	531
Santa María Moyotzingo	831	482	1313
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	5	3	8
Colonia San Vicente (El Ameyal)	2	0	2

San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	4	4	8
Los Ángeles	7	5	12
Campo Melesio Solano	0	1	1
La Purísima	*	*	*
Llano las Piedras	0	0	0
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	0	0	0
San Cristóbal Tepatlaxco	3	1	4
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	2	1	3
El Moral	0	0	0
San Juan Tuxco	1	0	1
La Vía	0	1	1
La Loma	8	11	19
Los Pinos	0	0	0
San José	*	*	*
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	0	0	0
Santa Cruz de los Ángeles	5	4	9
El Encanto	*	*	*
San Jerónimo Tianguismanalco	0	0	0
San José los Arcos	1	0	1
San Juan Tlale	0	1	1
Tlaixco	0	0	0
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	9	3	12
El Venturero	0	0	0
Lomas de San Antonio	1	1	2
La Antena	1	0	1
Colonia Santa Cruz	2	0	2
La Loma	10	7	17
Llano de Tlahizco	2	2	4
Panoloya	*	*	*
Cozala	*	*	*
San Antonio Chico	1	2	3
Yeloxochitlán	3	3	6
La Joya	2	1	3
San Buena Ventura Tecalzingo	*	*	*

Tabla (21). Población analfabeta por localidad, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.

4.8 ***POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD.***

La dependencia total que entrañan los primeros años de vida es ya un riesgo. Los accidentes, las enfermedades, los desastres naturales, las conductas extremas, o bien, la exposición a entornos socioeconómicos riesgosos nos pueden conducir en cualquier etapa de la vida a padecer una o varias discapacidades; también se puede ser una persona con discapacidad desde el momento mismo de nacer, debido a la herencia o a algún padecimiento contraído en el seno materno.

La discapacidad parte de una deficiencia estructural en el cuerpo de las personas, o bien en el funcionamiento no óptimo de un órgano o un sistema. Dicha falta de funcionalidad está en relación directa con la interacción que la persona hace con su entorno.

Por ende, la discapacidad es el reflejo de ese mal funcionamiento generado a partir de la deficiencia del órgano o sistema. La consecuencia para la persona es un rendimiento diferente en sus capacidades, así como una participación social signada siempre por dicha circunstancia.

En el municipio de San Martín Texmelucan son 4457 personas las que padecen alguna limitación. En donde figura la limitación para caminar o moverse como la más frecuente con 2289.

TIPO DE LIMITACIONES	NUMERO DE POBLACION
Población con limitación en la actividad	4457
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	2289
Población con limitación para escuchar	476
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	447
Población con limitación para ver, aun usando lentes	1206
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	189
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	194
Población con limitación mental	410
Población sin limitación en la actividad	135261

Tabla (22). Total de Población con Discapacidad San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

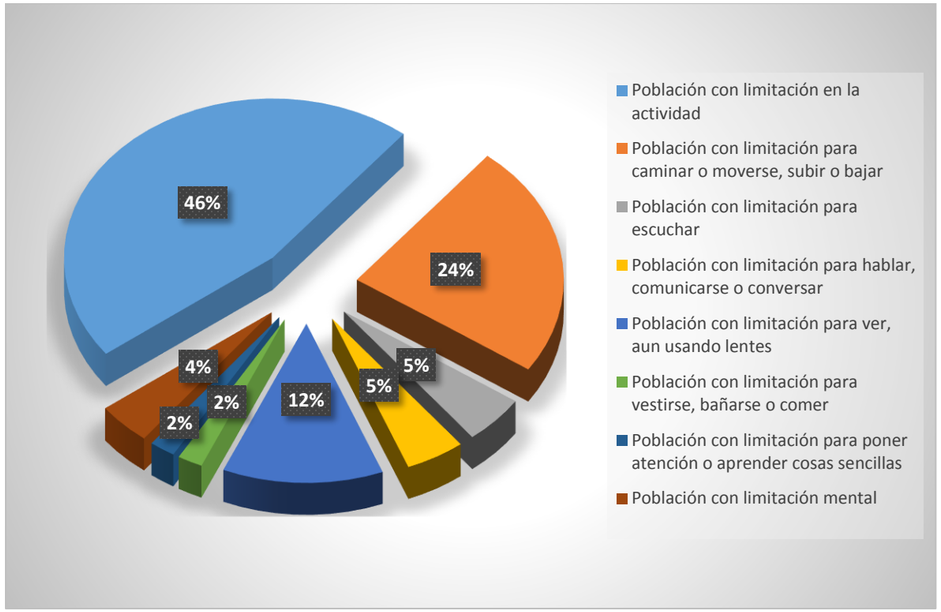


Figura (7). Porcentaje de población según el tipo limitación San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

Los indicadores de limitación son visibles en la gráfica anterior. Ahí figuran con menor porcentaje del total de las limitaciones las personas que tienen limitación para ver y para vestirse, bañarse o comer. Como se había visto la población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar está en primer lugar, y le sigue la población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas, con el 12% de la población con discapacidad.

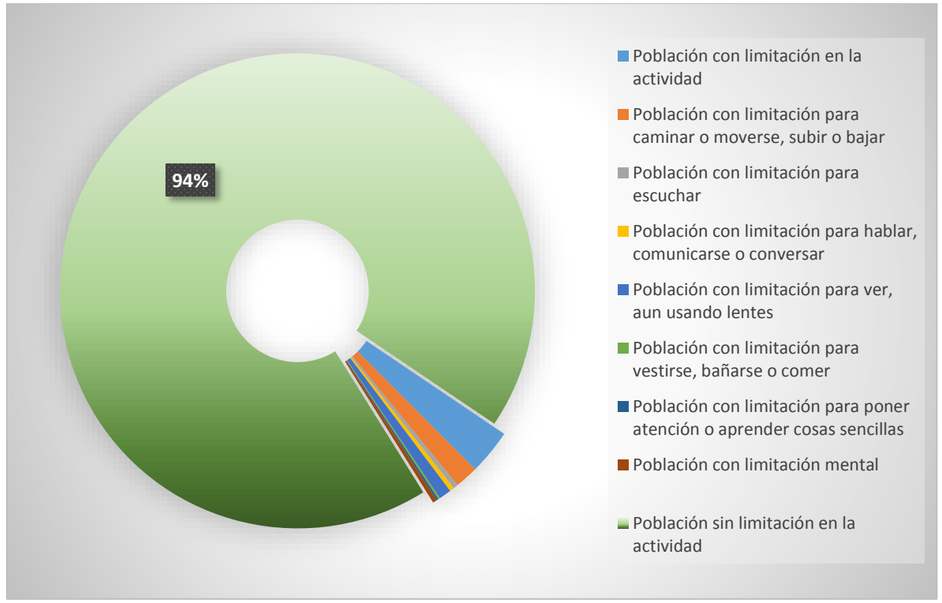


Figura (8). Relación entre el porcentaje de la población limitada según el tipo de discapacidad y la población sin limitaciones en San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

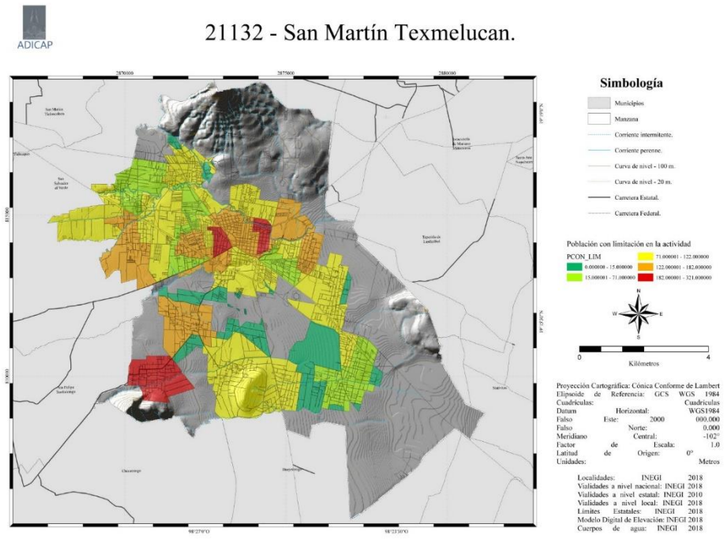
En esta gráfica se observa que el 94% de la población en San Martín Texmelucan no cuenta con discapacidad, mientras que el 6% de la población municipal tiene algún tipo. Nuevamente se pueden observar las posiciones que ocupan las distintas limitaciones, pero ahora con un referente de la población total municipal.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	POBLACION	POBLACION CON ALGUNA LIMITACIÓN
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	20	53	4774	182
	004A	38	5367	249
	54	40	2538	182
	177	24	2778	96
	209	33	1646	33
	213	42	2714	81
	247	23	1930	62
	321	37	4810	133
	336	51	5810	93
	340	47	5385	315
	355	40	3223	147
	036A	37	2397	115
	374	30	3126	84
	389	37	4903	123

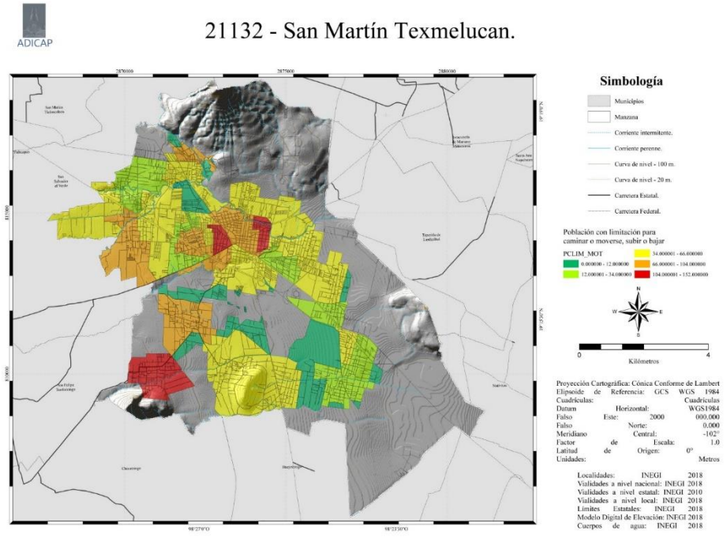
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	393	27	2285	105
	406	25	2829	123
	410	39	4807	144
	425	45	2920	60
	529	33	2243	109
	533	29	2787	97
	548	31	2798	85
	552	24	2057	37
	567	4	338	5
	656	2	9	0
	660	11	588	8
	675	2	80	0
	068A	7	272	7
	707	1	104	3
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	4072	88
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	4802	72
SAN JUAN TUXCO	124	49	5249	151
	251	4	171	0
	266	15	485	12
	270	7	265	15
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	787	124
	285	24	1678	33
	029A	78	3581	82
	043A	34	2490	25
	444	40	3351	90
	459	38	4111	138
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	1207	5
	463	79	3476	48
	478	64	5280	51
	482	45	6002	85
	497	36	4739	80
	571	40	3959	96
	586	34	1867	30
	590	7	340	3
	603	1	48	0
	618	5	135	0
	622	2	84	0
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	4055	220

Tabla (23). Población con discapacidad en zonas urbanas, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

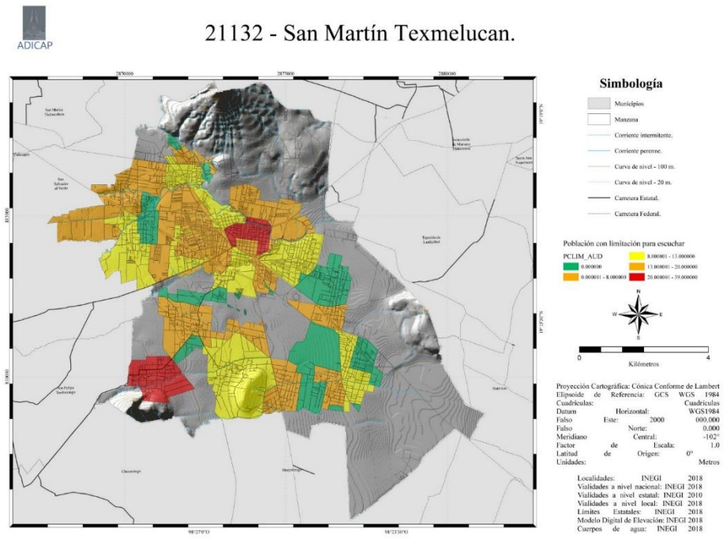
Finalmente en la última tabla se presenta la población con alguna limitación en general por manzana y AGEB, situación que está bien detallada en los mapas. Aquí se puede observar el número de personas que tienen una discapacidad por AGEG, por ejemplo, el AGEB que presenta el mayor número de personas con alguna limitación es el 240 ubicado en la cabecera municipal.



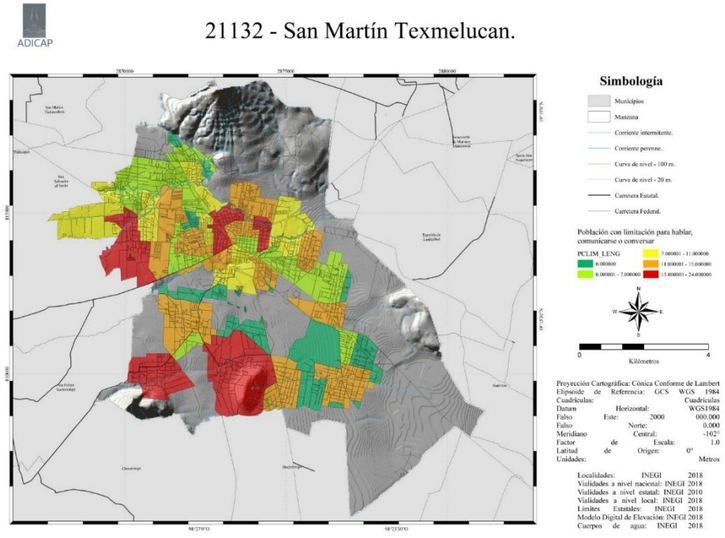
Mapa (19). Discapacidad de la Población por Localidad. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



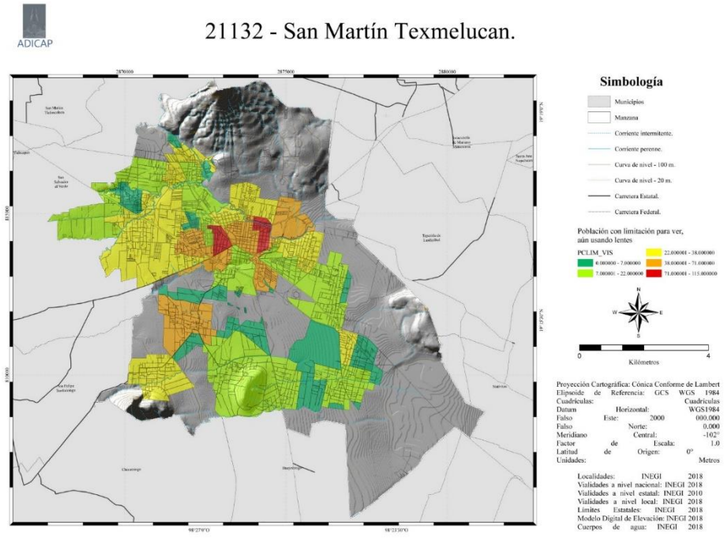
Mapa (20). Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (21). Población con limitación para escuchar. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (22). Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (23). Población con limitación para ver, aun usando lentes. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

4.9 *LENGUA INDÍGENA.*

Las sociedades indígenas son uno de los sectores más desprotegidos socialmente de México. Representan a la vez la riqueza nacional y las carencias sociales. La incorporación de esta población a la nación requiere de un esfuerzo incluyente que contemple las medidas necesarias en los diferentes sectores institucionales. Las particularidades de la población indígena, como su lengua, implican un reto de rescate lingüístico, que es en sí patrimonio cultural nacional, pero además de su localización y valoración en tanto población que se como cualquier otra persona social está siempre ante riesgos latentes.

De acuerdo a INEGI, la población que habla alguna lengua indígena en el Municipio de San Martín Texmelucan de 5 años y más en 2010 eran 716 personas. Para el 201, la población de 3 años y más que hablan una lengua indígena representaba el 0.54% de la población total municipal. Es importante recalcar que este porcentaje de la población también habla el español.

No obstante el porcentaje de la población que habla una lengua indígena es casi inapreciables, la población que se auto adscribe como indígena, represento en 2015 el 18.28% de la población.

Nombre de la localidad	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español
San Martín Texmelucan de Labastida	427	2	308
San Buenaventura Tecaltzingo	47	0	45
San Francisco Tepeyecac	16	0	7
San Jerónimo Tianguismanalco	18	0	6
San Juan Tuxco	64	0	61
San Rafael Tlanalapan	42	2	34
Santa María Moyotzingo	89	2	43
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	1	0	1
Colonia San Vicente (El Ameyal)	0	0	0
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	3	0	3
Los Ángeles	0	0	0
Campo Melesio Solano	0	0	0
La Purísima	*	*	*
Llano las Piedras	0	0	0
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	0	0	0
San Cristóbal Tepatlaxco	0	0	0
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	0	0	0
El Moral	0	0	0
San Juan Tuxco	0	0	0
La Vía	0	0	0
La Loma	0	0	0
Los Pinos	1	0	0
San José	*	*	*
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	0	0	0
Santa Cruz de los Ángeles	0	0	0
El Encanto	*	*	*
San Jerónimo Tianguismanalco	0	0	0
San José los Arcos	0	0	0
San Juan Tlale	0	0	0
Tlaixco	0	0	0
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	0	0	0
El Venturero	0	0	0
Lomas de San Antonio	0	0	0
La Antena	0	0	0
Colonia Santa Cruz	3	0	3
La Loma	9	0	8
Llano de Tlahizco	0	0	0
Panoloya	*	*	*
Cozala	*	*	*
San Antonio Chico	0	0	0
Yeloxochitlán	0	0	0
La Joya	0	0	0
San Buena Ventura Tecalzingo	*	*	*
Total del Municipio	722	6	521

Tabla (24). Población hablante de una lengua indígena por localidad, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

En la tabla anterior se expresan tres indicadores de la lengua indígena en San Martín Texmelucan, los cuales contabilizan la población de acuerdo a su localidad de residencia. Ahí figura la cabecera municipal con el mayor número de población mayor de 3 años hablante de una lengua indígena con 427 personas.

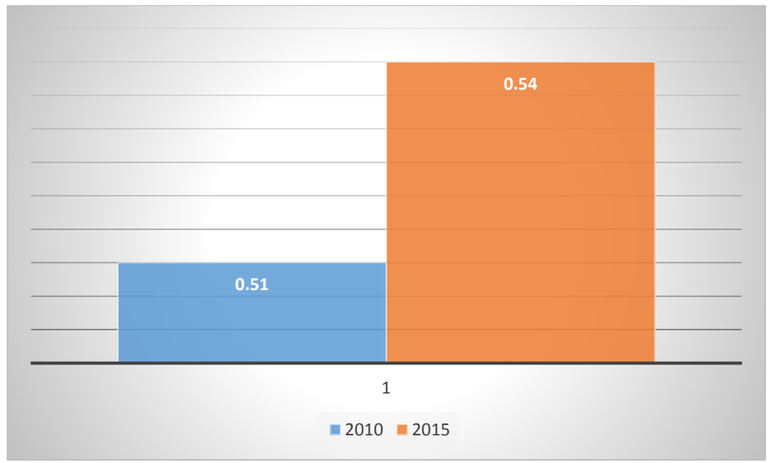
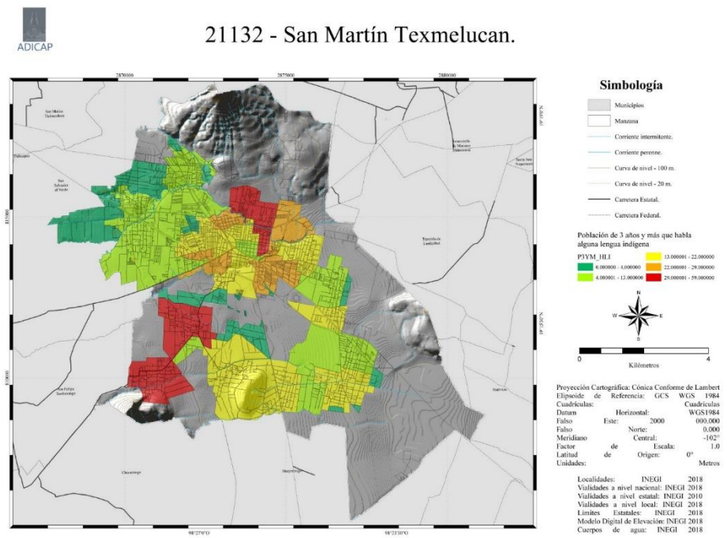
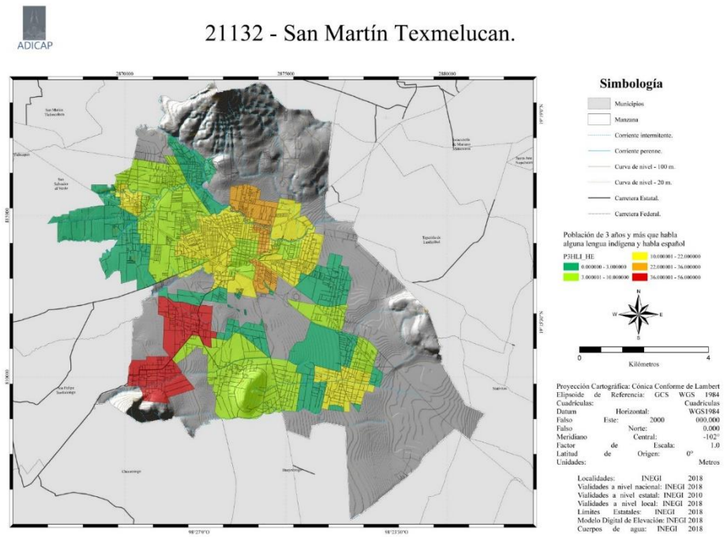


Figura (8). Porcentaje de la población que habla alguna lengua indígena, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010, 2015.

El CENAPRED, considera caracterizar la condición de vulnerabilidad, de acuerdo al porcentaje de habla indígena, con los rangos: predominantemente indígena y predominantemente no indígena. En tal sentido el porcentaje que la población requerido para considerarse predominantemente indígena es de más del 40%, por lo que San Martin Texmelucan se encuentra en el rango de predominantemente no indígena.



Mapa (24). Porcentaje de la Población de 3 años y más que habla una lengua indígena. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (25).Población de 3 años y más que habla una lengua indígena y español. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

*4.10 **SALUD***

La salud es una responsabilidad individual, pero antes que ello una de tipo social. Diferentes factores contribuyen para la comprensión de la condición en que se encuentra una sociedad de acuerdo a esta dimensión. Uno de los factores más determinantes en esta medición es la del acceso poblacional a la derechohabiencia.

La atención de salud es uno de los principales factores para comprender esta dimensión en tanto el buen uso de este servicio reduce los riesgos personales y por tanto sociales de padecer alguna enfermedad, de agravarla o de hacerla conducto de fatalidad.

En San Martín Texmelucan hay un total de 80,787 habitantes sin derechohabiencia. De acuerdo a INEGI (2010), el rango de vulnerabilidad era medio, situación que ha cambiado en la actualidad como se verá más adelante. Para conocer más a fondo la derechohabiencia en San Martín Texmelucan se presenta a continuación una tabla donde se expresa la población sin derechohabiencia por AGEB y manzana. Los AGEBS que más albergan este tipo de población se encuentran en la localidad de Santa María Moyotzingo, destacando el AGEB 478 y 482.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	POBLACION SIN DERECHOHABIENCIA
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	20	53	2453
	004A	38	2474
	54	40	1319
	177	24	1693
	209	33	730
	213	42	1264
	247	23	1086
	321	37	2555
	336	51	2712
	340	47	3338
	355	40	1836
	036A	37	1394
	374	30	1932
	389	37	2889
	393	27	1443
	406	25	1493
	410	39	2648
	425	45	1518
	529	33	1017
	533	29	1271
	548	31	1245
	552	24	1120
	567	4	132
	656	2	8
	660	11	167
	675	2	47
	068A	7	168
	707	1	49
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	2268
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	2634
SAN JUAN TUXCO	124	49	3504
	251	4	112
	266	15	354
	270	7	170
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	453
	285	24	915
	029A	78	1655
	043A	34	1569
	444	40	2190
	459	38	2613
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	799
	463	79	2290
	478	64	3662
	482	45	3570
	497	36	3108
	571	40	2289
	586	34	1280
	590	7	244
	603	1	34
	618	5	100
	622	2	13
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	2886

Tabla (25). Población sin derechohabiencia a servicios de salud por zona urbana, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.

En la figura siguiente se muestra el porcentaje de la población afiliada contra el de la población no afiliada en 2015. Según esta actualización, el rango de vulnerabilidad en la actualidad se encuentra en MUY BAJO, puesto que se encuentra entre 17.63 y 34.10 por ciento de la población no afiliada.

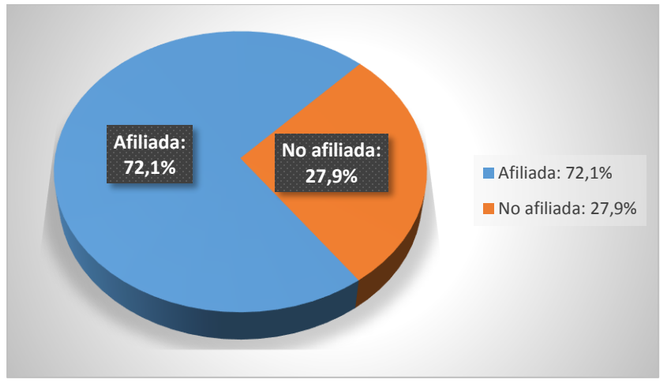


Figura (9). Porcentaje de la población afiliada y no afiliada, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.

De manera más específica, se puede comprender el porcentaje dela población afiliada por institución, donde figura el seguro popular como el factor que bajo de manera significativa el rango de vulnerabilidad en San Martín Texmelucan por derechohabiencia. Además se puede observar la comparativa entre los que sucede a nivel estatal y municipal.

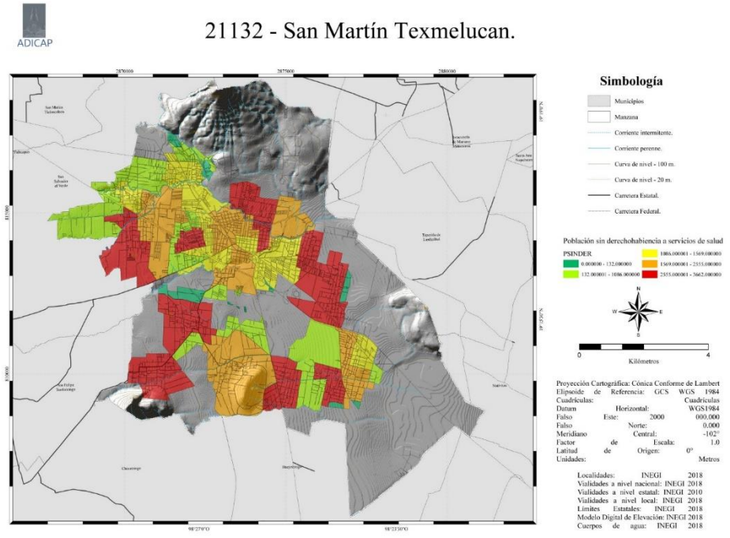
Filiación	% Estado de Puebla	% San Martín Texmelucan
Seguro Popular	69,4	63,9
PEMEX, SDN o SM	0,5	2,9
ISSSTE	5,7	5,4
IMSS	23,5	27
PRIVADO	2,2	1,4
OTRA	0,9	0,7

Tabla (26). Porcentaje de la población derechohabiente según filiación, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.

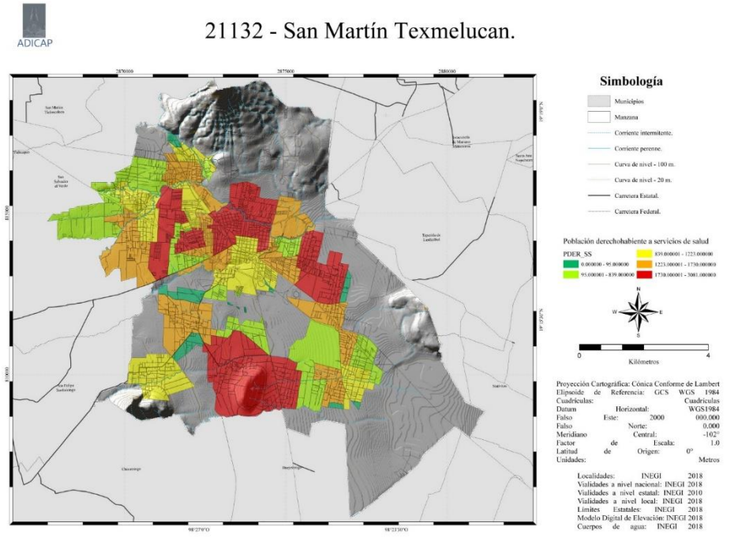
A nivel localidad, en la siguiente tabla, se pueden observar el total de la población que tiene y no tiene derechohabiencia en 2010, lo que se puede ver como una representación histórica de la población con y sin derechohabiencia en el municipio.

Nombre de la localidad	Población sin derechohabiencia a servicios de salud	Población derechohabiente a servicios de salud
San Martín Texmelucan de Labastida	40001	35137
San Buenaventura Tecaltzingo	2886	1162
San Francisco Tepeyecac	2268	1784
San Jerónimo Tianguismanalco	2634	2120
San Juan Tuxco	4140	2015
San Rafael Tlanalapan	9395	6551
Santa María Moyotzingo	17389	9522
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	84	69
Colonia San Vicente (El Ameyal)	120	63
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	125	199
Los Ángeles	166	154
Campo Melesio Solano	23	0
La Purísima	*	*
Llano las Piedras	74	47
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	28	15
San Cristóbal Tepatlaxco	80	32
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	52	40
El Moral	42	40
San Juan Tuxco	22	15
La Vía	12	10
La Loma	97	85
Los Pinos	0	17
San José	*	*
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	3	3
Santa Cruz de los Ángeles	111	29
El Encanto	*	*
San Jerónimo Tianguismanalco	12	4
San José los Arcos	50	59
San Juan Tlale	52	23
Tlaixco	16	9
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	248	82
El Venturero	15	0
Lomas de San Antonio	34	35
La Antena	10	5
Colonia Santa Cruz	82	60
La Loma	314	85
Llano de Tlahizco	83	35
Panoloya	*	*
Cozala	*	*
San Antonio Chico	35	6
Yeloxochitlán	59	20
La Joya	17	3
San Buena Ventura Tecalzingo	*	*
Total del Municipio	80787	59555

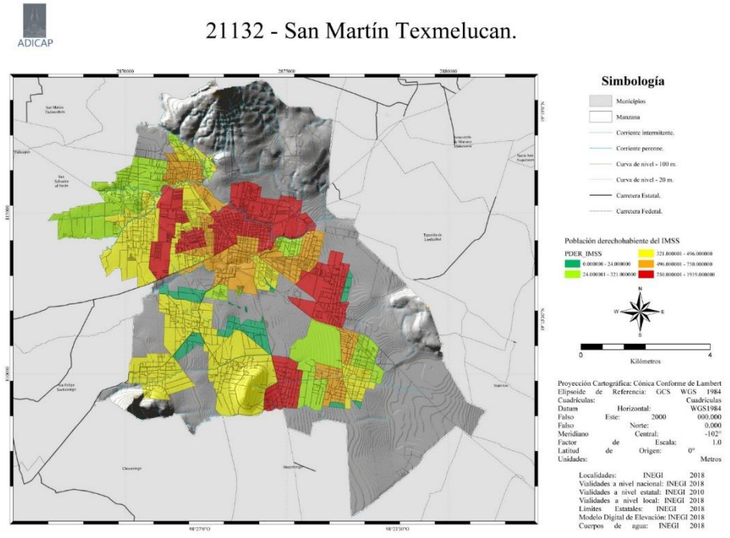
Tabla (27). Población sin y con derechohabiencia por localidad, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015.



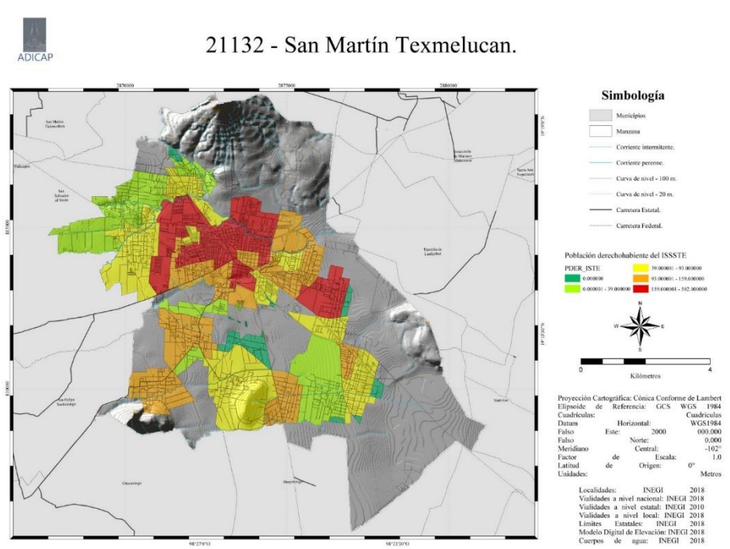
Mapa (26). Población sin Derechohabiencia a servicios de Salud. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



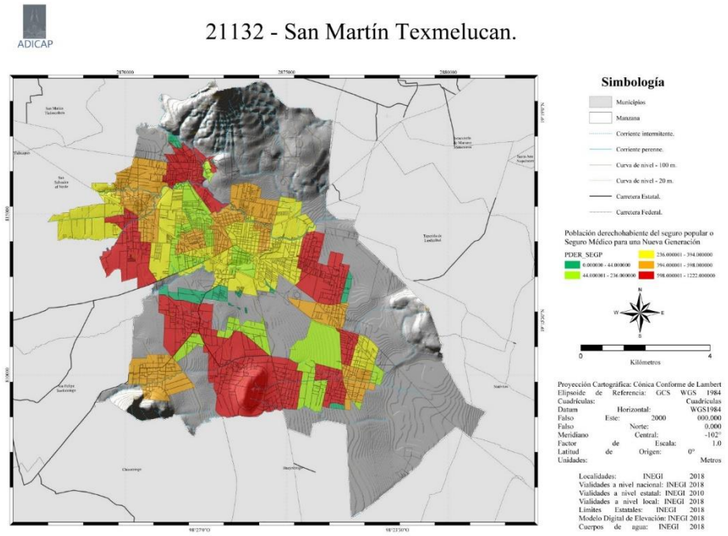
Mapa (27). Población Derechohabiente a servicios de Salud. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (28). Población Derechohabiente del IMSS. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (29). Población Derechohabiente del ISSSTE. Elaboración propia con base en INEGI, 2015.



Mapa (30). Población Derechohabiente del Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación. INEGI, 2015.

4.11 POBREZA.

El concepto de pobreza se asocia directamente con la falta de recursos económicos (ingresos) de una persona, y las carencias sociales como lo es la educación, seguridad social, vivienda con servicios básicos (agua, luz). La pobreza en tanto carencias se vuelve uno de los factores de riesgos necesarios de comprender. Como se muestra en la siguiente tabla, la pobreza alimentaria en Texmelucan disminuyo hacia el 2010, esta situación sucede en el caso de pobreza por capacidades y patrimonio. De resaltar se encontró que los tres tipos de pobreza ascendieron en el año 2000 aunque hacia el 2010 baja en los tres casos.

Entidad federativa	Alimentaria				Capacidades				Patrimonio		
	1990	2000	2010		1990	2000	2010		1990	2000	2010
Puebla	34,2	40,3	30,0		42,6	48,5	39,4		63,8	68,0	63,6
San Martín Texmelucan	21,0	24,1	19,4		30,0	33,2	28,6		56,0	57,9	55,6

Tabla (28).Evolución de la Pobreza por Ingreso. CONEVAL, 2015.

Una de las mediciones de pobreza es la de carencias. En tal sentido CONEVAL calculo diferentes indicadores de carencias en el 2015. Así se puede observar en la siguiente tabla que la principal carencia que afecta a San Martín Texmelucan es la de por acceso a la seguridad social, sin embargo se mantiene por debajo del porcentaje que se presenta a nivel estatal.

	Porcentaje de población con carencia por rezago educativo	Porcentaje de población con carencia por acceso a los servicios de salud	Porcentaje de población con carencia por acceso a la seguridad social	Porcentaje de población con carencia por calidad y espacios de la vivienda	Porcentaje de población con carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	Porcentaje de población con carencia por acceso a la alimentación
Puebla San	17,1	43,8	73,8	12,3	13,2	21,5
Martín Texmelucan	14,4	25,2	69,7	6,8	5,8	20,8

Tabla (29).Población con carencias San Martín Texmelucan. CONEVAL, 2015.

En otra medición, el CONEVAL, ha registrado el porcentaje de la población en situación de pobreza moderada y de pobreza a nivel municipal. En este caso, la población que se encuentra en condición de pobreza moderada representa el 55% de la población, mientras que la que se encuentra en situación de pobreza extrema es del 5.4%, con lo que se infiere que el 39.6% de la población no se encuentra en situación de pobreza.

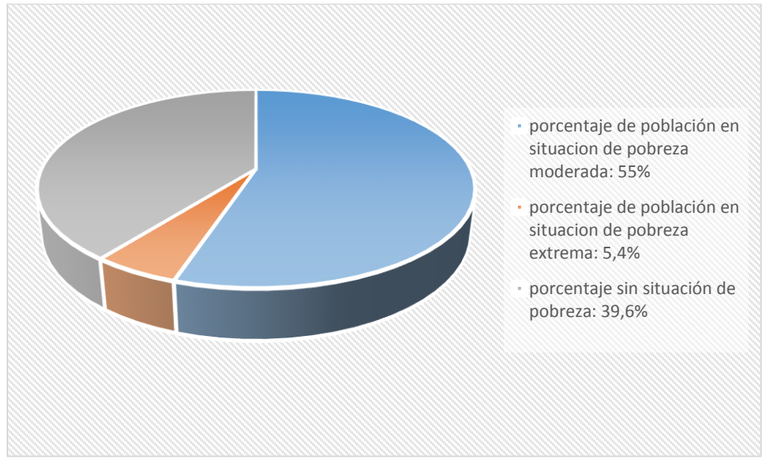


Figura (10). Porcentaje de la población en situación de pobreza San Martín Texmelucan, CONEVAL, 2015.

Finalmente como referencia histórica, se presenta en la siguiente tabla los porcentajes de población en situación de pobreza comparativamente entre los años 2010 y 2015.

	porcentaje de población en situación de pobreza moderada	porcentaje de población en situación de pobreza extrema
2010	49,4	9,1
2015	55	5,4

Tabla (30). Comparativa del porcentaje de la población en situación de pobreza moderada y extrema 2010-2015. CONEVAL, 2015.

4.12 *HACINAMIENTO.*

El hacinamiento corresponde a la relación que existe entre el número de personas en una vivienda o casa y el espacio en que vive. El hacinamiento se vincula directamente con la planeación urbana y con planeación familiar, pero además con el nivel económico que permite e impide a la población vivir en un espacio suficiente. Los índices de hacinamiento permiten comprender, priorizar y agilizar la acción en caso pública en casos de alguna contingencia. En tal sentido se presenta a continuación una tabla del hacinamiento por localidad en San Martín Texmelucan.

Nombre de la localidad	Hacinamiento
San Martín Texmelucan de Labastida	0.99
San Buenaventura Tecaltzingo	1.29
San Francisco Tepeyecac	1.34
San Jerónimo Tianguismanalco	1.30
San Juan Tuxco	1.34
San Rafael Tlanalapan	1.15
Santa María Moyotzingo	1.41
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	1.42
Colonia San Vicente (El Ameyal)	1.17
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	1.33
Los Ángeles	1.37
Campo Melesio Solano	1.92
La Purísima	*
Llano las Piedras	1.38
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	1.13
San Cristóbal Tepatlaxco	0.95
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	1.28
El Moral	1.11
San Juan Tuxco	1.54
La Vía	2.44
La Loma	1.46
Los Pinos	0.74
San José	*
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	0.60
Santa Cruz de los Ángeles	1.43
El Encanto	*
San Jerónimo Tianguismanalco	1.23
San José los Arcos	0.84
San Juan Tlale	1.44
Tlaixco	1.32
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	1.50
El Venturero	1.36
Lomas de San Antonio	1.60
La Antena	1.15
Colonia Santa Cruz	1.35
La Loma	1.76
Llano de Tlahizco	1.53
Panoloya	*
Cozala	*
San Antonio Chico	1.95
Yeloxochitlán	1.65
La Joya	1.33
San Buena Ventura Tecalzingo	*

Tabla (31).Hacinamiento promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas por localidad, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

A nivel AGEB y manzana el hacinamiento en San Martín Texmelucan presenta el caso más delicado en Santa María Moyotzingo, donde destacan el AGEB 122 el 603 y 590, donde la máxima expresión es de 2.71 habitantes en viviendas particulares habitadas.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	(Hacinamiento) Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	(Hacinamiento) Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	20	53	3.78	0.83
	004A	38	3.67	0.87
	54	40	3.69	0.90
	177	24	3.88	1.05
	209	33	3.85	0.77
	213	42	3.82	0.79
	247	23	3.94	1
	321	37	4.01	1.02
	336	51	3.97	0.97
	340	47	4.21	1.04
	355	40	4.09	0.99
	036A	37	4.12	1.06
	374	30	3.86	0.93
	389	37	4.57	1.27
	393	27	4.33	1.26
	406	25	3.93	0.93
	410	39	4.06	1.03
	425	45	4.14	1.04
	529	33	4.57	1.20
	533	29	4.21	1.08
	548	31	4.53	1.17
	552	24	3.97	0.95
	567	4	4.35	1.19
	656	2	3	1.29
	660	11	3.84	1.07
	675	2	5	1.48
	068A	7	4.46	1.22
	707	1	4	1.18
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	4.39	1.34
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	4.47	1.30
SAN JUAN TUXCO	124	49	4.34	1.34
	251	4	4.38	1.20
	266	15	4.29	1.50
	270	7	4.08	1.13
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	4.80	1.32
	285	24	4.45	1.30
	029A	78	3.92	0.92
	043A	34	4.57	1.26
	444	40	4.24	1.20
	459	38	4.66	1.21
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	4.93	1.45
	463	79	4.93	1.49
	478	64	4.88	1.54
	482	45	4.65	1.32
	497	36	4.86	1.37
	571	40	4.93	1.36
	586	34	4.78	1.41
	590	7	6.18	1.78
	603	1	6	1.78
	618	5	5	1.35
	622	2	6.46	2.71
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	4.39	1.29

Tabla (32).Hacinamiento promedio por manzana y AGEB, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

4.13 ***MARGINACIÓN.***

La marginación se calcula a través de la revisión y relación de diferentes indicadores, entre los que destacan los de pobreza, de carencias, privación social, etc. El grado de marginación indica en qué medida es necesaria la acción pública según el grado que presente. Es una situación que tiene que tomarse en cuenta en el ámbito de los riesgos sociales en tanto la priorización del auxilio en casos de contingencia es esencial.

En el caso de San Martín Texmelucan se presentan en la siguiente tabla el grado de marginación por localidad y el ámbito de la población. Como se puede observar, el grado de marginación alto predomina en las sociedades de tipo rural, lo cual cambia para el caso de las de tipo urbana donde prevalece el grado medio de marginación. Sólo en 7 localidades, del total registradas, el grado de marginación es bajo y muy bajo. Destacan los casos con muy baja marginación de San José de los Arcos y los Pinos.

Nombre de la localidad	Grado de marginación de la localidad	Ámbito
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	Alto	Rural
Los Ángeles	Alto	Rural
Campo Melesio Solano	Alto	Rural
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	Alto	Rural
La Vía	Alto	Rural
La Loma	Alto	Rural
Santa Cruz de los Ángeles	Alto	Rural
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	Alto	Rural
Lomas de San Antonio	Alto	Rural
La Antena	Alto	Rural
Colonia Santa Cruz	Alto	Rural
La Loma	Alto	Rural
Llano de Tlahizco	Alto	Rural
San Antonio Chico	Alto	Rural
Yeloxochitlán	Alto	Rural
La Joya	Alto	Rural
San Martín Texmelucan de Labastida	Bajo	Urbano
San Buenaventura Tecaltzingo	Medio	Urbano
San Carlos Buenavista	*	Rural
San Francisco Tepeyecac	Medio	Urbano
San Jerónimo Tianguismanalco	Medio	Urbano
San Juan Tuxco	Medio	Urbano
San Rafael Tlanalapan	Bajo	Urbano
Santa María Moyotzingo	Medio	Urbano
Colonia San Vicente (El Ameyal)	Bajo	Rural
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	Medio	Rural
La Purísima	*	Rural
El Llano (La Estación)	*	Rural
Llano las Piedras	Medio	Rural
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	Bajo	Rural
San Cristóbal Tepatlaxco	Bajo	Rural
El Moral	Medio	Rural
San Juan Tuxco	Medio	Rural
Vista Hermosa	*	Rural
Los Pinos	Muy bajo	Rural
San José	*	Rural
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	Medio	Rural
El Encanto	*	Rural
San Jerónimo Tianguismanalco	Bajo	Rural
San José los Arcos	Muy bajo	Rural
San Juan Tlale	Bajo	Rural
El Tarasco	*	Rural
Tlaixco	Medio	Rural
Xahuenramos (El Jagüeycito de Xahuenramos)	*	Rural
Adhesivos	*	Rural
La Tejocotera	*	Rural
El Venturero	Medio	Rural
El Jagüey (Ejido San Martín)	*	Rural
Panoloya	*	Rural
Cozala	*	Rural
Tepetitla	*	Rural
La Libertad Antorchista	*	Rural
San Buena Ventura Tecalzingo	*	Rural

Tabla (33). Grado de Marginación por localidad, San Martín Texmelucan. CONAPO, 2010.

4.14 ***MARGINACIÓN POR AGEB.***

Un AGEB es un área Geoestadística Básica, o sea una extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales delimitada por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de accesible de identificación en el terreno, y cuyo uso de suelo es de tipo habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc. Preferentemente.

De acuerdo a SEDESOL (2010), se presentan los AGEBs y su grado de marginación, en donde a diferencia de los que sucede a nivel local predomina el nivel bajo. Hay que considerar que los AGEBs analizados son de tipo urbano. Los AGEBs rurales, que presentan los altos grados marginación, no están contemplados en este análisis.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	Marginación
	20	**53**	**Bajo**
	004A	**38**	**Bajo**
	54	**40**	**Bajo**
	177	**24**	**Bajo**
	209	**33**	**Bajo**
	213	**42**	**Bajo**
	247	**23**	**Bajo**
	321	**37**	**Bajo**
	336	**51**	**Bajo**

SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	340	47	Bajo
	355	40	Bajo
	036A	37	Bajo
	374	30	Bajo
	389	37	Bajo
	393	27	Bajo
	406	25	Bajo
	410	39	Bajo
	425	45	Bajo
	529	33	Bajo
	533	29	Bajo
	548	31	Bajo
	552	24	Bajo
	567	4	Bajo
	656	2	Bajo
	660	11	Bajo
	675	2	Bajo
	068A	7	Bajo
	707	1	Bajo
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	Medio
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	Medio
SAN JUAN TUXCO	124	49	Medio
	251	4	Medio
	266	15	Medio
	270	7	Medio
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	Bajo
	285	24	Bajo
	029A	78	Bajo
	043A	34	Bajo
	444	40	Bajo
	459	38	Bajo
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	Medio
	463	79	Medio
	478	64	Medio
	482	45	Medio
	497	36	Medio
	571	40	Medio
	586	34	Medio
	590	7	Medio
	603	1	Medio
	618	5	Medio
	622	2	Medio
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	Medio

Tabla (34). Grado de Marginación por AGEB, Manzanas en zonas urbanas, San Martín Texmelucan. SEDESOL, 2010.

4.15 *CARACTERÍSTICAS DE VIVIENDA.*

El tipo de vivienda nos permite comprender de manera parcial los riesgos sociales en que se encuentran sus habitantes. Según sus características, las viviendas dan nociones sobre las carencias económicas y sociales en que se encuentran las personas. Para efectos de las contingencias naturales, el tipo de vivienda en cuanto a materiales, ayuda a la movilización del personal de acuerdo a la priorización, que se logra precisamente por el conocimiento de estas particularidades.

4.16 *TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA.*

El conocimiento de los materiales de construcción es importante para cuantificar la vulnerabilidad de una vivienda, la información que se presenta considera la correlación entre los niveles Estatales y Municipales, así como ciertas áreas geoestadísticas básicas (AGEB) de las cuales se tiene información.

En el caso de San Martín Texmelucan, se contabilizan un total de 33,122 viviendas, de las cuales 2,193 tienen piso de tierra. Las localidades con más casas de piso de tierra son: Santa María Moyotzingo con 804, y San Martín Texmelucan de Labastida con 547. Junto con estas localidades, las de predominancia con pisos de tierra son territorios de tipo urbano, tal como se puede ver en la siguiente tabla.

Nombre de la localidad	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
Total del Municipio	38615	33122	2193
Localidades de una vivienda	8	5	0
Localidades de dos viviendas	6	2	0
San Martín Texmelucan de Labastida	22286	18728	545
San Buenaventura Tecaltzingo	1073	925	74

San Francisco Tepeyecac	1088	929	75
San Jerónimo Tianguismanalco	1170	1076	199
San Juan Tuxco	1649	1427	169
San Rafael Tlanalapan	4275	3676	143
Santa María Moyotzingo	6138	5613	804
Unidad Petrolera (Unidad Habitacional PEMEX)	68	30	7
Colonia San Vicente (El Ameyal)	51	43	6
San Miguel Lardizábal (Colonia Altamirano)	78	69	8
Los Ángeles	76	64	7
Campo Melesio Solano	4	3	1
La Purísima	6	2	*
Llano las Piedras	33	26	2
San Baltazar Temaxcalac (La Ciénega)	12	11	1
San Cristóbal Tepatlaxco	34	30	2
San Lucas Atoyatenco (Los Ranchitos)	22	21	5
El Moral	35	22	3
San Juan Tuxco	7	6	1
La Vía	4	4	2
La Loma	44	37	9
Los Pinos	9	5	0
San José	2	1	*
San Baltazar Temaxcalac (El Pollo Gordo)	3	3	0
Santa Cruz de los Ángeles	36	30	8
El Encanto	2	1	*
San Jerónimo Tianguismanalco	5	4	0
San José los Arcos	35	26	0
San Juan Tlale	15	14	0
Tlaixco	8	7	1
San Baltazar (San Mateo Ayecac)	76	70	27
El Venturero	4	4	0
Lomas de San Antonio	16	15	6
La Antena	4	4	0
Colonia Santa Cruz	36	32	4
La Loma	144	111	62
Llano de Tlahizco	27	22	9
Panoloya	2	1	*
Cozala	1	1	*
San Antonio Chico	11	8	4
Yeloxochitlán	19	15	7
La Joya	6	5	2
San Buena Ventura Tecalzingo	1	1	*

Tabla (35). Viviendas con piso de tierra por AGEB en zonas urbanas, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

Como se muestra en la figura siguiente, las viviendas habitadas con piso de material diferente al de tierra representan el 94%, mientras que las de piso de tierra el 6%.

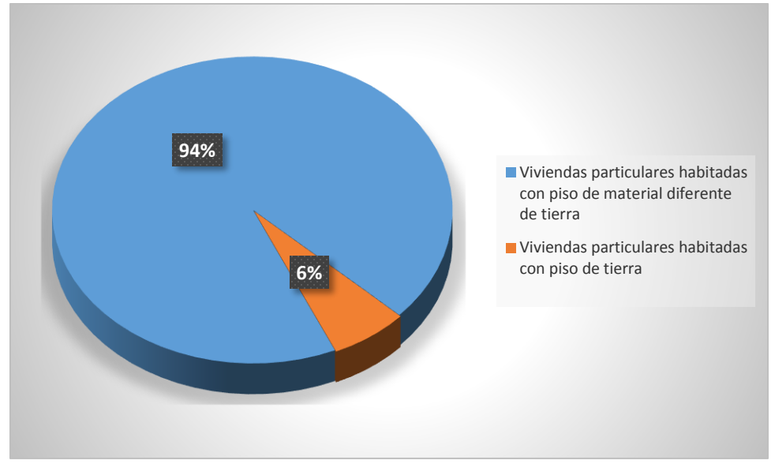


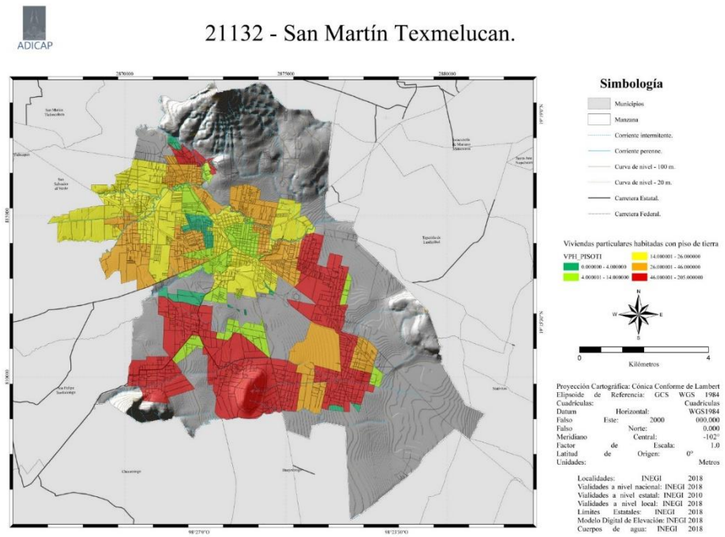
Figura (11). Indicadores de vivienda por localidad, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.

En la siguiente tabla se presentan los indicadores: viviendas particulares con piso de material diferente de tierra y viviendas particulares habitadas con piso de tierra, en este caso se expresa la representación por AGEB y manzana. Los AGEBs con más viviendas habitas con piso de tierra están en San Jerónimo Tianguismanalco, San Juan Tuxco y Santa María Moyotzingo. En este caso figura el AGEB 478, en la localidad de Moyotzingo, con 205 viviendas en esta condición, que es el más alto del municipio.

LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
	20	**53**	**1218**	**8**
	004A	**38**	**1438**	**17**
	54	**40**	**662**	**7**
	177	**24**	**687**	**26**
	209	**33**	**422**	**4**
	213	**42**	**699**	**
	247	**23**	**462**	**27**
	321	**37**	**1176**	**18**
	336	**51**	**1397**	**37**
	340	**47**	**1238**	**31**

SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	355	40	764	15
	036A	37	562	17
	374	30	783	25
	389	37	990	67
	393	27	49	31
	406	25	704	14
	410	39	1152	31
	425	45	669	34
	529	33	441	47
	533	29	631	30
	548	31	586	29
	552	24	506	9
	567	4	69	7
	656	2	3	0
	660	11	148	5
	675	2	16	0
	068A	7	55	6
	707	1	25	*
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	842	75
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	865	199
SAN JUAN TUXCO	124	49	1053	148
	251	4	35	4
	266	15	102	10
	270	7	58	7
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	148	16
	285	24	356	17
	029A	78	880	16
	043A	34	513	24
	444	40	747	25
	459	38	836	45
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	196	46
	463	79	579	102
	478	64	844	205
	482	45	1093	178
	497	36	847	123
	571	40	704	91
	586	34	351	37
	590	7	47	8
	603	1	6	*
	618	5	18	9
	622	2	10	3
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	848	74

Tabla (36). Viviendas con piso de tierra por AGEB en zonas urbanas, San Martín Texmelucan. INEGI, 2010.



Mapa (31) Piso de tierra por localidad.

4.17 *SERVICIOS (AGUA, LUZ, DRENAJE).*

Otra de las dimensiones que ayudan a comprender el riesgo social es el de los servicios con que cuentan las casas habitadas. Los servicios básicos de vivienda son los de agua potable, eléctrico y drenaje. En el caso de San Martín Texmelucan, como se muestra en la siguiente gráfica, se puede leer que el 93% de las viviendas particulares habitadas cuentan con los tres servicios mencionados. Eso quiere decir que todavía, el 7% de la población tiene la carencia de uno o más de estos servicios. Así, se puede ver que el 1% de viviendas particulares habitadas no cuenta con luz eléctrica, el 3% no cuenta con agua entubada y otro 3% no cuenta con drenaje.

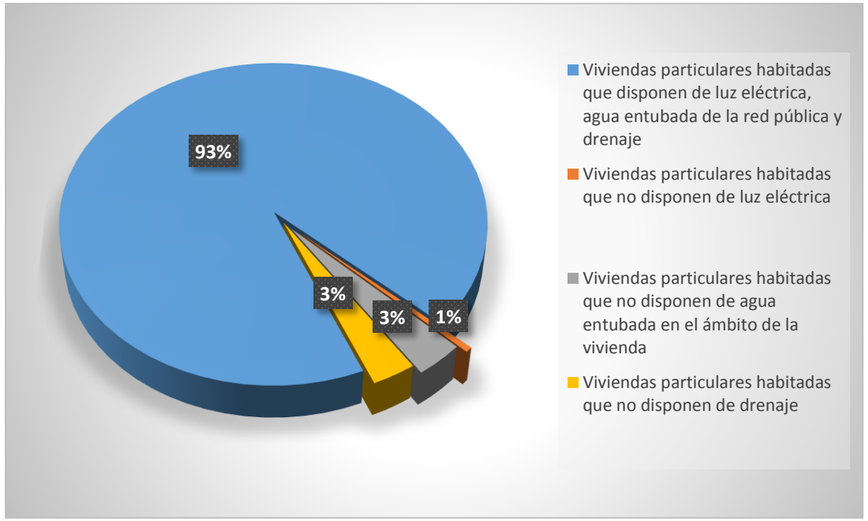


Figura (12).Viviendas particulares habitadas e indicadores de servicios, San Martín Texmelucan. INEGI, 2015

En relación a estos indicadores, pero con mayor detalle, se puede observar en la gráfica siguiente en números concretos la población que cuenta con los tres servicios. Esta información se relaciona con el total de viviendas habitas y el total de viviendas, lo cual nos proporciona una imagen de la relación entre aquellos y la población que tiene acceso a estos servicios.

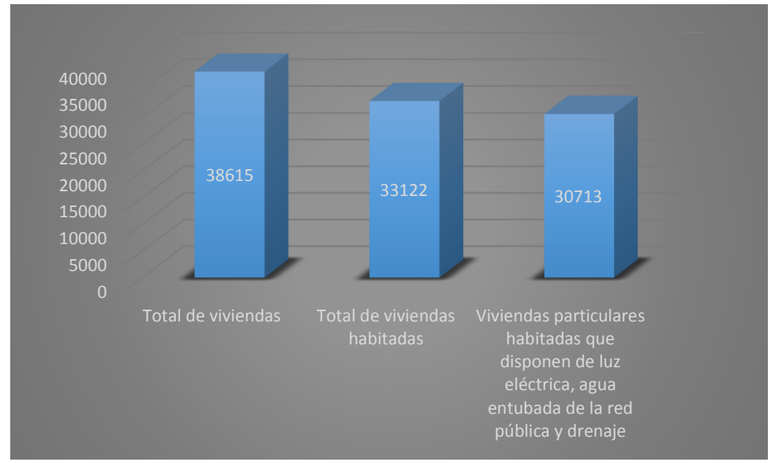


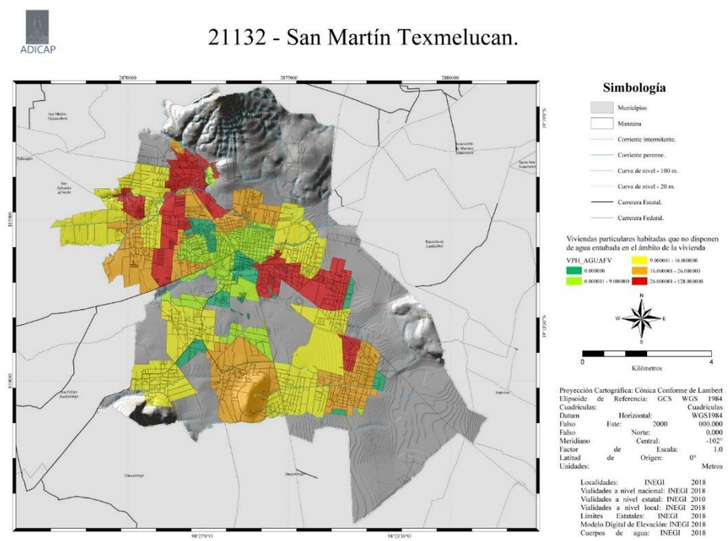
Figura (13). Carencia de Servicios en vivienda (Porcentaje). Elaboración propia con base en SEDESOL, 2015.

Con mayor especificidad, se presenta a continuación una tabla en la que se leen los tres indicadores que nos interesan. Esta vez, la información presentada se expresa a nivel AGEB y en relación al número de manzanas del AGEB. Aquí es relevante que en la cabecera municipal se encuentra el AGEB con mayor problema en cuanto agua potable, siendo este el número 529. Por otro lado, el drenaje representa un problema para la localidad de San Jerónimo Tianguismanalco y San Francisco Tepeyecac, que cuentan con 123 y 91 viviendas con esta carencia respectivamente.

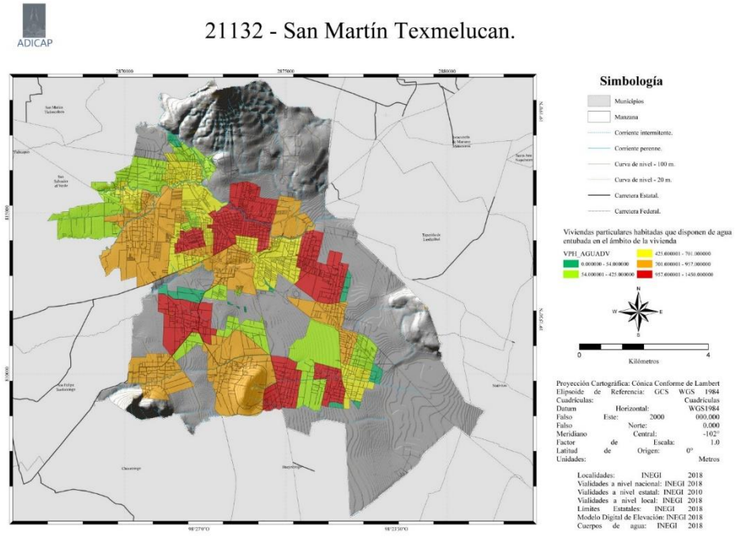
LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	**Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica**	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
	20	**53**	**0**	**5**	*****
	004A	**38**	**0**	**8**	*****
	54	**40**	**0**	**4**	*****
	177	**24**	*****	**9**	*****
	209	**33**	**0**	**0**	**0**
	213	**42**	**0**	*****	**0**
	247	**23**	*****	**18**	**8**

SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	321	37	*	20	3
	336	51	*	25	17
	340	47	0	4	*
	355	40	*	14	7
	036A	37	*	27	10
	374	30	*	*	0
	389	37	*	16	29
	393	27	*	10	4
	406	25	*	4	*
	410	39	*	7	4
	425	45	4	27	19
	529	33	*	128	10
	533	29	*	75	3
	548	31	*	52	9
	552	24	*	17	*
	567	4	*	3	5
	656	2	0	*	*
	660	11	0	*	0
	675	2	0	0	0
	068A	7	3	*	0
	707	1	0	22	*
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	16	21	91
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	7	11	123
SAN JUAN TUXCO	124	49	17	12	37
	251	4	0	5	3
	266	15	5	5	38
	270	7	*	0	0
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	3	11	7
	285	24	6	16	21
	029A	78	0	33	15
	043A	34	3	29	9
	444	40	0	11	24
	459	38	4	21	22
	302	11	9	15	44
	463	79	16	26	46
	478	64	10	24	65
	482	45	4	42	34
	497	36	*	13	11
	571	40	*	72	9
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	586	34	4	20	17
	590	7	0	*	6
	603	1	0	*	7
	618	5	0	*	*
	622	2	*	3	7
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	11	12	23

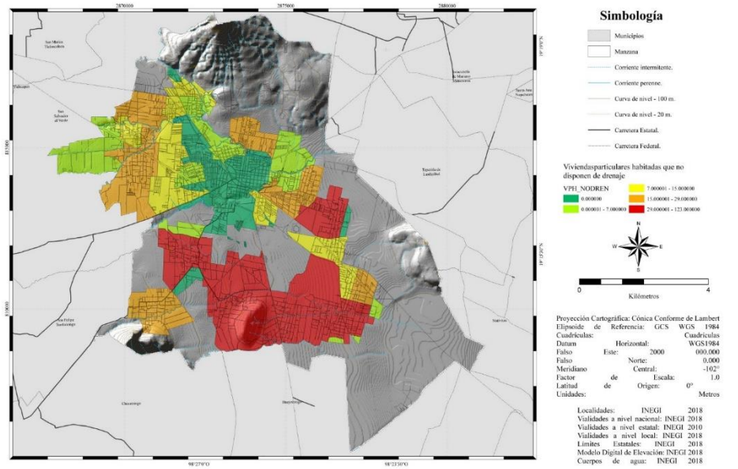
Tabla (37). Grado de servicios a vivienda. Elaboración propia con base en CONAPO (2010). 2015.



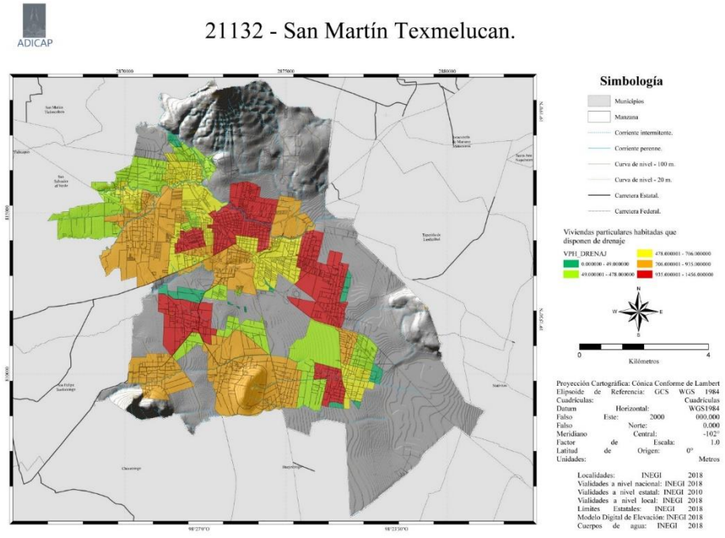
Mapa (32) Porcentaje de Población sin Servicio de Agua Potable,



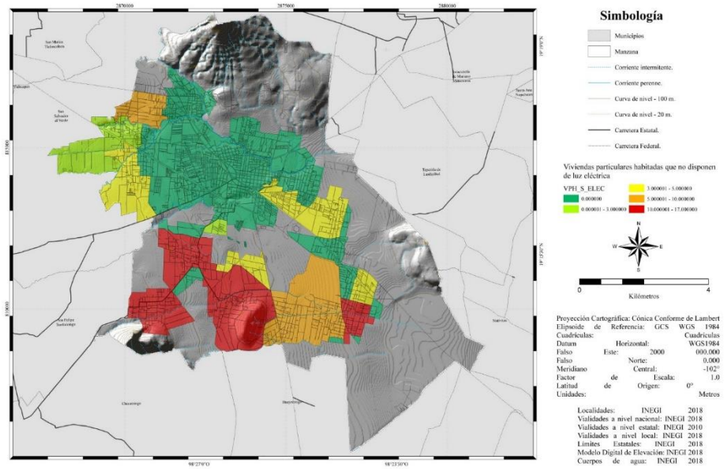
Mapa (33) Porcentaje de Población con Servicio de Agua Potable,



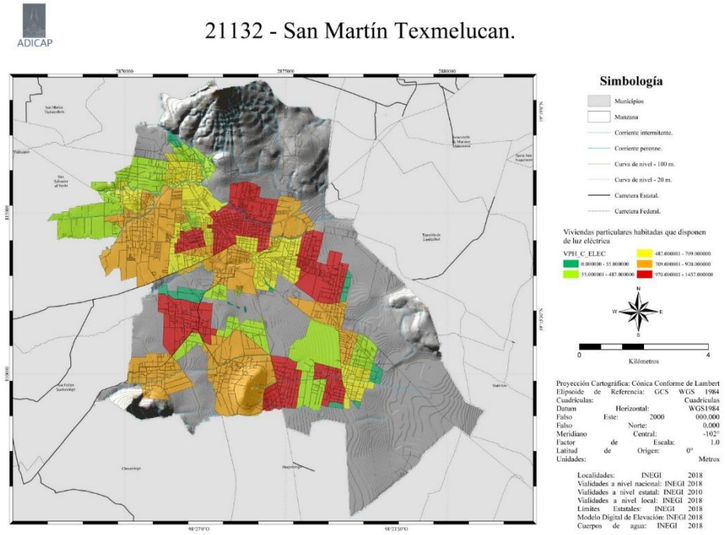
Mapa (34) Porcentaje de Población con falta de Drenaje.



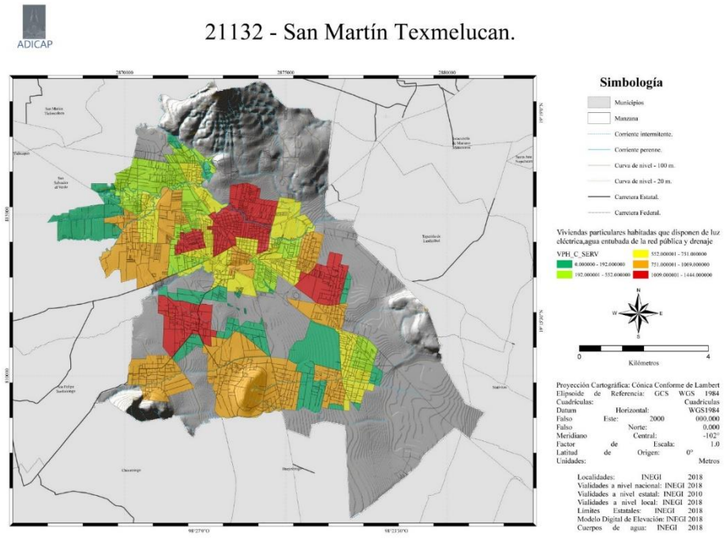
Mapa (35) Porcentaje de Población con Drenaje.



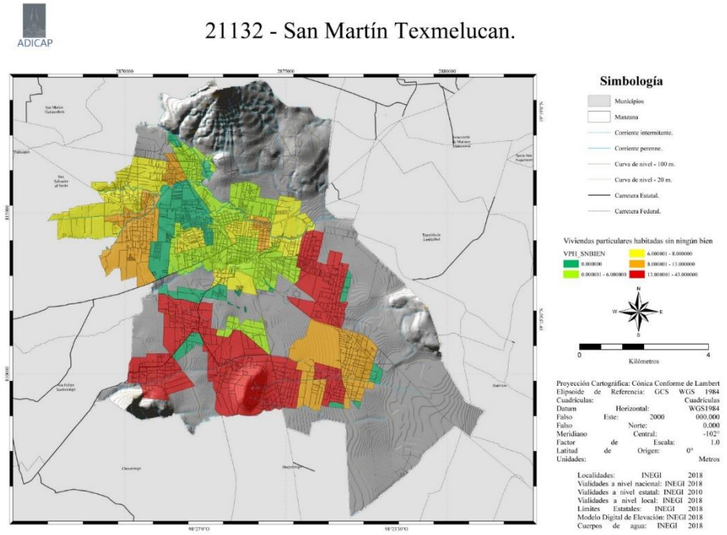
Mapa (36) Localidades sin servicio de Energía Eléctrica.



Mapa (37) Localidades con servicio de Energía Eléctrica.



Mapa (38) Localidades con servicio de Energía Eléctrica, Agua Potable y Drenaje



Mapa (39) Localidades sin servicios

4.18 ***EMPLEOS E INGRESOS.***

El bienestar de un actor social y por lo tanto de una comunidad se basa en gran medida en el principio de la acumulación de capital económico y con ello de la obtención de los bienes necesarios para satisfacer las necesidades relativas y absolutas. En gran medida la economía de una región juega un papel importante en su desarrollo pues de este sistema dinámico depende una buena parte del bienestar de la localidad, aunque cabe señalar que la economía local no depende únicamente de la economía regional, más aún en la actualidad los fenómenos de movilidad laboral y migración contribuyen significativamente al desarrollo socioeconómico territorial.

Para el análisis económico es vital el indicador: *Población económicamente activa (PEA):* La PEA está conformada por las personas de 10 años y más que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia, o que no laboraron, pero tuvieron empleo (ocupados), o bien, aquellas personas que no tenían empleo, pero estaban disponibles para trabajar y buscaban empleo (desocupados).

Las actividades que propician el dinamismo económico del Municipio de San Martín Texmelucan están marcadas por industrial de manufacturación y el comercio principalmente. Como parte de este sistema, la población económicamente activa es 57,068 personas, lo que representa el 53.8% de la población, en el sentido contrario la población económicamente no activa desciende al 46.2%, con un total de 48,920 personas. En el sentido de comprender más esta dimensión, se encontró que el 95.7% de la población está ocupada, y el 4.3% desocupada, tal como se muestra en la tabla siguiente. La diferencia entre los dos indicadores vistos radica en que mientras en una hay una recompensa monetaria por el trabajo, en la otra puede no existir tal.

	Población económicamente activa	Población no económicamente activa	Población ocupada	Población desocupada
Absolutos	57068	48920	54611	2457
Relativos (%)	53,8	46,2	95,7	4,3

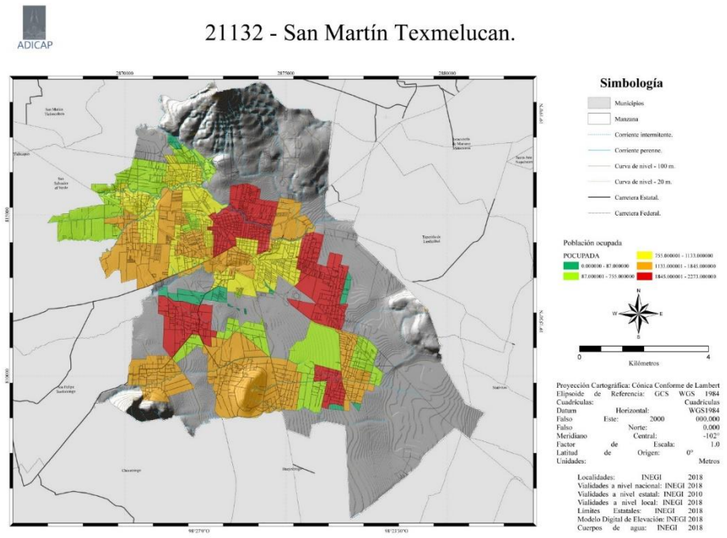
Tabla (38). Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad. Elaboración propia con base en INEGI, 2010.

Una visión más específica, se visualiza en la siguiente tabla, donde se presenta el número de la población económicamente activa y no activa por AGEB.

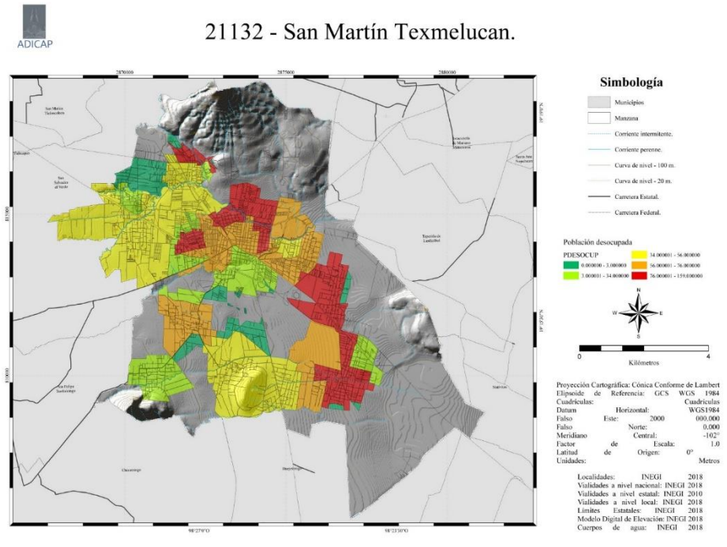
LOCALIDAD	CLAVE DE AGEB	# MANZANAS	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	POBLACIÓN NO ECONOMICAMENTE ACTIVA
SAN MARTÍN TEXMELUCAN DE LA BASTIDA	20	53	2177	1529
	004A	38	2309	2020
	54	40	1200	792
	177	24	1148	896
	209	33	692	624
	213	42	1183	980
	247	23	787	672
	321	37	2131	1590
	336	51	2431	1976
	340	47	2315	1806
	355	40	1370	1076
	036A	37	1049	735
	374	30	1347	1123
	389	37	2086	1580
	393	27	1016	685
	406	25	1263	941
	410	39	1974	1654
	425	45	1192	1041
	529	33	845	850
	533	29	1084	7074
	548	31	1039	1065
	552	24	832	793
	567	4	119	128
	656	2	3	4
	660	11	223	168
	675	2	20	34
	068A	7	90	98
	707	1	40	30
SAN FRANCISCO TEPEYECAC	641	39	1612	1384
SAN JERÓNIMO TIANGUISMANALCO	158	51	1744	1743

SAN JUAN TUXCO	124	49	2080	1825
	251	4	76	46
	266	15	181	169
	270	7	117	83
SAN RAFAEL TLANALAPAN	181	18	284	292
	285	24	549	6161
	029A	78	1455	1203
	043A	34	886	910
	444	40	1172	1305
	459	38	1590	1533
SANTA MARÍA MOYOTZINGO	302	11	409	444
	463	79	1283	1176
	478	64	2064	1686
	482	45	2363	2135
	497	36	1964	1524
	571	40	1349	1548
	586	34	692	663
	590	7	130	105
	603	1	21	13
	618	5	57	46
	622	2	26	30
SAN BUENAVENTURA TECALTZINGO	637	57	1695	1323

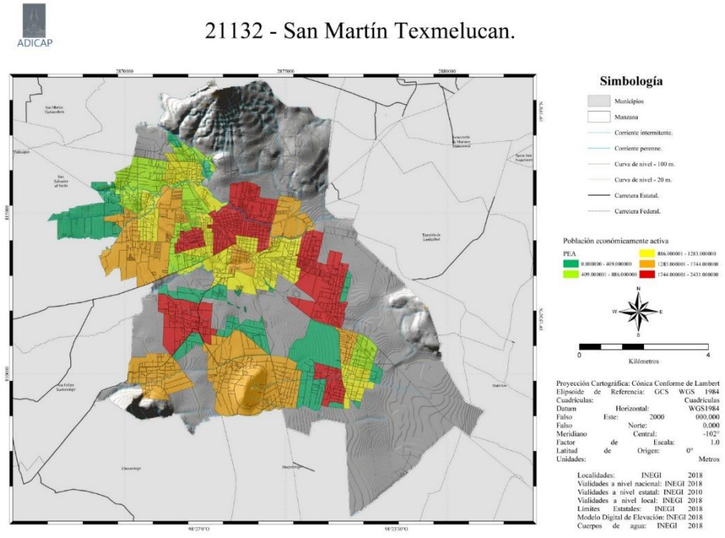
Tabla (39). Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad. Elaboración propia con base en INEGI, 2010.



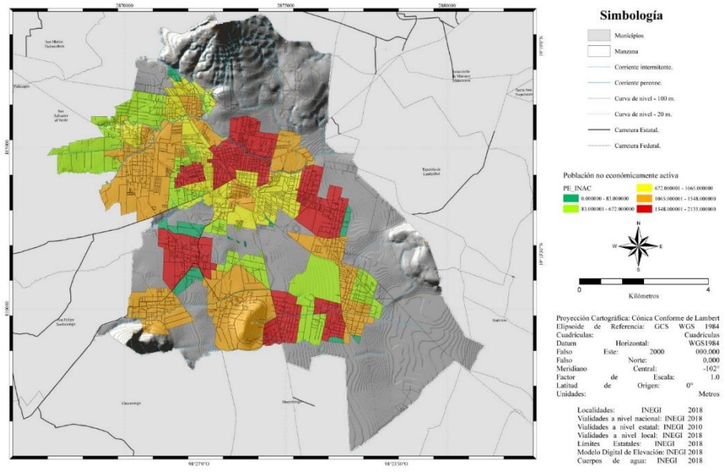
Mapa (40) Población Ocupada



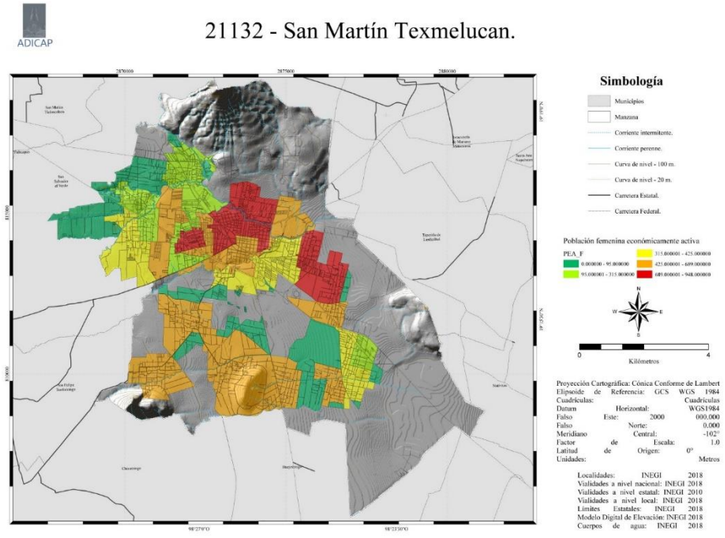
Mapa (41) Población Desocupada



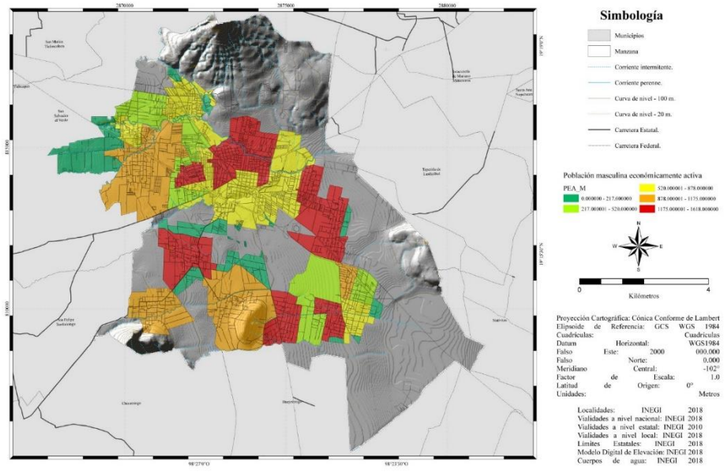
Mapa (42) Población Económicamente Activa



Mapa (43) Población No Económicamente Activa



Mapa (44) Población Femenina Económicamente Activa



Mapa (45) Población Masculina Económicamente Activa

4.19 *EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA.*



Fotografía (10).



Fotografía (11).



Fotografía (12).



Fotografía (13).

5. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL Y QUÍMICO-TECNOLÓGICO.



Fotografía (14).

INTRODUCCIÓN.

La mayoría de los peligros naturales no se pueden evitar, pero sí los desastres, esto con ayuda del entendimiento y la anticipación a las futuras amenazas mediante el estudio del pasado y el monitoreo de las situaciones que van aconteciendo en el tiempo presente.

El objetivo de la evaluación de los peligros es el de poder establecer la probabilidad de que se presente una amenaza específica, en un periodo determinado a futuro, así como la intensidad y la zona de impacto (EIRD/ONU, 2004), es por ello que para la jerarquización de los sistemas detonantes, los factores intermedios y la obtención de las amenazas se requiere de analizar y caracterizar al medio con respecto a sus características físicas y sociales a fin de obtener el índice de vulnerabilidad social que corresponde a cada asentamiento humano en la región y de esta manera poder presentar los potenciales Riesgos ante dichos fenómenos.

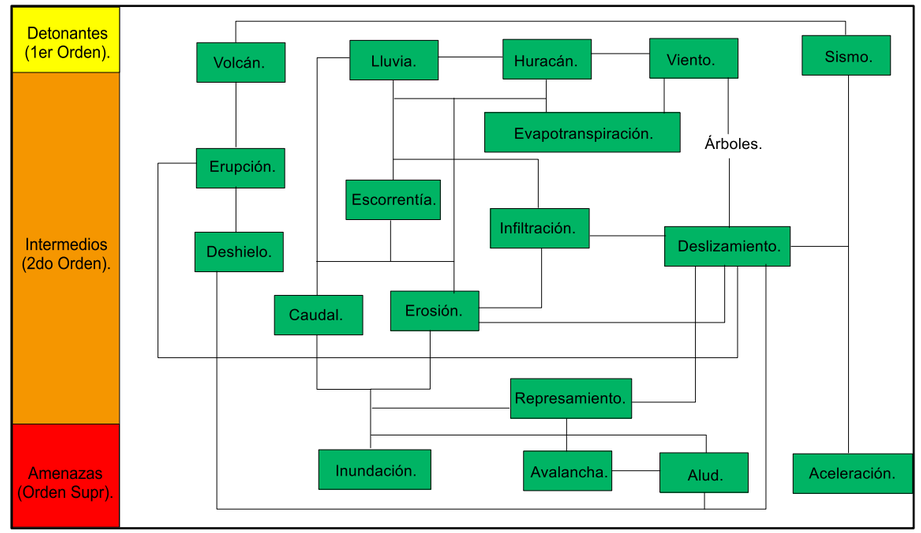


Diagrama (1), Secuencia de Eventos Naturales y su relación con los procesos desencadenados. González (2005).

El grado de conocimiento del riesgo depende en gran medida de la cantidad y calidad de la información disponible y de las distintas maneras en que las personas perciben el riesgo. La gente es más vulnerable cuando no tiene conciencia de las amenazas que ponen en peligro su vida y sus bienes.

El RIESGO* de acuerdo a la ONU/EIRD (2004), forma parte de la vida diaria, se le define como la probabilidad de consecuencias perjudiciales o perdidas esperadas (lesiones, muertes, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.

R= V* P

Riesgo = Vulnerabilidad x Peligro (amenaza.)

El grado d conocimiento del riesgo depende de la calidad de la información disponible y de las distintas formas de como las personas que ahí viven perciben el riesgo.

La valoración del riesgo involucra que la información sea utilizada de manera sistemática a fin de poder determinar la posibilidad de que ocurran determinados sucesos, y por ende poder calcular la magnitud de sus posibles consecuencias. De acuerdo a la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, de las Naciones Unidas y la Organización de las Naciones Unidas (EIRD/ONU, 2004), un proceso de valoración debe abarcar los siguientes aspectos:

1. Identificar la naturaleza, ubicación, intensidad y probabilidad de una amenaza.

2. Determinar la existencia y el grado de vulnerabilidad y exposición a esas amenazas.

3. Definir las capacidades y los recursos de los cuales dispone la localidad para poder manejar y enfrentar las amenazas.

4. Determinar el grado de riesgo aceptable.

El uso de la matriz CIPPA (cuadro de identificación primaria de peligros y/o amenazas), ofrece una clasificación de los distintos Peligros de origen geológico e hidrometeorológicos de los 20 tipos que se recomienda abordar por parte de SEDATU, esta matriz valoriza en función de la percepción y calificando cada.

Dicha Matriz permite tener un panorama amplio de los fenómenos que en la zona de estudio están sucediendo y han sucedió, a fin de ponderar de manera más directa cuáles de ellos tendrán más análisis de estudio por su grado de peligrosidad.

Adicionalmente a la matriz CIPPA, es necesario el conocimiento de los patrones ocurrentes en el cambio social y los factores que determinan el escenario de los desastres que pueden llegar a suscitarse.

*5.1 **RIESGO.***

La concepción del riesgo corresponde directamente al potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad. Así, el riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período de tiempo.

Es importante mencionar que la "convolución" es un concepto matemático que se refiere a la concomitancia y mutuo condicionamiento, en este caso, de la amenaza y la vulnerabilidad.

Dicho de otra forma, no se puede ser vulnerable si no se está amenazado y no existe una condición de amenaza para un elemento, sujeto o sistema si no está expuesto y es vulnerable a la acción potencial que representa dicha amenaza. En otras palabras, no existe amenaza o vulnerabilidad independientemente, pues son situaciones mutuamente condicionantes que se definen en forma conceptual de manera independiente para efectos metodológicos y para una mejor comprensión del riesgo. Así, al intervenir uno o los dos componentes del riesgo se está interviniendo el riesgo mismo.

NOMENCLATURA - INTENSIDAD DEL PELIGRO.		
INTENSIDAD DEL PELIGRO.	CROMATICA.	VALOR (RGB)
Muy Alto.		230-000-000
Alto.		145-150-000
Medio.		225-255-000
Bajo.		170-255-000
Muy Bajo.		000-180-100

Tabla (40).Nomenclatura para la representación de valor.es de intensidad del peligro con respecto a SEDATU.

Sin embargo, dado que en muchos casos no es posible intervenir la amenaza, para reducir el riesgo no queda otra alternativa que modificar las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos. Esta es la razón por la cual se hace énfasis en el estudio de la vulnerabilidad y en la necesidad de reducirla mediante medidas de prevención-mitigación o en otros términos la reducción del riesgo.

La determinación del peligro se lleva inicialmente mediante el análisis bibliográfico de la zona a partir de fotografías, informes, tesis, base de datos federales (CENAPRED, SSN, CONAGUA, SGM, INEGI, CONABIO, CONEVAL, etc.) la cual es verificada en campo.

La intensidad del Peligro de acuerdo a la Secretaria de Desarrollo Agrario Territorio y Urbano (SEDATU), establece una cromática característica para cada valor de peligro obtenido; dicha cromática permite una interpretación cualitativa eficiente y rápida, tanto para personal técnico como para los habitantes del Municipio, esta se basa en la representación cartográfica de los valores máximos y mínimos entre cada uno de los rangos.

5.2 *ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.*

Cada uno de los fenómenos perturbadores que son analizados, tienen su incidencia primaria en los efectos que estos han causado en menor o mayor medida, sin embargo para entender dicho fenómeno es necesario conocer las características físicas de la zona de estudio, esto con el propósito de poder entender la dinámica local a la cual han sido sujetos.

Entender dicha dinámica permite predecir en primera instancia la respuesta que estos podrían llegar a generar en un lapso de tiempo determinado, esto si por ejemplo entendemos cómo se comparta el cauce natural de una corriente al ser obstruida por edificaciones y/o barreras artificiales, o como la degradación de la tierra está teniendo una mayor efectividad por la falta de cobertura vegetal amplificando dichos fenómenos.

Es de lo anterior que el poder palpar los efectos producidos es una de las etapas fundamentales, pues de esta depende el proceso interpretativo de cada uno de los resultados obtenidos por los mapas, así como una restructuración de los mismos de acuerdo a su análisis. Por lo que armar un inventario de fotografías permite tener un conocimiento progresivo de los cambios que dicho fenómeno ha tenido al paso del tiempo.

5.3 *DETERMINACIÓN DE NIVEL DE ANÁLISIS.*

La determinación del nivel de análisis de cada uno de los fenómenos, indica la profundidad del estudio que se realiza ante el fenómeno abordado; este nivel viene determinado por las Bases de Esta de Estandarización de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para la representación del Riesgo (2015). El Atlas de San Martín Texmelucan considera los siguientes peligros con su respectivo nivel y escala de análisis.

21132	FENOMENO PERTURBADOR	NIVEL DE ANALISIS		
		3	2	1
GEOLOGICO	VULCANISMO	■		
	SISMOS		■	
	TSUNAMIS			■
	INESTABILIDAD DE LADERAS	■		
	FLUJOS	■		
	CAIDOS O DERRUMBES	■		
	HUNDIMIENTOS			■
	SUBSIDENCIA			■
	AGRIETAMIENTO			■
HIDROMETEOROLOGICO	ONDAS CALIDAS		■	
	ONDAS GELIDAS		■	
	SEQUIAS			■
	HELADAS		■	
	TORMENTAS DE GRANIZO		■	
	TORMENTAS DE NIEVE			■
	CICLONES TROPICALES			■
	TORNADOS			■
	TORMENTAS DE POLVO			■
	TORMENTAS ELECTRICAS		■	
	LLUVIAS EXTREMAS		■	
	INUNDACIONES		■	
QUIMICO TECNOLO-GICO	INCENDIOS			■
	EXPLOSIONES		■	
	DERRAMES Y FUGAS TOXICAS	■		
	RADIACIONES			■

Tabla ().Clasificación de Peligros de origen geológico e hidrometeorológicos y nivel de análisis determinado. Municipio de San Martin Texmelucan, 2018.

6 . FENÓMENOS GEOLÓGICOS



Fotografía (15).

"Los procesos geodinámicos que afectan la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, que pueden constituir Riesgos Geológicos al afectar, de una forma directa o indirecta, las actividades humanas."

FOTO. CENAPRED 2013

FENÓMENOS GEOLÓGICOS.

6.1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de cualquier sociedad se encuentra acompañado por el crecimiento en el número de habitantes y el uso de un número creciente de áreas en las cuales puedan vivir, estas últimas pudiendo ser susceptibles a presentar desastres de origen natural. Dependiendo de la zona geográfica, las características geológicas del medio determinan los riesgos a los que pueden verse sometidos una población y sus bienes.

El peligro geológico es un proceso o fenómeno natural terrestre que causa el número mayor de pérdidas humanas y daños materiales, este peligro está conformado por el actuar de los procesos internos (endógenos) también citados de origen tectónico, tales como sismos, tsunamis, fallas geológicas activas, actividad volcánica; así como el actuar d procesos externos (exógenos) tales como deslizamiento, caídas de roca, avalanchas, subsidencias, flujos y suelos expansivos. Por lo que la caracterización puntual del fenómeno permite tener los parámetros necesarios para la determinación de un valor adecuado del riesgo (Muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo).

La combinación de los factores geológicos con los atmosféricos o gravitacionales, genera un sistema que da como resultado fenómenos de peligros asociados. Las Bases de Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (2015), considera los siguientes fenómenos Geológicos para su estudio.

21074	FENÓMENO PERTURBADOR
Geológico	Vulcanismo
	Sismos
	Tsunamis
	Inestabilidad de Laderas
	Flujo
	Caídos o Derrumbes
	Hundimientos
	Subsidencia
	Agrietamiento

Tabla (41). Fenómenos Perturbadores de acuerdo a la Ley General de Protección Civil para el desarrollo en la elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos Municipales. SEDATU.

7. VULCANISMO



Fotografía (16).

"El Popocatépetl es uno de los volcanes más activos del país. Los 25 millones de personas que habitan a menos de 100 km del cráter, lo convierten en uno de los volcanes más peligrosos del planeta. Después de setenta años de inactividad, se notó un paulatino incremento en la actividad fumarólica del volcán, que reinició su actividad el 21 de diciembre de 1994"

7.1 VULCANISMO.

La actividad interna de la Tierra se pone de manifiesto en dos actividades primordiales, el vulcanismo y la sismicidad; el vulcanismo se encuentra ubicado en la porción central del territorio Mexicano, en el denominado Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), el cual está conformado por estratovolcanes, calderas, escudos, campos de vulcanismo monogenético, entre otro tipo de estructuras.

Se dice que un volcán es activo si este presenta algún tipo de actividad interna como actividad sísmica y explosiones de bajo grado o superficiales como lo son las fumarolas y distritos termales. Estas manifestaciones se deben en gran medida a la ocurrencia del magma que se localiza en la parte interior del volcán.

Dentro del sistema del CVTM se encuentran los estratovolcanes activos: Colima, Popocatepetl, Pico de Orizaba y el Ceboruco, los cuales constituyen a los sistemas más destructivos para la población y la infraestructura, ya que de ellos emanan flujos piroclasticos que pueden alcanzar velocidades próximas a los 160 km/hr y temperaturas cerca de los 700°C. Sin embargo este no es el único tipo de peligros que suponen ya que dentro de estos sistemas activos se desarrollan inundaciones que contienen una mezcla de fragmentos rocosos, agua, flujos de lava, aludes, emisiones de gas, nubes de roca y ceniza caliente.

7.2 PARÁMETRO DE INTENSIDAD DE PELIGRO.

De acuerdo a CENAPRED, el área de estudio en la cual el desarrollo de fenómenos potenciales de alto impacto con respecto al vulcanismo debe localizarle a menos de 100 kilómetros de distancia. Esta distancia es considerada a partir de los mapas de peligrosidad establecidos para aquellas áreas susceptibles a desastres por dispersión de ceniza, área, pómez y materiales piroclasticos.

De lo anterior se sobreentiende que para evitar posibles impactos de flujos se debe estar en un radio mayor a los 100 kilómetros, independientemente de esto es necesario el hecho de que entre menor sea el grado de explosividad menor será el impacto y mucho mayor el hecho de poder atacar los efectos producidos.

Se reconocen internacionalmente una matriz de ocho índices de expresividad volcánica, con los que se mide la magnitud de una erupción volcánica, dicho índice resulta de la combinación de varios factores pueden ser palpables, como es el caso de los productos expulsados por el volcán como son los piroclastos, la lava, la ceniza,

la distancia correspondiente a la nube eruptiva, la duración de la erupción (ver tabla, Índice de explosividad volcánica).

Por su parte la caída de materiales piroclásticos como producto de las manifestaciones volcánicas alcanzan distancias máximas de 14 kilómetros, por lo que únicamente se consideran tres grados de peligrosidad (CENAPRED), sin embargo de acuerdo a las Bases de Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2015, es necesario el establecimiento de una matriz de cinco rangos, valores que pueden ser visualizados en la tabla de "radios de peligrosidad por piroclastos".

Aquellos volcanes o calderas volcánicas que afectan directamente a una región son las que se localizan a distancias no mayores de los 85 kilómetros con respecto al punto de interés, esta distancia es considerada a partir de los rangos de peligrosas modificados con respecto a los valores de CENAPRED. Dichos rangos hacen referencia a la dispersión de ceniza, arena y pómez.

Peligrosidad.	CENAPRED, rango de distancia en Km.	Rango de Distancia (Km).
Muy Alto.	Sin Establecer.	0 - 4.0
Alto.	0 - 5.0	4.0 - 8.0
Medio.	5.0 - 8.0	8.0 - 15.0
Bajo.	8.0 - 14.0	15.0 - 25.0
Muy Bajo.	No Establecido.	25.0 - 50.0

Tabla (41). Distancia en kilómetros con respecto al grado de peligrosidad por materiales piroclásticos. CENAPRED.

IEV	Clasificación (erupción)	Descripción	Altura de columna eruptiva	Volumen de material	Periodicidad	Volcán
0	Hawaiana.	No explosiva.	< 100 m.	> 1000 m^3	Diaria.	Ktlauea.
1	Stromboliana.	Ligera.	100 -1000 m.	> 10,000 m^3	Diaria.	Stromboli.
2	Vulcanlana/Stromboliana.	Explosiva.	1 - 5 km.	> 1,000,000 m^3	Semanal.	Galeras, 1993.
3	Vulcaniana(sub-pliniana).	Violenta.	5 - 15 km.	> 10,000,000 m^3	Anual.	Nevado del Ruiz, 1985.
4	Vulcaniana(sub-pliniana)/Pliniana.	Cataclísmica	10 -25 km.	> 0.1 km^3	Cada 10 años.	Galunggung,1982.
5	Pliniana.	Paroxística.	> 25 km.	> 1 km^3	Cada 100 años.	St. Helena, 1980.
6	Pliniana/Ultra-Plilana (Krakatoana).	Colosal.	> 25 km.	> 10 km^3	Cada 100 años.	Krakatoa,1883 y Santa María, 1902.
7	Ultra-Pliniana (Krakatoana).	Super colosal.	> 25 km.	> 100 km^3	Cada 1,000 mil años.	Tambora,1815 y Maripo, 500,000 a.C.
8	Ultra-Pliniana (Krakatoana).	Mega colosal.	> 25 km.	> 1000 km^3	Cada 10,000 años.	Toba, 69,000 a.C.

Tabla (42). Escala de Intensidades por tipo eruptivo de orden volcánico. CENAPRED.

7.3 *VOLCÁN POPOCATÉPETL.*

INTRODUCCIÓN.

Los grandes volcanes de la república Mexicana se encuentran emplazados en la parte frontal del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) y en otras zonas volcánicas aisladas. Algunos de los volcanes más representativos por su explosividad y el peligro que representan considera a el Volcán de Colima, Popocatépetl, Nevado de Toluca Pico de Orizaba (Citlaltépetl) y Tacaná.

Los edificios actuales o parte de estos, se han formado en un tiempo geológico relativamente joven; el volcán de Colima se formó en menos de 2,500 años, el Pico de Orizaba en 16,500, Popocatépetl hace 23,000, el Nevado de Toluca >50,000 y el Tacaná aproximadamente a los 26,000.

Los volcanes Colima, Popocatépetl, Pico de Orizaba y Tacaná se encuentran construidos al interior de antiguos cráteres originados por el colapso de edificios ancestrales. Los primeros tres representan los volcanes meridionales activos de cadenas volcánicas orientadas aproximadamente N-S.

A pesar de que todos estos edificios volcánicos han sufrido el colapso del edificio volcánico, únicamente en el Pico de Orizaba se han realizado estudios de alteración hidrotermal y estabilidad de pendientes, indispensables para pronosticar las zonas potencialmente peligrosas en el futuro.

Los magmas que han construido estos volcanes tienen una composición que va de andesítica (volcán de Colima), andesítica- dacítica (Nevado de Toluca, Popocatépetl, Pico de Orizaba, Tacaná) a traquiandesítica (Chichón). Estos magmas son el resultado de varios procesos magmáticos que van desde la fusión del manto, contaminación cortical, mezcla de magmas y cristalización fraccionada.

Los magmas que han alimentado a estos volcanes se estacionaron en cámaras magmáticas someras antes de alcanzar la superficie, a profundidades que varían de 3 a 4 km en el volcán de Colima, ~6 km en el Nevado de Toluca y 6-12 km en el volcán Chichón.

Actualmente, solamente los volcanes Colima y Popocatépetl cuentan con una red de monitoreo confiable, mientras que los volcanes Pico de Orizaba, Tacaná y Chichón cuentan con redes incompletas compuestas por algunas estaciones sísmicas. Sólo los volcanes Popocatépetl, Colima y Pico de Orizaba cuentan con mapas de peligros, los cuales, representan una de las herramientas fundamentales para las autoridades de Protección Civil, para elaborar programas de información a la población y de emergencia en caso de una erupción futura.

POPOCATÉPETL.

El volcán Popocatépetl se sitúa a unos 65 km al sudeste de la Ciudad de México y a unos 45 km al oeste de la ciudad de Puebla. Se estima que en un radio de 40 km alrededor del volcán habitan 1 millón de personas. El volcán forma el extremo sur de la Sierra Nevada compuesta por los volcanes Tláloc, Telapón, Teyotl, Iztaccíhuatl y Popocatépetl.

Popocatépetl significa en lengua náhuatl “la Montaña que humea”; esto alude al hecho de que durante la época prehispánica, los aztecas lo observaron en diversas ocasiones en actividad como en 1363, 1509, 1512, y 1519-1528. Durante la Colonia existen numerosas menciones de eventos menores del Popocatépetl, como en 1530, 1539, 1540, 1548, 1562- 1570, 1571, 1592, 1642, 1663, 1664, 1665, 1697, y 1720.

En 1895, Aguilera y Ordóñez (1895) identificaron al Popocatépetl como un estratovolcán con un cráter truncado, compuesto por una alternancia de depósitos piroclásticos y lavas de composición andesítica de hiperstena y hornblenda.

En 1896, estos mismos autores, señalaron que existían siete fumarolas principales en el cráter del Popocatépetl con temperaturas inferiores a 100 °C y un lago, de color azul verdoso, formado por agua de los deshielos y con una temperatura variable entre 28 y 52 °C. Weitzberg (1922) estudió de manera detallada el glaciar del Popocatépetl (Ventisquero). En 1906, el fondo del cráter lucía como un embudo con paredes verticales con un lago en el fondo.

El Popocatépetl despertó nuevamente en febrero de 1919. En marzo-abril de ese mismo año, varios lugareños observaron que en el fondo del cráter había un montón de piedras que parecía una “cazuela volteada” (Atl, 1939). El 11 de octubre de 1920, Waitz visitó el cráter y describió que en el fondo había un “tapón” de lava.

El 15 de noviembre de 1921, Camacho y Friedlaender fotografiaron el interior del cráter y observaron una cúpula de lava (domo de lava), en torno a la cual surgían emanaciones de gas y algunas explosiones esporádicas del domo (Friedlaender, 1921; Camacho, 1925).

En enero de 1922, el mismo Camacho observó que en el lugar del domo central, existía un cráter. Atl (1939) documentó detalladamente la erupción y la evolución del cráter; este autor sugiere que la erupción concluyó en 1927. El Popocatépetl se mantuvo tranquilo durante 67 años para reactivarse el 21 de diciembre de 1994.

La actividad del volcán Popocatépetl iniciada en diciembre de 1994 se caracterizada por la ocurrencia de exhalaciones y explosiones acompañadas por emisiones de ceniza, y a partir de marzo de 1996, por la formación y destrucción de domos de lava.

Los estudios geológicos realizados antes de su reactivación en 1994, fueron los de Heine y Heide-Weise (1973), Miehlich (1984), Robin (1984), Carrasco-Núñez (1985) y Boudal y Robin (1989), así como algunos estudios petrológicos (Boudal 1985; Boudal y Robin 1987; Kolisnik, 1990). En estos trabajos se define al Popocatépetl como un estratovolcán y se presenta la estratigrafía de sus depósitos más recientes, con la ayuda de fechamientos de 14C.

La evolución geológica del Popocatépetl se puede resumir en las siguientes etapas:

1. El primer edificio formado fue el volcán Nexpayantla (Mooser et al., 1958) o volcán primitivo (Robin, 1984), mediante la emisión de una serie de derrames andesíticos y dacíticos. Una erupción ocurrida hace 200,000 años produjo el colapso de una parte de este volcán y la formación de una caldera. Al interior de esta caldera inició la construcción de un nuevo volcán conocido como El Fraile, a través del emplazamiento de derrames andesíticos y dacíticos.

Este último volcán colapsó hace 50,000 y 30,000 años AP, según Boudal y Robin (1989), debido a una erupción tipo Bezymiany, la cual destruyó la parte meridional del volcán y se estima un volumen excesivo para este depósito de 28 km3. La erupción generó una avalancha de escombros, que se emplazó hacia el S-SW del cráter y fue seguida por la formación de una erupción pliniana, que depositó una pómez de caída de color blanco hacia el sur del volcán y flujos piroclásticos.

Después de este evento, inició la formación del cono moderno conocido como Popocatépetl. La mayor parte de los estudios geológicos realizados durante la última década han sido impulsados por la reactivación del Popocatépetl (Siebe et al., 1995a, 1995c, 1996a, 1996b, 1997; Espinasa-Pereña y Martín-del Pozzo, 2006).

2. Destrucción del cono antiguo del Popocatépetl: Hace aproximadamente 23,000 años, una erupción lateral de magnitud superior a la ocurrida el 18 de mayo de 1980 en el volcán Santa Elena (Estados Unidos), produjo el colapso hacia el sur del antiguo cono del Popocatépetl. La explosión generó una avalancha de escombros que alcanzó distancias hasta de 70 km de la cima. La descompresión del sistema magmático, debido al colapso, produjo una explosión lateral dirigida (blast) que emplazó una oleada piroclástica y permitió la formación de una columna pliniana. Esta columna depositó una gruesa capa de caída de pómez, ampliamente distribuida en los flancos meridionales del volcán. La columna colapsó por gravedad y depositó un flujo de ceniza.

Los materiales carbonizados en un paleosuelo debajo del depósito de avalancha arrojó una edad de 23445±210 años; mientras que ramas carbonizadas inmersas en el depósito de flujo de ceniza arrojan una edad de 22 875+915/-820 años, por lo que la edad de este evento es estimada en 23,000 años. Robin y Boudal (1987) suponen la existencia de este depósito de avalancha expuesto hasta 30 km de la cima, cubriendo una superficie de 300 km2 con un volumen de 28 km3 y una edad menor a 50,000 años. Sin embargo, se reporta la existencia de al menos cuatro depósitos de avalancha alrededor del Popocatépetl y no sólo uno, como fue propuesto por estos autores. El más antiguo proviene del colapso de la porción sur del volcán Iztaccíhuatl y los tres más jóvenes del colapso del paleo- Popocatépetl (Siebe et al. 1995b; García-Tenorio, 2002). El depósito más joven (23,000 años) es el referido por Robin et al. (1987), este depósito de avalancha alcanzó distancias mínimas de 70 km y cubre un área aproximada de 900 km2. Si se le asigna un espesor promedio de 15m.

3. Construcción del cono actual: El cono actual del Popocatépetl ha sido construido durante los últimos 23,000 años, tiene una elevación sobre el nivel del mar de 5 472 m y una elevación relativa respecto a sus faldas de 3 000 m. Está edificado por una serie de depósitos piroclásticos y coladas de lava de composición andesítica-dacítica, cuyos fragmentos juveniles están compuestos por fenocristales de plagioclasa, hiperstena, augita, olivino y escasa hornblenda, en una matriz vítrea microcristalina.

Durante los últimos 20 000 años, la actividad explosiva del Popocatépetl ha sido caracterizada por cuatro eventos mayores, con producción de pómez de caída y flujos de ceniza (14,000, 5,000, 2,150 y 1,100 años AP) y cuatro menos expuestos, ocurridos hace 11,000, 9,000, 7,000 y 1,800 años AP (Siebe et al., 1997; Siebe y Macías, 2004).

4. Erupción freatopliniana ~14 000 años (Pómez con Andesita o Tutti Fruti): Un evento de gran magnitud, que generó una serie de flujos piroclásticos y oleadas (surges) en zonas proximales, culminó con la formación de una columna pliniana, la cual fue dispersada por los vientos estratosféricos hacia el noroeste en dirección de la Ciudad de México (Siebe et al., 1995b, 1997). Este horizonte de caída contiene pómez dacítica de color anaranjado, fragmentos de granodiorita gris, limolitas metamorfizadas, skarns y otros fragmentos del basamento. Posiblemente este evento se originó en un cráter lateral, situado en la actual barranca de Nexpayantla.

Este depósito de caída fue descrito en la cuenca de la Ciudad de México como "Pómez con andesita" por Mooser (1967), con un espesor de 5 cm. Este depósito está ampliamente distribuido en los alrededores del volcán y por lo regular no contiene material carbonizado. El único fechamiento de material orgánico, encontrado en la base de este depósito, da una edad aproximada de 14,000 años. Esto implica que durante esta erupción el Popocatépetl estaba cubierto por un glaciar y en sus faldas existía poca vegetación.

5. Erupciones plinianas recientes: Se identifican tres eventos plinianos principales, los cuales ocurrieron hace aproximadamente 5,000, 2,150 y 1,100 años AP (ante del presente). Los eventos ocurridos hace 5,000 y 1,100 años tienen una evolución muy similar; iniciaron con erupciones hidromagmáticas bastante violentas que dispersaron nubes turbulentas húmedas tipo "surge" a distancias mínimas de 20 km.

Estos eventos abrieron el conducto volcánico y permitieron que el magma fuera emitido a grandes velocidades para formar una columna pliniana que alcanzó alturas mínimas de 25 km (Siebe et al., 1996a, 1996b), para después ser transportada por los vientos estratosféricos en dirección N-NE-E. En los tres casos, las columnas plinianas se colapsaron debido al agotamiento del material juvenil en la cámara magmática.

El colapso de las columnas eruptivas produjo flujos piroclásticos incandescentes de cenizas que se emplazaron alrededor del volcán y fueron capaces de carbonizar el material encontrado a su paso. Estas erupciones bloquearon la red hidrográfica del Popocatépetl y del Iztaccíhuatl, por lo que lluvias torrenciales durante y después de la erupción generaron lahares, que se depositaron en las planicies cercanas (cuenca de Puebla).

Contemporáneamente a las erupciones explosivas o en etapas intermedias, el Popocatépetl ha producido actividad de tipo efusivo: flujos de lava originados en el conducto central, los cuales constituyen la morfología del cráter actual, y flujos de lava fisurales de composición andesítica (Schaaf et al., 2005; Espinasa-Pereña y Martín-del Pozzo, 2006) como aquellos que estuvieron asociados a la erupción acontecida hace 2,150 años, localizados cerca de San Nicolás de Los Ranchos.

La erupción pliniana ocurrida hace 2,150 años depositó un horizonte de caída, rico en pómez en el flanco noreste del volcán, sepultando hasta con 1m de espesor asentamientos prehispánicos que se encontraban en esta región (Seele, 1973). Estos asentamientos se conocen como Tetimpa (Plunket y Uruñuela, 1999, 2000, 2005).

El evento pliniano ocurrido hace 1,100 años fue muy similar al anterior, ya que afectó directamente a poblaciones prehispánicas. Sin embargo, el hecho más sorprendente fue el hallazgo de depósitos de lahar, circundando importantes sitios arqueológicos de edad Clásica (Cholula, Cacaxtla y Xochitécatl). Los depósitos de lahar están compuestos por los mismos componentes de los depósitos piroclásticos en partes más cercanas al volcán y contienen abundantes fragmentos de cerámica, esquirlas d obsidiana y leña carbonizada, cuyas edades concuerdan con el último evento pliniano del Popocatépetl (675-1 095 d. C.) en una fecha aproximada de 823 d. C. El abandono del centro ceremo- nial de Cholula se cree que ocurrió alrededor de 800 d. C. (Suárez-Cruz y Martínez-Arreaga, 1993), lo que coincide con el rango de edades obtenidas por Siebe *et al.* (1996a, 1996b).

6. La erupción de 1994-2006: Después de un periodo de 67 años de quietud, el Popocatépetl despertó de su letargo el día 21 de diciembre de 1994 con la emisión de columnas de ceniza, vapor de agua y gases que se elevaban hasta alturas de 2 a 3 km. Estas emisiones provenían de pequeñas bocas eruptivas alineadas, que se localizaban en la parte este del interior del cráter. Esta serie de eventos continuaron esporádicamente hasta fines de marzo de 1995, cuando se registró un decremento en las emanaciones de ceniza. A pesar de haber tenido fluctuaciones en la actividad sísmica y emisión de gases, el volcán permaneció tranquilo sin la emisión de columnas de ceniza hasta inicios de marzo de 1996, cuando nuevas emanaciones tuvieron lugar. Finalmente, apareció una colada de lava muy viscosa, a partir de una fractura situada en el interior del cráter, el día 29 de marzo. El 10 de junio de 1996, el domo alcanzó espesores mínimos de 50 m y cubrió completamente el cráter interno formado en la década de 1920.

Explosiones pequeñas lanzaron material juvenil del domo (diámetros de 1-2 cm) a varios poblados (Xalitzintla, San Nicolás de los Ranchos, etc.) localizados en su flanco noreste a unos 12 km de distancia. Entre abril de 1996 y junio de 1997 se habían emplazado tres domos de lava.

El 30 de junio de 1997 ocurrió una explosión precedida por una serie de sismos volcanotectónicos. La erupción formó una columna eruptiva de 8 km de altura y los vientos dispersaron la nube hacia la Ciudad de México, provocando una lluvia de ceniza y el cierre del aeropuerto internacional. Esta erupción tuvo una intensidad de 2 a 3 en la escala de IEV (Índice de Explosividad Volcánica). Un día después, se originaron lahares que llegaron a 12 km hasta el poblado de Santiago Xalitzintla.

De julio de 1997 a noviembre del 2000 se emplazaron cuatro domos, los cuales fueron destruidos por sendas explosiones que lanzaron proyectiles hasta 5 km del cráter. Del 12 al 16 de diciembre del 2000, la actividad del Popocatépetl se incrementó notoriamente, por lo que cerca de 40 000 habitantes fueron evacuados. Para estas fechas, el cráter del Popocatépetl se había llenado casi completamente, por lo que la erupción ocurrida el 18 de

diciembre, fue observada por los medios y el público en general. La explosión vulcaniana lanzó proyectiles a más de 5 km, produciendo incendios en el bosque. Desde abril de 1996 al presente, se ha producido la emisión de más de 20 domos en el interior del cráter del Popocatépetl, los cuales han sido posteriormente destruidos por explosiones vulcanianas, proceso que ha sido controlado por la temperatura y la viscosidad del magma.

Una de las últimas erupciones más importantes fue la ocurrida el 21 de enero de 2001, dado que produjo un flujo piroclástico rico en escoria, que erosionó el glaciar y viajó 5-6 km desde la cima hasta llegar al bosque. A partir de estos flujos se originaron lahares que viajaron alrededor de 15 km hacia el poblado de Xalitzintla (Capra et al., 2004).

Por otra parte para estos últimos años a partir de 2010 hasta estos últimos meses de 2015, es posible observar que la actividad volcánica se encuentra dentro de los parámetros de alertamiento que permiten que el semáforo de alerta volcánica se mantenga en AMARILLO fase 2.

Esto hace referencia a que se mantiene la posibilidad de que existan exhalaciones moderadas con presencia de ceniza, así como pequeñas y esporádicas explosiones de nivel bajo a moderado con probabilidad de emisión de fragmentos incandescentes de distancia corta en referencia al cráter volcánico.



Figura (14). Infografía referente a semáforo de alerta volcánica del Popocatépetl. CENAPRED, 2015.

Los escenarios previstos para esta fase son:

- Qué continué la actividad explosiva de escala baja a intermedia.
- Lluvias de ceniza leves a moderadas en poblaciones cercanas.
- Posibilidad de flujos piroclásticos y flujos de lodo de corto alcance.

Se hace especial énfasis en las siguientes recomendaciones:

- Continuar con el radio de seguridad de 12 km, por lo que la permanencia en esa área no está permitida.
- Mantener el tránsito controlado entre Santiago Xalitzintla y San Pedro Nexapa, vía Paso de Cortés.
- A las autoridades de Protección Civil, mantener sus procedimientos preventivos, de acuerdo con sus planes operativos.
- A la población, estar atenta a la información oficial que se difunda.

En caso de caída de ceniza, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Cubrir nariz y boca con un pañuelo húmedo o cubreboca.
- Limpiar ojos y garganta con agua pura.
- Utilizar lentes de armazón y evita los lentes de contacto para reducir la irritación ocular.
- Cerrar ventanas o cubrirlas y permanecer lo más posible dentro de la casa.



Fotografía (17). Columna de ceniza en la cumbre del Popocatépetl en enero de 1995. Estas erupciones de ceniza intermitentes continuaron hasta mayo de 1995 y luego se reanudaron en marzo de 1996. Foto por Dan Dzurisin, 1995 (US Geological Survey) .



Fotografía (18). Torre de columna de ceniza por encima Popocatépetl, visto desde Paso de Cortés NW del volcán en 10:32 horas el 11 de junio de 1997. La foto fue tomada 18 minutos después de unos 15 minutos de duración episodio de tremor volcánico que acompañó la mayor emisión de ceniza, la cual alcanzó una altitud de 4 kilómetros sobre la cumbre. Foto cortesía CENAPRED, Ciudad de México, 1997



Fotografía (19). Penacho que sale del cráter de la cumbre del volcán Popocatépetl el 18 de enero de 1947, el cual sopla hacia Tonanzintla, a 40 km. Esta fue la última actividad conocida en el Popocatépetl antes de una erupción en 1994. Foto por Juan Presno , 1947 (cortesía de E. Chavira , INAOE).



Fotografía (20). Una fotografía postal con la etiqueta " excursión de Atlixco - 1925 ", muestra un penacho de gas y ceniza que se eleva sobre el cráter de la cumbre del Popocatépetl. Cortesía de Enrique Chavira (INAOE; del archivo familiar Elia Rascón Cano).

7.4 ***PELIGRO***

La denominada caída de ceniza es producto directo de los materiales volcánicos fragmentados que han sido generados por la actividad explosiva del edifico volcánico activo; dicho material al ser sumamente fino (granulometría) puede ser transportado a grandes distancias por efecto del viento, y puede llegar a elevarse a grandes alturas, como fue el caso sucedido por el volcán Chichón en México de 1982, cuando la nube de ceniza logro alcanzar los 24 km sobre el nivel del mar (De la Cruz-Reyna para 2008).

El daño ocasionado por este tipo de materiales volcánicos es de gran peso, pues al ser fragmentos sumamente finos afectan directa e indirectamente la salud del ser humano; de la misma forma se debe tener en cuenta que dicha afectación no solo es para el ser humano, pues la infraestructura también se ve afectada (telecomunicaciones, transporte).

Se debe tener en cuenta que una capa de 10cm de espesor correspondiente a ceniza contiene una masa correspondiente de 70 a 120 kg por metro cuadrado vales que pueden llegar a aumentar si el contenido de humedad y/o saturación de agua aumenta drásticamente en la matriz de los materiales volcánicos.

Es importarte entender que la distancia de caída de ceniza o pómez está en función del estilo eruptivo del volcán, la altura en la columna eruptiva y principalmente la dirección del viento. Es importante la mención de que en el caso de que la columna eruptiva alcance la troposfera, esta puede viajar mayor distancia.

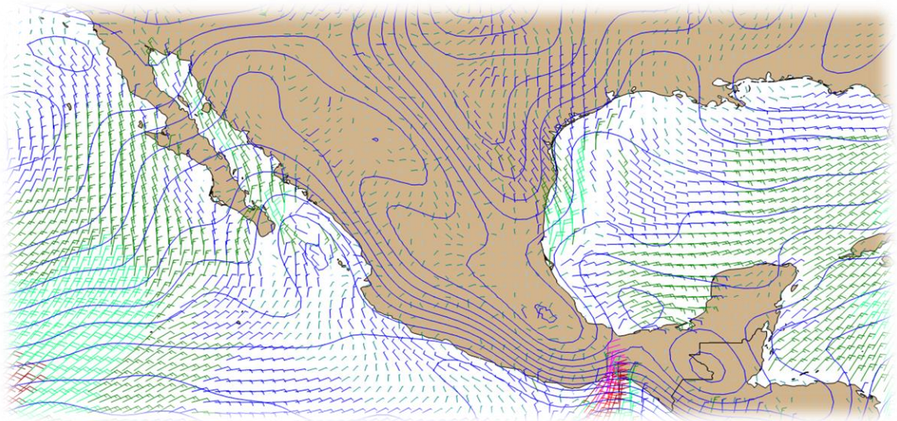


Figura (15). Dirección preferencial de los vientos, correspondiente a la República Mexicana. Ladino Álvarez R. A, 2015.

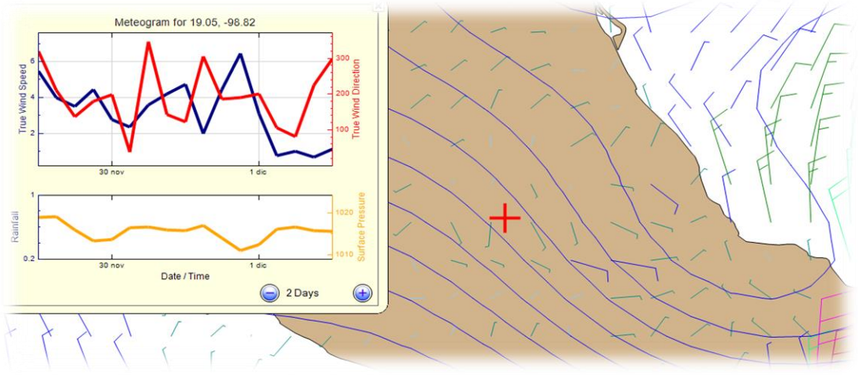


Figura (16).Meteograma correspondiente al Municipio.

El análisis correspondiente a dichas estaciones, meteograma y dirección de vientos a nivel regional, ponderan dos direcciones preferenciales en dos periodos de meses distintos, el primer periodo comprendido entre los meses de Mayo a Septiembre, permite la obtención de una dirección preferencial de los vientos en dirección Noroeste (NW) en un intervalo de 265° a 300° en dirección del vector resultante y correspondiente a la dirección de viaje, de la misma manera es posible entender que las velocidades máximas alcanzadas corresponden a valores que comienzan a los 8.0 m/s y continúan hasta y después de los 11.11 m/s, todo esto nuevamente en dirección preferencial a los N265°-300°W.

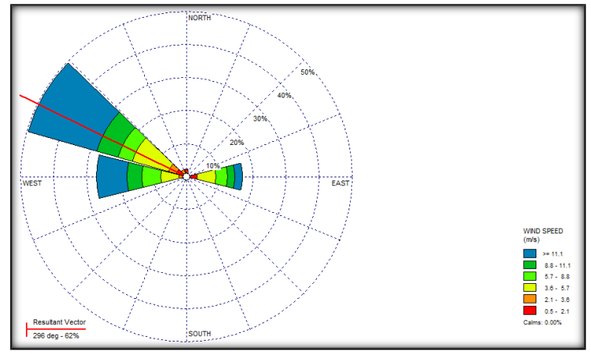


Figura (17).Rosa de Vientos correspondiente a estación Altzonomi para periodo de Mayo - Septiembre. Ladino Álvarez R. A, 2015.

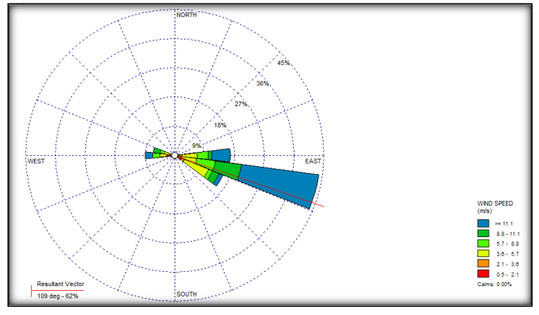


Figura (18).Rosa de Vientos correspondiente a estación Altzonomi para periodo de Octubre-Abril. Ladino Álvarez R. A, 2015.

El periodo correspondiente a los meses de Abril- Octubre, marcan un cambio en la dirección de los vientos, cambio que se ve reflejado en una dirección preferencial Sureste en un intervalo de 90° a 115° en dirección del vector resultante y correspondiente a la dirección de viaje.

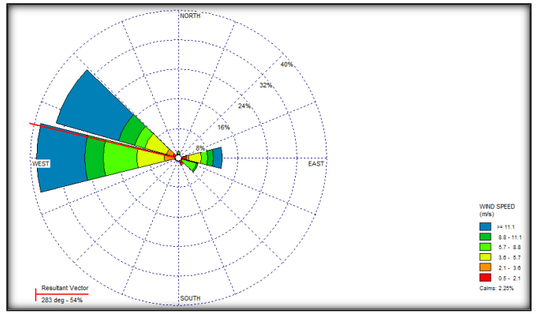


Figura (19).Rosa de Vientos correspondiente a estación Izta-Popo, periodo Mayo - Septiembre. Ladino Álvarez R. A, 2015.

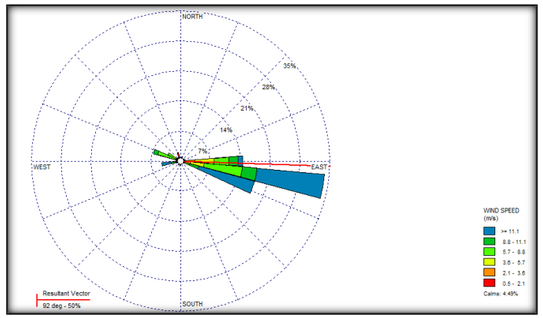


Figura (20).Rosa de Vientos correspondiente a estación Izta-Popo, periodo Octubre-abril. Ladino Álvarez R. A, 2015.

Por su parte el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) retomando la información proporcionada por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), esquematizan zonas de máxima influencia por dispersión y caída de ceniza, arena y pómez, en donde es posible central al Municipio de San Martín Texmelucan en una zona de media afectación por este tipo de evento natural, esto indica que las acumulaciones correspondientes al espesor de este tipo de materiales puede llegar a alcanzar tan solo unos cuantos centímetros; sin embargo esto solo es considerado para explosiones de magnitud moderada puesto que para una gran intensidad estos pueden alcanzar hasta un metro de espesor.

Por otra parte el Instituto de Geofísica de la UNAM, pondera dos direcciones preferenciales de viento, mismas que son correlacionales con las obtenidas mediante las dos estaciones sondeadas; las direcciones corresponden principalmente a los N265°-300°W y S90°-115°E.

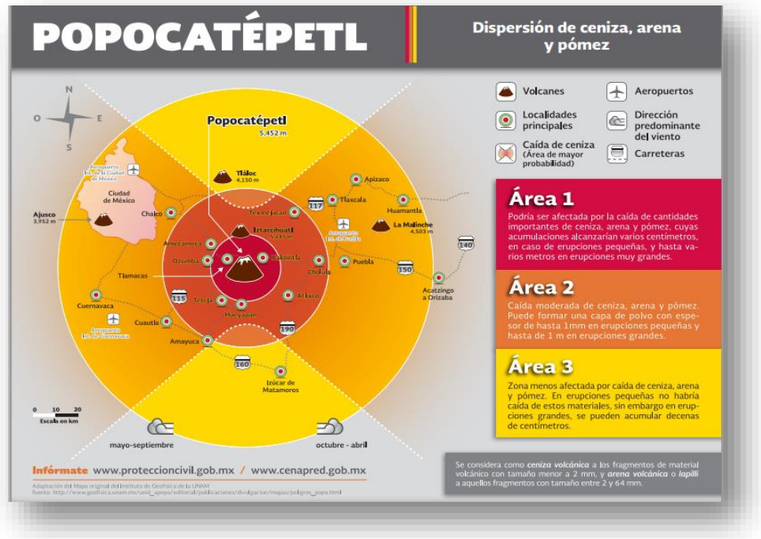


Figura (21).Infografía correspondiente a dispersión de ceniza, arena y pómez. Instituto de Geofísica UNAM y CENAPRED.

Con respecto a la afectación directa por parte de las avalanchas, mismas que son consideradas como la secuencia de todos los escombros de grandes magnitudes y de alta velocidad que se ven generados a partir del colapso gravitacional de los edificios volcánicos, los cuales cambian la orografía del medio en un tiempo relativamente corto.

Las avalanchas se pueden transformar y generar flujos de escombros gigantescos que tienen la capacidad de alcanzar volúmenes y velocidades aún mayores que el depósito a partir del cual se originaron (Siebert, 1984). La inestabilidad, y colapso, de un edificio volcánico puede depender directamente de la actividad magmática del volcán, aunque también existen otros factores como lluvias abundantes, saturación por fluidos, pendientes altas, procesos de alteración o factores tectónicos regionales.

Los Flujos Piroclásticos se encuentran estrechamente asociados a los eventos de las erupciones explosivas, pues son generados por nubes, las cuales contienen fragmentos de lava, ceniza y gases a muy altas temperaturas que se deslizan cuesta abajo por los flancos del volcán a grandes velocidades, velocidades que llegan a ser muy destructivas. El origen de dichos flujos es a partir del derrumbe y colapso de un domo; desprendimiento de frentes de lava en pendientes fuertes sobre el volcán; explosiones laterales; colapso de columnas eruptivas,

etc. Estos flujos piroclásticos y las denominadas oleadas, viajan a velocidades mayores a 10 m s-1 y en algunas ocasiones alcanzan los 100 m s-1 (Sigurdsson, et al., 1999).

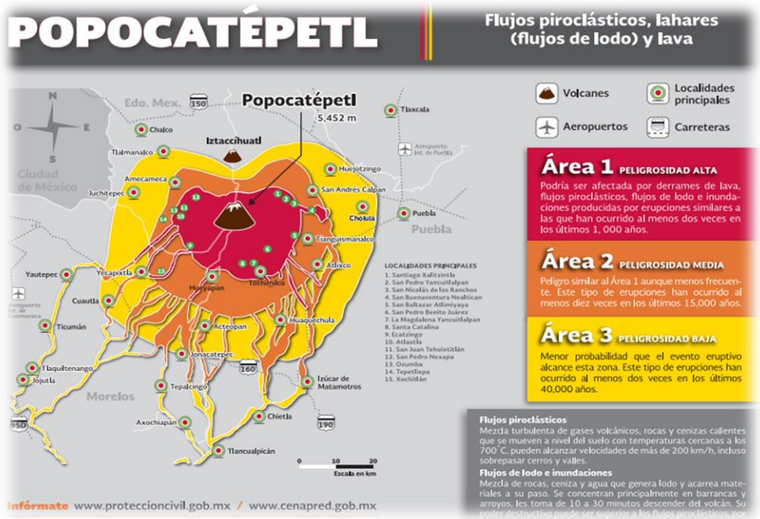
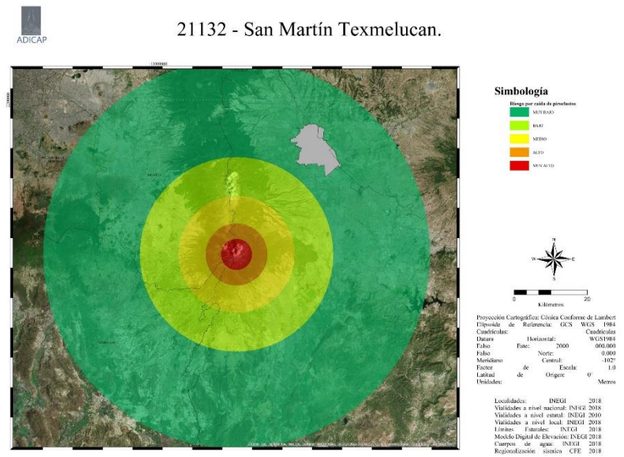


Figura (22).Infografía correspondiente a flujos piroclasticos, lahares y lava. Instituto de Geofísica UNAM y CENAPRED.

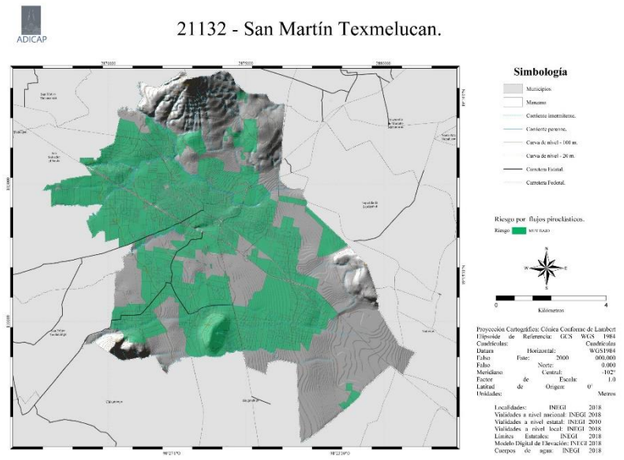
Estos fenómeno volcánicos están controlados por el tipo de erupción que los produce, por la topografía del terreno (pendientes y barrancas del volcán), por las características de los materiales arrojados durante la erupción (composición y contenido de volátiles), y por la altura a la que se originan (De la Cruz-Reyna, 2008). Algunos flujos piroclásticos llegan hasta una distancia de 100 km de su lugar de emisión; debido a la gran masa que los compone (Haller, 2010).

Los lahares, también conocidos como flujos de lodo, se forman a partir de la mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro material volcánico (dispuesto sobre las laderas del volcán), con agua. Los lahares pueden producir avenidas muy potentes de lodo y rocas, que tienen un poder destructivo similar o incluso mayor a los flujos piroclásticos (De la Cruz-Reyna, 2008).

Este tipo de eventos pueden viajar por varios kilómetros pero raramente alcanzan los 30 km de distancia, y se mueven a velocidades que pueden exceder los 100 km/h, esto dependiendo de la concentración de partículas y material (Schminncke, 2006). Los valles angostos y con determinada pendiente, pueden canalizar los lahares a través de grandes distancias. Si un lahar llega a un valle amplio y de poca pendiente se dispersará lateralmente formando un abanico y dadas las condiciones topográficas de las zonas aledañas al volcán, el impacto de estas es prácticamente nulo.

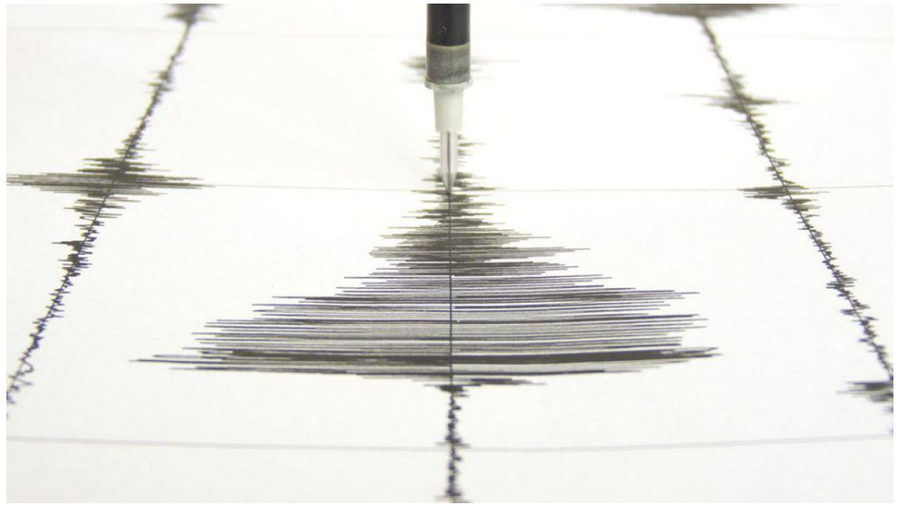


Mapa (46) Peligro por Piroclastos - Nivel Regional, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



Mapa (47) Peligro por Piroclastos - Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.

8 . SISMOS



Fotografía (21).

"Los terremotos no matan personas, solo sacuden el suelo con mayor o menor intensidad. Las personas mueren porque las estructuras colapsan. Los terremotos son cíclicos, si ocurrieron en el pasado, volverán ocurrir en el futuro con la misma o mayor intensidad".

SISMOS

8.1 INTRODUCCIÓN.

El planeta Tierra se encuentra compuesto por diversas capas internas, las cuales están formadas por diversas materias; entre estas capas se producen cambios químicos del material y cambios estructurales, los cuales provocan zonas de discontinuidad. La parte más superficial también conocida como corteza terrestre, se encuentra conformada por un sistema de placas las cuales por acción de las fuerzas internas del planeta se ven desplazadas lentamente una con respecto a la otra; es debido a estos movimientos y a la presión sobre los materiales internos que se producen diversos fenómenos como lo pueden ser aquellos de plegamiento, de fallamiento, agrietamiento que lejos de permanecer estables después de su ocurrencia se van modificando a lo largo del tiempo geológico.

La sismicidad es un fenómeno natural producto de los esfuerzos en la corteza terrestre, debido a diferentes fuerzas, principalmente al movimiento de las placas tectónicas, fenómeno que no puede ser controlado pero que sin embargo las consecuencias generadas por este último pueden llegar a disminuir a partir de la implementación de planes urbanos de construcción en razón de zonificaciones locales.

Los límites entre placas corresponden a tres tipos, el de divergencia, convergencia y transcurrencia, siendo los dos últimos en los que se presenta la mayor sismicidad. Esta sismicidad se produce en los límites de estas placas, y rara vez al interior. Es así que los sismos son generados como consecuencia de los movimientos del terreno en donde se desarrolla el desplazamiento de dos unidades rocosas.

Si una falla existe en dimensiones considerables de importancia regional, el movimiento que esta genera causa sismos de tal magnitud que pueden afectar de manera general y puntual la infraestructura general. De la misma manera en aquellos lugares en donde la existencia de Volcanes de índole activo están emplazados, los movimientos se presentan de manera recurrente por actividad volcánica misma.

8.2 CONCEPCIÓN DE LOS SISMOS Y TIPOS DE FALLAS.

De acuerdo a la actividad sísmica que se presenta en la superficie terrestre, esta ha sido dividida en tres regiones importantes:

1. Región Asísmica: Corresponde a aquellas regiones estables de la corteza terrestre en la que los movimientos no son registrados.

2. *Región Penisísmica:* Incumbe a todas aquellas áreas en las que se logran registrar solamente los sismos débiles, los cuales a su vez se presentan con poca frecuencia.

3. *Región Sísmica:* A esta pertenecen todas aquellas regiones de la corteza terrestre que son muy propensas a sufrir los grandes movimientos sísmicos y por ende son las susceptibles a tener los más altos índices de riesgo.

Por su parte una falla sísmica atañe directamente a un fracturamiento en la corteza terrestre, en la cual ocurre un desplazamiento de las masas rocosas que en términos prácticos se les conoce como bloques. Los temblores ocurren en las fallas sísmicas, en zonas donde se llega a almacenar una gran cantidad de fuerzas durante un periodo prolongado de tiempo, fuerzas que deforman el medio hasta que llega el momento en que estas en cada uno de los bloques es tan grande que concluyen en un movimiento súbito el cual generan ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones.

Existen tres tipos de fallamientos:

1. **Falla Normal:** se caracteriza porque uno de sus bloques cae bajo la acción de la gravedad y de las fuerzas de tensión que actúan en la corteza, las fuerzas tectónicas actúan dilatando o expandiendo el medio en forma perpendicular a la falla.

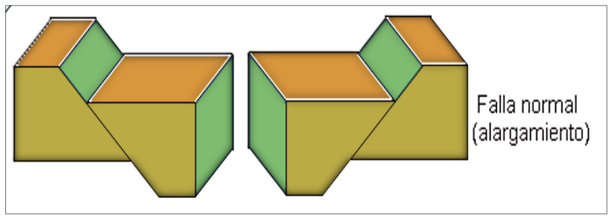


Figura (22). Esquema representativo de tipo de Falla Normal. González Vallejo, 2016.

2. **Falla Inversa:** en este caso uno de sus bloques es empujado hacia arriba, producto de las fuerzas de compresión que actúan en la corteza, las fuerzas tectónicas actúan comprimiendo el medio y en forma perpendicular a la falla.

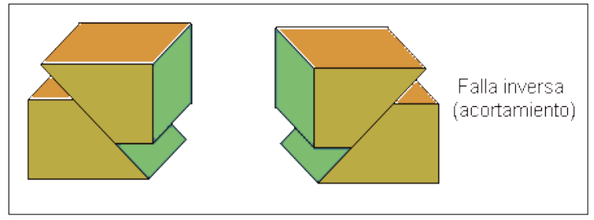


Figura (23). Esquema representativo de tipo de Falla Inversa. González Vallejo, 2016.

3. Falla Longitudinal: el movimiento se produce cuando las fuerzas tectónicas actúan en dirección opuesta a ambos lados de la falla pero en forma paralela a ésta, como consecuencia, los bloques son desplazados horizontalmente.

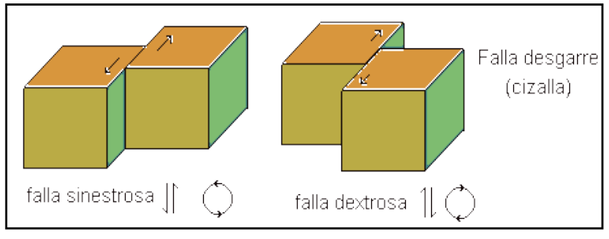


Figura (24). Esquema representativo de tipo de Falla Lateral. González Vallejo, 2016.

8.3 TIPOLOGÍA DE LOS SISMOS Y RUPTURA SISMICA.

Los sismos se clasifican por su origen en (volcánicos y tectónicos), por su magnitud e intensidad en (microsismos y macrosismos), es importante mencionar que anteriormente por la dirección del movimiento se les dividía en oscilatorios (horizontales) y trepidatorios (verticales), sin embargo esta clasificación era errónea ya que las ondas sísmicas se propagan en todas dimensiones. Otra clasificación de sismos corresponde a los a aquellos que son producto del colapso por derrumbamientos del techo de cavernas y minas, por lo que estos sismos se limitan a la superficie y llegan tan solo afectar áreas reducidas.

Los Sismos Tectónicos, los cuales son producidos por la interacción entre las placas tectónicas se clasifican en:

1. *Sismos interplaca*: se producen cuando se vence la fuerza de fricción del contacto entre placas.

2. *Sismos intraplaca*: ocurren dentro de la placa tectónica, un caso particular son los sismos corticales que se generan en la corteza y a poca profundidad.

Los Sismos Volcánicos están acompañados a las erupciones volcánicas y son ocasionadas principalmente por el fracturamiento de rocas debido al movimiento del magma sin embargo este tipo de sismos por lo general no llegan a ser tan grandes como los tectónicos.

La ruptura sísmica por su parte corresponde a la energía que estaba almacenada en forma de esfuerzos en la roca deformada la cual crea la falla, rompe la roca y vence la fricción entre ambas caras de la fractura que tratan de frenar el movimiento; al punto donde comienza la ruptura se le llama hipocentro y su proyección en la superficie terrestre se le conoce como epicentro.

En general los sismos se consideran someros si ocurren a profundidades menores a los 30 kilómetros, de profundidad intermedia si están en el rango de 30 a 60 kilómetros y profundos si se generan a profundidades mayores a las indicadas.

Es sustancial mencionar que aquellos movimientos sísmicos que ocurren antes de un temblor grande o principal son conocidos como pre-eventos y tienen el efecto de concentrar los esfuerzos que darán lugar a este. De la misma manera coexisten aquellos movimientos que suceden después del sismo principal y reciben el nombre de réplicas cuyos focos están localizados en el área de ruptura del evento principal o en su periferia, eso se debe a que parte de la energía almacenada en las rocas de la región que rodea la falla alimenta a esta posteriormente; la ocurrencia de réplicas puede durar desde días hasta años, dependiendo de la magnitud del evento principal y del tipo de fuente sísmica.

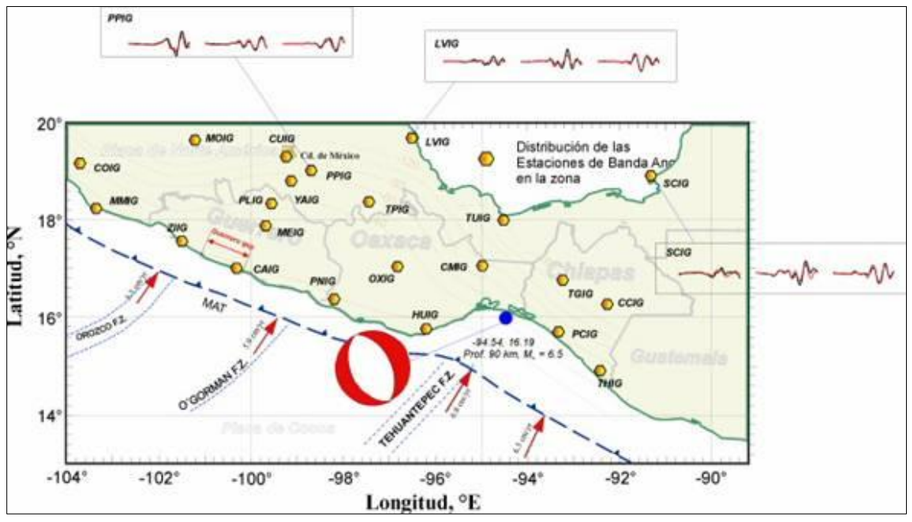


Figura (25). Mecanismo focal principal de la zona pacifico de la república Mexicana. UNAM, 1999.

8.4 *ORÍGEN DE LOS SÍSMOS EN MÉXICO.*

La superficie que corresponde al territorio Mexicano está constituida por cinco placas tectónicas, sin embargo de estas cinco la mayor parte del espacio geográfico Mexicano se encuentra asentado sobre la Placa Norteamericana. Esta placa contiene a toda Norteamérica, parte de Asia y parte del Océano Atlántico.

La península de Baja California, así como el oeste de California y el Océano Pacífico, se encuentran sobre la Placa del Pacífico. El sur de Chiapas, las islas caribeñas y los países de Centroamérica se encuentran en la Placa del caribe. Las otras dos placas que conforman el rompecabezas tectónico de México, Cocos y Rivera, son oceánicas y se encuentran bajo el océano pacífico. Por su parte la Placa Norteamericana se va separando con respecto a la Placa del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra la de Rivera y la de Cocos.

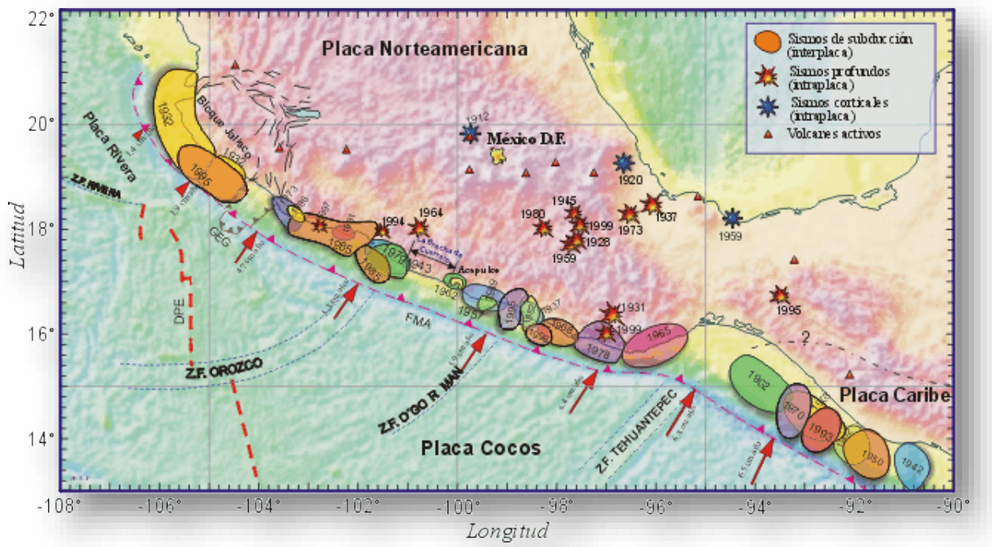


Figura (26).Localización de los sismos más importantes en México. Vladimir Kostoglodov y Dr. Javier Francisco Pacheco, UNAM, 1999.

La disposición territorial actual es resultado de la interacción del bloque continental con las oceánicas, es decir, en la región del Pacífico, la Península de Baja California se están separando del resto del continente con un movimiento hacia el noroeste, desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco hacia Centroamérica.

El Estado de Guerrero es uno de los más activos sísmicamente del país, en esta zona la placa de Cocos se está introduciendo por debajo de la placa de Norteamérica, en la región se registra alrededor del 25% de la sismicidad que ocurre en territorio mexicano. Esto se debe a la subducción de la placa de Cocos (placa oceánica) por debajo de la placa Norteamericana (placa continental), el contacto de estas dos placas tectónicas ocurre frente a las costas del Pacífico, desde el estado de Jalisco hasta Chiapas, esta subducción forma parte del cinturón de fuego del pacífico, estableciendo zonas de expansión en los límites de las placas Norteamericana y del Pacífico, la actividad sísmica y volcánica de México es causada por las fallas geológicas y puntos calientes que generan las mencionadas placas tectónicas, tales como la falla de San Andrés, la falla Mesoamericana, o el eje Volcánico Transversal.

Por otro lado, en el Golfo de México y el Caribe, se tienen esfuerzos tectónicos de separación cortical identificados también como de tensión, que están actuando en los márgenes continentales, éstos a su vez avanzan sobre las profundidades de las cuencas oceánicas como consecuencia del desplazamiento de la placa tectónica continental de Norteamérica hacia el poniente y de la del Caribe hacia el oriente.

Los sismos con profundidades mayores a los 40 km se localizan dentro de las placas oceánicas que se subducen bajo el continente, sometiéndose a fuerzas gravitacionales que producen resquebrajamientos de la corteza.

La magnitud de un sismo va a depender de la región que sufre el resquebrajamiento; entre mayor sea el área que se rompe por la acción de las fuerzas tectónicas mayor es su tamaño.

8.5 *ZONAS SÍSMICAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA.*

Hipotéticamente la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas que están diseñadas con fines antisísmicas; esta zonificación emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) contempla los datos de cada uno de los sismos que están registrados desde inicios de siglo los más importantes y los de mayor impacto en la infraestructura (registros históricos) y en los registros de aceleración del subsuelo de los grandes movimientos ocurridos.

Las zonas sísmicas de la república Mexicana son las siguientes:

1. La zona (A) representa la región donde no se tenían registros históricos de sismos, no se habían reportado en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad.

2. La zona (D) es la franja donde se han reportado grandes sismos históricos, en esta región la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

3. Las regiones (B y C) son zonas intermedias donde se registran sismos no tan frecuentemente, aunque son afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

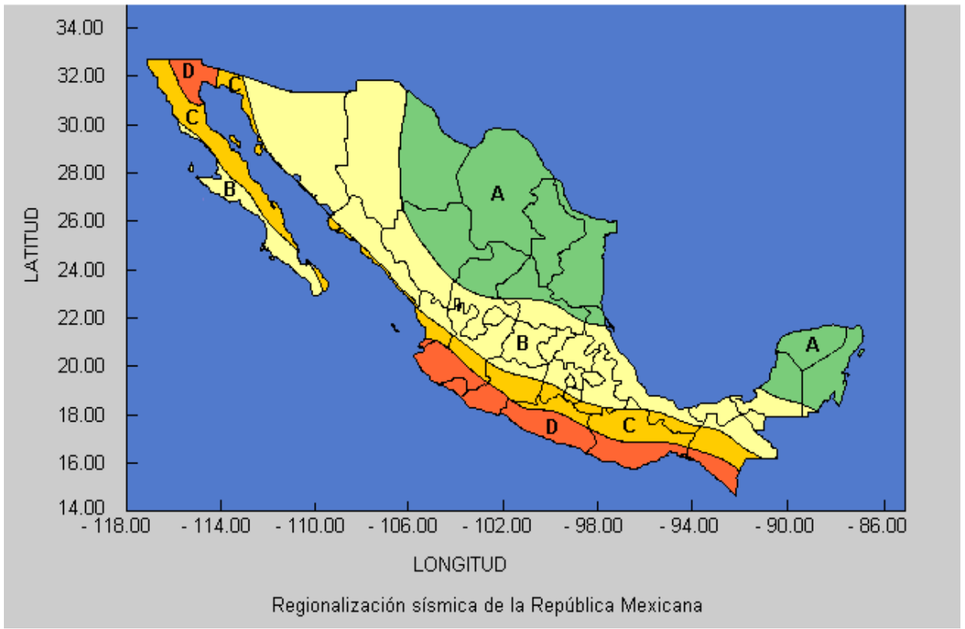


Figura (27) Regionalización sísmica de Mexico

De la misma manera la República Mexicana se subdivide en las tres regiones sísmicas: sísmicas, penisísmicas y asísmicas.

1. La zona sísmica está localizada al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Distrito Federal.

2. La zona penisísmica abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz.

3. La zona asísmica se sitúa en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

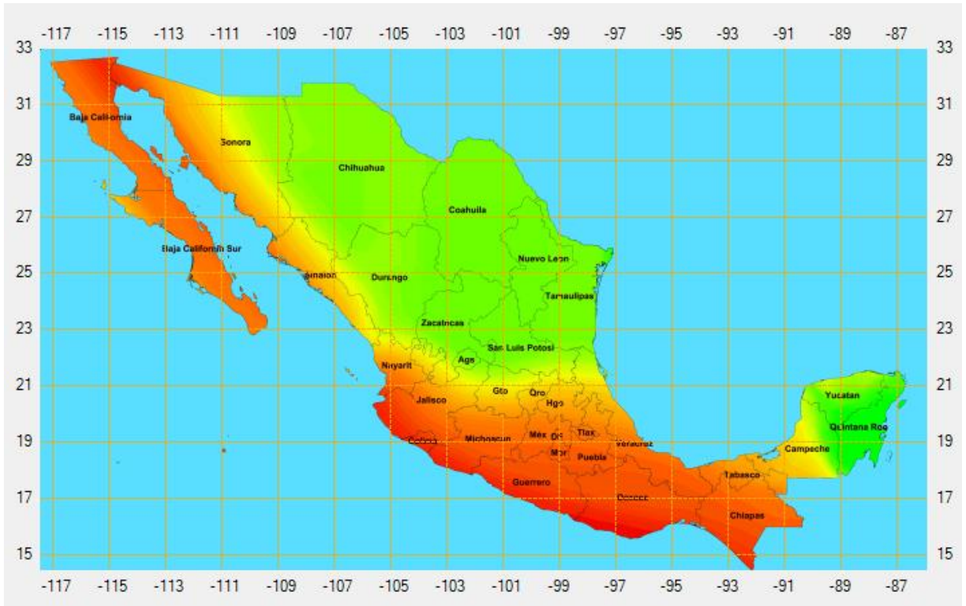


Figura (28).Regiones Sísmicas en México, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Federal de Electricidad. PRODISIS.

8.6 *TIPOLOGÍA DE SISMOS CORRESPONDIENTES AL TERRITORIO NACIONAL.*

SÍSMOS DE SUBDUCCIÓN.

Ocurren por el desgaste entre la placa Norteamericana y las oceánicas (Cocos y Rivera), su longitud de ruptura varían de los 50 hasta los 200km. Las placas oceánicas al penetrar el manto terrestre se deforman, presentándose en diferentes regiones del país bajo Jalisco y Colima, la placa de Rivera cae abruptamente a un ángulo mayor a 45° bajo Michoacán y Guerrero, la placa de Cocos se mueve horizontalmente teniendo un roce de 300 km de longitud con respecto a la Norteamericana, para recaer a un ángulo mayor bajo Oaxaca, mientras que bajo Chiapas esta misma placa subduce con un ángulo mayor a los 45°.

Algunos de los sismos más característicos por este tipo de movimiento de subducción corresponden a:

- Junio 3 de 1932, Costas de Jalisco, Magnitud de 8.2 y longitud de ruptura de 280km.
- Septiembre 19 de 1985, Michoacan, Magnitud 8.1, longitud de ruptura de 180km aprox.
- Octubre 9 de 1995, Colima-Jalisco, Magnitud de 8,0, maremoto con olas que llegaron a sobrepasar los 5 metros de altura.

8.7 *SÍSMOS CORTICALES.*

Este tipo de sismos ocurren dentro de la placa Norteamericana, y se caracteriza por presentar movimientos intraplaca muy superficiales que no llegan a sobrepasar los 35km de profundidad, las magnitudes que se vislumbran dentro de este tipo de sismos corresponden a magnitudes menores a los de sismos de subducción, incluso menores a los sismo de profundidad.

Dichos sísmos ocurren principalmente a lo largo del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), en donde se concentra la mayoría de la población de la república.

Algunos de los sismos más característicos por este tipo de movimiento:

- Acambay 1912, magnitud de 7, Grandes Daños en Pueblo de Acambay y Tixmadeje, Edo. Mex.
- 1920, Jalapa, Magnitud 64, Daños en capital Veracruzana.

Los sismos más característicos ocasionados por el roce de la placa de Norteamérica con la de Cocos, Rivera y la placa del Caribe, dan origen a los sismos de subducción en el interior de la placa Norteamericana y los sismos corticales, ambos en la región sur de la República mexicana.

8.8 *SÍSMOS INTERPLACA.*

Se producen a cabo entre la Placa de Norteamérica y la Placa del Pacífico a lo largo de las fallas del Cerro Prieto hasta el Imperial al norte de Baja California; dichos sismos ocurren a profundidades someras y llegan a alcanzar magnitudes de 7.0. Algunos de los sismos más característicos por este tipo de movimiento:

1. 1915 y 1934, Magnitud mayor a 6.0, grandes daños en la población.
2. 1906, San Francisco California, magnitud entre 7,9 y 8,6.

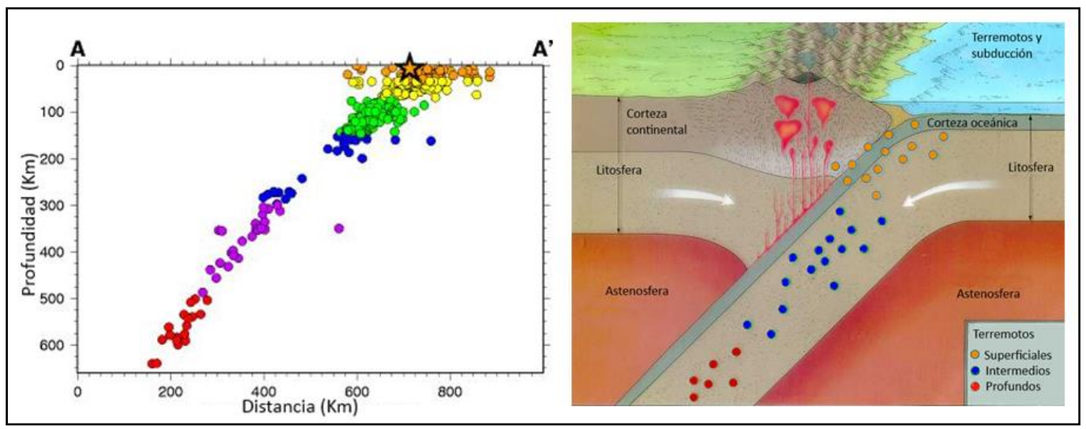


Figura (29).Plano de Wadati-Benioff. Servicio Sismológico Nacional.

8.9 *MAGNITUD E INTENSIDAD.*

La magnitud es un índice de la energía que libera un seísmo. Se usan diversas escalas de magnitud según la porción de los registros que se empleen para calcular esta cantidad, sin embargo la aceptación mayor corresponde a la llamada "magnitud de momento" (Mw), la cual se relaciona directamente con la energía liberada y es función lineal del logaritmo de esta energía.

Escala de Intensidad de Mercalli	Magnitud
I	1.0 - 3.0
II - III	3.1 - 4.0
IV - V	4.1 - 5.0
VI - VII	5.1 - 6.0
VII - IX	6.1 - 7.0
X - o más	7.1 o más

Tabla (42).Intensidades típicamente observadas con los temblores de estas magnitudes cerca del epicentro. U.S. Geological Survey.

La amplitud de las ondas generalmente se atenúa con la distancia, y tanto más rápidamente cuanto mayor sea la frecuencia de vibración, pero puede amplificarse localmente como consecuencia principalmente de la topografía o de las propiedades dinámicas del suelo. Este último fenómeno se conoce como efecto de sitio. Las amplificaciones locales son selectivas en cuanto a la frecuencia de las ondas.

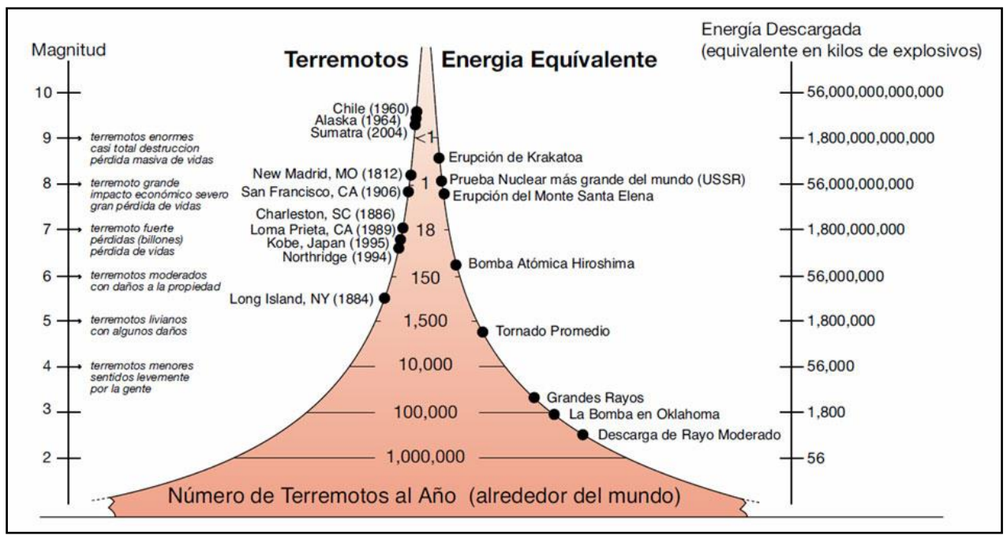


Figura (30).Relación de Magnitud con la cantidad de explosivos de alto voltaje requerido para producir la energía generada por un terremoto. Seismic Monitor (IRIS), 2015.

Las vibraciones del terreno tienen un poder destructivo que depende del conjunto de frecuencias de las vibraciones, de sus amplitudes, de la duración del movimiento y de las construcciones que existan en el lugar. Para caracterizar el movimiento se debe hacer uso de un sentido abstracto de las propiedades de las estructuras existentes y por ende refiere al poder destructivo potencial de un sismo.

Este poder destructivo, el potencial, de un temblor en un sitio es lo que se mide con el concepto de intensidad. Un mismo temblor tiene por ello una sola magnitud (en una escala dada), pero diversidad de intensidades (aun en una escala dada de intensidad) según el punto de la superficie terrestre al que se refiera. La escala de intensidades más usada en nuestro continente es la de Mercalli Modificada (MM). Va de o al grado XII. El XII corresponde por definición a destrucción total; no puede, pues, excederse.

8.10 *PELIGRO.*

La Intensidad sísmica es una medida de los efectos causados por un sismo en un lugar determinado de la superficie terrestre, un sismo pequeño pero muy cercano puede causar grandes daños en cuyo caso se dice que su intensidad es grande; en cambio un sismo muy grande pero muy lejano puede apenas ser sentido, su intensidad es baja.

La escala de intensidad fue propuesta por primera vez en Italia por el científico Giuseppe Mercalli, la escala original constaba de diez grados y la que se usa actualmente se llama escala de Mercalli Modificada que consta de doce grados. A diferencia de la magnitud la intensidad se relaciona con los efectos sobre las personas y el nivel de daño de las estructuras.

Geofísicamente hablando el movimiento del suelo tiene diferentes respuesta por las condiciones variables de los materiales que conforman la superficie terrestre; el movimiento del suelo en sitios de terreno blando es muy diferente del que llega a ocurrir en un terreno forme, esto debido a la amplificación dinámica que sufren las ondas sísmicas al propagarse a través de los medios deformables. Por otra parte las irregularidades topográficas y geológicas también producen amplificaciones y atenuaciones en el movimiento del terreno.

Escala modificada Mercalli de intensidades de Sismos.	
I	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III	Se percibe en los interiores de los edificios y casas. Sin embargo, muchas personas no distinguen claramente que la naturaleza del fenómeno es sísmica, por su semejanza con la vibración producida por el paso de un vehículo liviano. Es posible estimar la duración del sismo.
IV	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Muchas personas lo notan en el interior de los edificios aún durante el día. En el exterior, la percepción no es tan general. Se dejan oir las vibraciones de la vajilla, puertas y ventanas. Se sienten crujir algunos tabiques de madera. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V	La mayoría de las personas lo percibe aún en el exterior. En los interiores, durante la noche, muchas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aún pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI	Lo perciben todas las personas. Se atemorizan y huyen hacia el exterior. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los juguetes, libros y otros objetos caen de los armarios. Los cuadros suspendidos de las murallas caen. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien, se les oye crujir. Se siente el tañido de las campanas pequeñas de iglesias y escuelas.
VII	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. El fenómeno es percibido por los conductores de automóviles en marcha. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Sufren daños menores (grietas) las estructuras corrientes de albañilería bien construidas. Se dañan los muebles. Caen trozos de estucos, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Las chimeneas débiles se quiebran al nivel de la techumbre. Se producen ondas en los lagos; el agua se enturbia. Los terraplenes y taludes de arena o grava experimentan pequeños deslizamientos o hundimientos. Se dañan los canales de hormigón para regadío. Tañen todas las campanas.
VIII	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aún el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. En estructuras de albañilería bien proyectadas y construidas sólo se producen daños leves. Caen murallas de albañilería. Caen chimeneas en casa e industrias; caen igualmente monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Las casas de madera se desplazan y aún se salen totalmente de sus bases. Los tabiques se desprenden. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos. Aparecen grietas en el suelo húmedo, especialmente en la superficie de las pendientes escarpadas.
IX	Se produce pánico general. Las estructuras de albañilería mal proyectadas o mal construidas se destruyen. Las estructuras de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Las estructuras de albañilería bien proyectadas y bien construidas se dañan seriamente. Los cimientos se dañan. Las estructuras de madera son removidas de sus cimientos. Sufren daños considerables los depósitos de agua, gas, etc. Se quiebran las tuberías (cañerías) subterráneas. Aparecen grietas aún en suelos secos. En las regiones aluviales, pequeñas cantidades de lodo y arena son expelidas del suelo.
X	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se destruyen los cimientos de las estructuras de madera. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Se producen daños en represas, diques y malecones. Se producen grandes desplazamientos del terreno en los taludes. El agua de canales, ríos, lagos, etc. sale proyectada a las riberas. Cantidades apreciables de lodo y arena se desplazan horizontalmente sobre las playas y terrenos planos. Los rieles de las vías férreas quedan ligeramente deformados.
XI	Muy pocas estructuras de albañilerías quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las tuberías (cañerías subterráneas) quedan totalmente fuera de servicio.
XII	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Tabla (43).Escala de Mercalli Modificada. National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015.

Para fines prácticos en el modelamiento de la respuesta del subsuelo a el paso de las ondas sísmicas se recurre a un modelo homogéneo en el cual se supone que los depósitos sedimentarios están meramente horizontales. Esto permite una aproximación que consiste en remplazar el perfil estratigráfico por un manto homogéneo equivalente de igual espesor que se caracteriza por un periodo dominante y una velocidad efectiva de propagación de las ondas sísmicas.

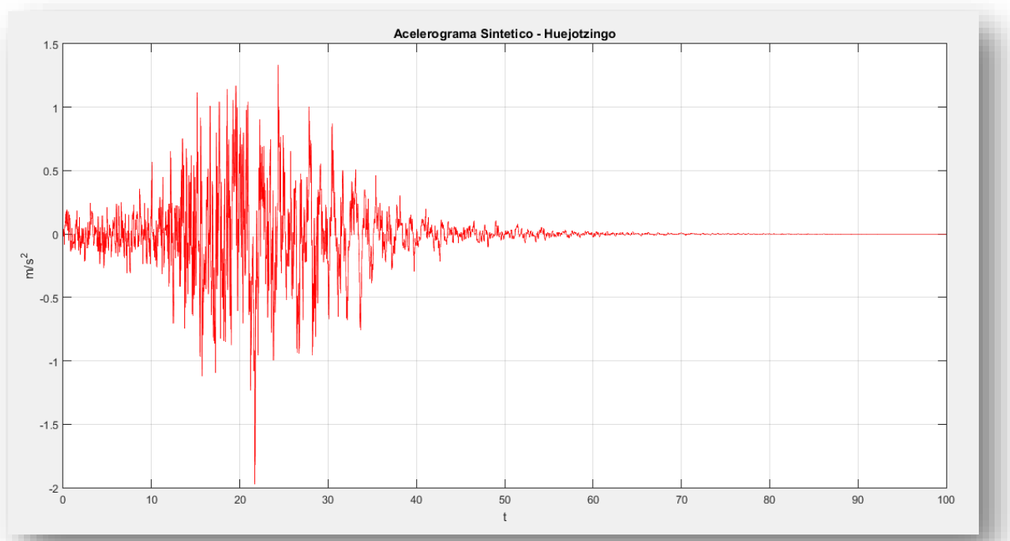
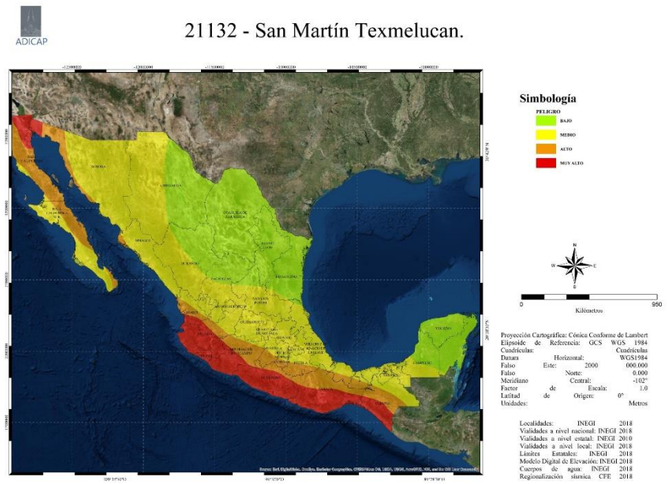
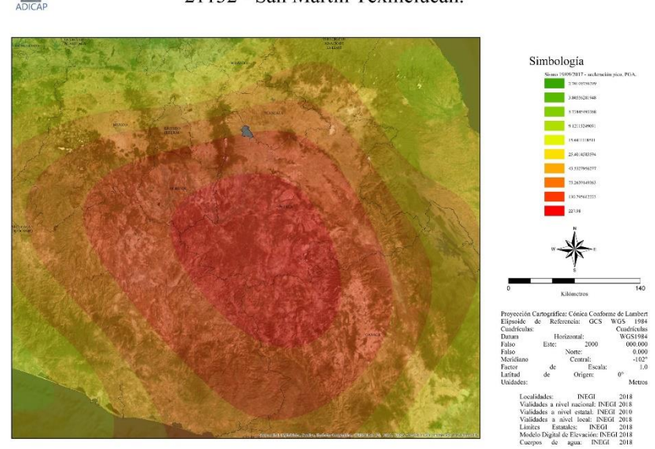


Figura (31). Acelerograma sintético.



Mapa (48) Sismicidad- Nivel Regional, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



Mapa (49) Sismicidad – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.

9 . TSUNAMIS



FOTO. TSUNAMI EN JAPON 2011

"Si lanzas una roca al mar desde una playa, y logras hacerlo con suficiente fuerza para que esta recorra la mitad del planeta, llegara a la siguiente costa como un Tsunami".

TSUNAMIS.

9.1 *INTRODUCCIÓN.*

Los Tsunamis son uno de los riesgos naturales que cada día está más presente en la memoria de las personas, tanto por sus efectos en la infraestructura de las actividades costeras como en la pérdida de vidas humanas; es el caso de Sumatra (2004) y Aysén (2007).

Etimológicamente la palabra Tsunami proviene de la palabra japonesa, Tsu: Puerto, Nami: Ola, "Ola de Puerto", la cual define al sistema de ondas de gravedad del océano, que siguen a cualquier disturbio de la superficie libre, de escala grande y de corta duración" (Van Dorm, 1965).

Los Tsunami son ondas de agua de gran longitud (con períodos en el rango de 5 a 60 minutos, o más largos), generadas, impulsivamente por mecanismos tales como explosiones volcánicas en islas (Ej.: Krakatoa, 1883); deslizamientos de tierra submarinos (Ej.: Bahía de Sagame, Japón, 1933); caída de rocas a bahías, canales o al océano (Ej.: Fiordo Aysén, 2007); desplazamientos tectónicos asociados con terremotos (Ej.: tsunami de Valdivia, 1960) y explosiones submarinas de dispositivos nucleares (Wiegel, 1970).

9.2 *CONCEPCIÓN DE UN TSUNAMI.*

Para que un sismo genere un Tsunami, es necesario que ocurran tres condiciones básicas:

1. Que el epicentro del sismo, o una parte mayoritaria de su área de ruptura, esté bajo el lecho marino y a una profundidad menor a 60 Km. (sismo superficial).

2. Que ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre con movimiento lateral, y

3. Que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo y que ésta sea eficientemente transmitida.

9.3 *ORIGEN DE UN TSUNAMI.*

En su zona de generación y mientras viajan por aguas profundas mar afuera, las olas de los tsunamis son de gran longitud (cientos de kilómetros) y poca altura (centímetros), lo que los hace inobservables visualmente desde embarcaciones o aviones; y se propagan a gran velocidad (cientos de kilómetros/hora). Sus períodos (lapso de

tiempo entre el paso de dos olas sucesivas) son de 15 a 60 minutos. Un tsunamis no debe ser confundido con las olas cortas de tormentas producidas por el viento, que llegan usualmente a las costas, ni con las ondas mucho más extensas de las mareas que arriban una a dos veces todos los días.

9.4 *CLASIFICACIÓN DE UN TSUNAMI.*

Los tsunamis se clasifican, en el lugar de arribo a la costa, según la distancia (o el tiempo de viaje) desde su lugar de origen, con el que se podrá determinar los tiempos de reacción de la población para mitigar sus efectos en:

1. Tsunamis Locales: Si el lugar de arribo en la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación (delimitada por el área de dislocación del fondo marino) del tsunami, o a menos de una hora de tiempo de viaje desde su origen.

2. Tsunamis Regionales: Si el lugar de arribo en la costa está a no más de 1.000 Km. de distancia de la zona de generación, o a pocas horas de tiempo de viaje desde esa zona.

3. Tsunamis Lejanos: Si el lugar de arribo está en costas extremo opuestas a través del Océano Pacífico, a más de 1.000 km. de distancia de la zona de generación y aproximadamente medio día o más de tiempo de viaje del tsunami desde esa zona.

9.5 *ESCALA DE MEDICIÓN DE UN TSUNAMI.*

El estudio y cuantificación de un fenómeno tsunamigénico, se determina a partir de la liberación de energía de un sismo (Escala Momento Mw), asociándola a los efectos de percepción de las personas (Escala de Mercalli Modificada) y sus efectos de construcción del borde costero (Escala Sieberg) aledaña al epicentro.

La Escala Sieberg, es una escala descriptiva de la intensidad de tsunami que se modificó posteriormente a la escala de Sieberg - Ambraseys descrita a continuación (Ambraseys 1962).

Muy suave	Suave	Bastante Fuerte	Fuente
La onda es tan débil que solo es perceptible en los registros de los mareógrafos.	Las ondas son percibidas por aquellos que viven a lo largo de la costa y están familiarizados con el mar. Normalmente se percibe en costas muy planas.	Generalmente es percibido. Inundación de costas de pendientes suaves. Embarcaciones deportivas pequeñas son arrastradas a lo costa. Daños leves en estructuras de material ligero situadas cerca de las costas. En estuarios, se invierten los flujos de los ríos hacia arriba.	Inundación de la costa hasta determinada profundidad. Daños de erosión en rellenos construidos por el hombre. Terraplenes y diques dañados. Las estructuras de material ligero cercanas a la costa son dañadas. Las estructuras

Tabla. (44).Escala Sieberg. National Weather Service International Tsunami Information Center (2015).

9.6 *PELIGRO POR TSUNAMI.*

Como se ha hecho mención, los efectos producidos por un Tsunami son de mayor magnitud conforme la localidad y por ende las personas se localicen cercanos a la línea de costa, pues es esta en donde los efectos de choque de las olas encuentran su mayor efecto destructivo.

Pudiendo ponderal al Municipio como una zona de Muy Baja y/o nula repercusión ante dicho fenómeno.

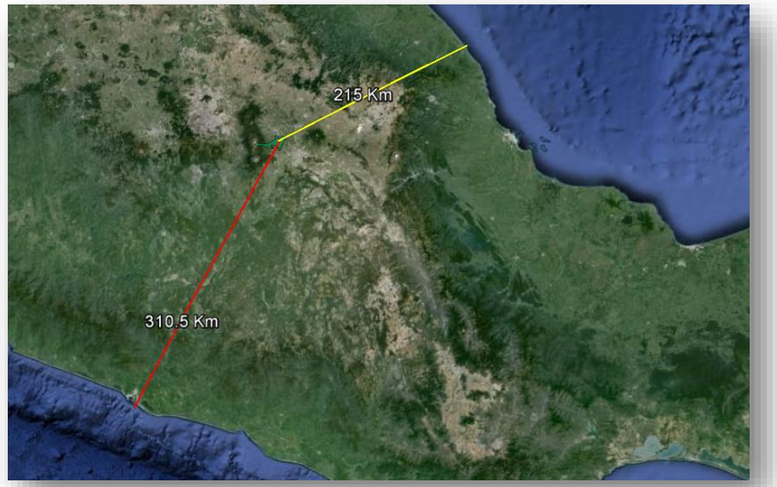


Imagen. (1).Distancia lineal correspondiente a límites de costa y Municipio de San Martín Texmelucan.

10 INESTABILIDAD DE LADERAS

.



Fotografía (22).

"Los desastres naturales que azotan usualmente a la superficie terrestre han llenado las portadas de los periódicos y boletines informativos, en la mayor parte de las noticias que se leen, son estos "MOVIMIENTOS DE TIERRA" en sentido amplio, un factor común que da cuenta de una gran parte de las víctimas que se producen".

INESTABILIDAD DE LADERAS.

10.1 INTRODUCCIÓN.

Los fenómenos de inestabilidad de laderas que comúnmente son conocidos como Procesos de Remoción en Masa o Fenómenos de Remoción en Masa (PRM y/o FRM) ocurren en cualquier superficie en desequilibrio, es decir, en aquellas zonas que se ven afectadas por fuerzas ajenas a las propiedades físicas iniciales de los materiales que los conforman, derivando en reacomodos y colapsos de las masas rocosas.

Estas fuerzas estabilizadoras dependen de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).

Así un proceso de remoción en masa, es el movimiento ladera abajo del material que la conforma (suelos, tierra, detritos, rocas, etc.), debido a la influencia de la gravedad, con velocidades variables, y favorecido en algunos casos por un agente acelerador como hielo o agua (Cruden y Varnes., 1996). Por lo que este tipo de movimientos pueden ser considerados como los más frecuentes en aquellas zonas del país que presentan topografías variadas y de procesos tanto naturales como antropogénicos ambos de carácter complejo, pudiendo mencionar algunos como el temporal de lluvia, la intensidad de los sismo, erupciones volcánicas, desmoche de árboles, sobrecarga del terreno, escurrimientos y filtraciones de agua, entre otros,

Existen una gran variedad de clasificación con respecto a los denominados procesos de remoción en masa, cada uno de sus nombres es resultado de la complejidad a la cual ha sido sujeto el evento. Estas clasificaciones están basadas principalmente en aspectos como los atributos morfológicos de los movimientos, tanto de la superficie de ruptura como del área de depositación (Skempton, 1953; Blong, 1973; Brunsden, 1973, Crozier, 1973); en el tipo y velocidad del movimiento (Sharpe,1938; Ward,1945; Hutchinson,1968; Zaruba y Menci,1969; Coates,1977; Varnes,1978); tamaño y tipo de los materiales que están involucrados(Zaruba y Merci,1969; Coates,1977; Varnes,1978); antigüedad del movimiento(Zaruba y Merci,1969); grado de actividad (Erskine,1973); y el tipo climático (Sharpe,1938,Hutchinson,1968).

La clasificación de los procesos de remoción en masa más aceptable es la de Varnes (1978), misma que es aplicada a nivel internacional se basa en el mecanismo del movimiento, por lo que de manera general, estos movimientos se dividen en: Caídas o desprendimientos (Falls), Vuelcos o desplomes (Topples), Deslizamientos

(Slides), Expansiones laterales (Lateral Spreading), Flujos (Flows) y Movimientos Complejos (Complex movements).

La variedad de los PRM y su clasificación es compleja. La identificación del factor desencadenante exige un estudio detallado de las observaciones geomorfológicas, geométricas y el análisis de los desplazamientos en superficie y en profundidad. No siempre se dan las condiciones necesarias para realizar un diagnóstico exhaustivo por lo que en ocasiones no se podrá confirmar con exactitud el mecanismo desencadenante, mecanismos distintos pueden generar formas parecidas.

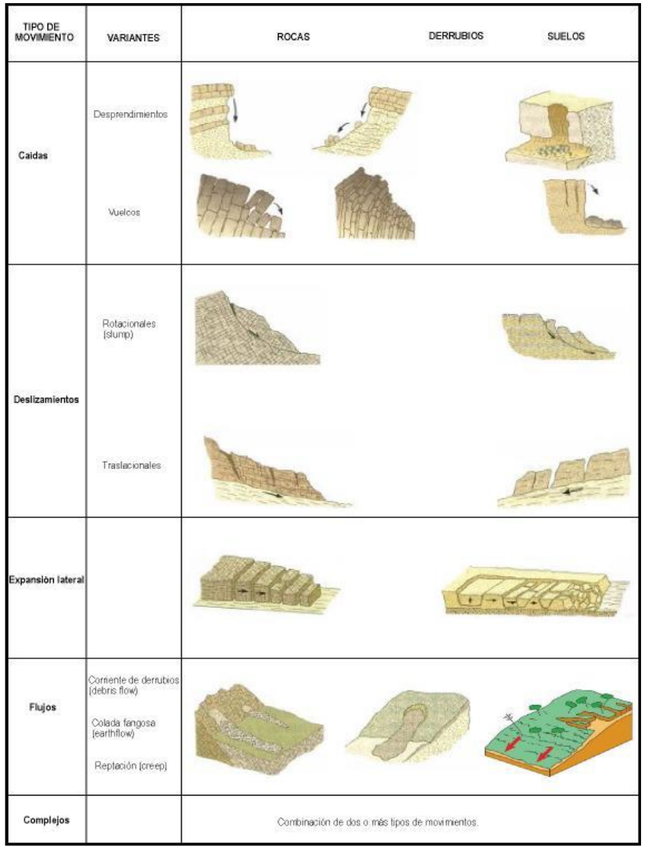


Figura (32).Clasificación para los tipos de movimientos gravitacionales según Varnes (1978) modificado por Corominas y Yagüe (1997); Highland y Bobrowsky (2008).

A los Fenómenos de Remoción en Masa se les considera “fenómenos de Segundo Orden”, pues son producto de otros procesos naturales de primer orden considerados como las cusas originarias. Procesos como las avalanchas o las inundaciones son considerados por su parte como procesos de tercero y cuarto orden, pero usualmente se presentan como consecuencia de los deslizamientos o la rotura de represamientos naturales originados por algún FRM.

Los factores que influyen en la estabilidad de las masas rocas conciernen directamente a todos aquellos procesos internos y externos. Los factores internos están relacionados claramente con las propiedades del material y su resistencia y las características extrínsecas no se encuentran relacionadas con el material in-situ, pero si con las características morfológicas y las condiciones ambientales.

Por su parte los factores externos actúan directamente sobre el material y dan lugar a modificar las condiciones iniciales del sistema rocoso, este tipo de factores pueden ser las vibraciones producto de un evento sísmico, la infiltración de agua al terreno, la escorrentía y en gran medida los procesos antrópicos.

Algunos otros fenómenos externos que modifican, modelan y generan procesos secundarios son aquellos que están relacionados con erosión, meteorización y alteración de la roca-suelo madre, dichos procesos actúan a través del tiempo geológico y modifican la geometría del macizo rocos, su resistencia y la oscilación de los niveles piezómetros, por lo que el tiempo también puede ser considerado como un factor externo.

Lastimosamente para los Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) es difícil de realizar una evaluación del PELIGRO, por lo que generalmente se llega a evaluar la SUSCEPTIBILIDAD, la cual es definida como el grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere o a que resulte afectada por un FRM debido a sus condiciones intrínsecas.

10.2 METODOLOGÍA MORA Y VAHRSON (1994)

La metodología fue desarrollada en Costa Rica y tiene por objeto predecir la amenaza. El método presenta modelo para el análisis de la amenaza relativa de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos, teniendo como fin la definición y jerarquización de posibles áreas críticas, por medio de una estimación semiprobabilística del potencial de deslizamientos (González, 2005).

Mora y Vahrson (1994) son claros al establecer que su planteamiento es un método preliminar y como tal debe tratarse, de tal forma que las áreas definidas como críticas, posteriormente deben ser sometidas a un análisis detallado y más profundo.

A la vez señalan que la forma de combinar los valores (multiplicación y adición) representa de una manera relativamente fiel, la interacción de los procesos analizados, según su propia EXPERIENCIA.

La esencia de la metodología se halla en la combinación de factores intrínsecos de susceptibilidad, tales como el relieve relativo (pendientes clasificadas), las condiciones litológicas (geología y litología) y la humedad natural del suelo, y factores detonantes, tales como las intensidades sísmicas y las pluviométricas. La calificación de dichos factores se establece en términos de susceptibilidad a los movimientos en masa, en el caso de los primeros, y de favorabilidad para la ocurrencia de los mismos en el caso de factores detonantes, siendo mayor el puntaje para las condiciones de mayor susceptibilidad y para las de mayor favorabilidad en la ocurrencia de movimientos en masa. La formulación matemática del método se resume en la siguiente expresión (González, 2005):

$$Ad = (Rr \times L \times H) \times (S + LL)$$

Donde:

- Ad, es el índice de amenaza relativa por deslizamiento
- Rr, es el índice de relieve relativo
- L, es el índice de influencia de la litología
- H, es el índice relacionado con la humedad del suelo
- S, es el índice de influencia de la actividad sísmica
- LL, es el índice de influencia de las lluvias intensas

Según las particularidades tectónicas y climáticas de determinada región, puede dársele prioridad a la consideración de determinado detonante así:

Potencial generador de deslizamientos por la intensidad pluviométrica

$$PDL = (Rr \times L \times H) \times LL$$

Potencial generador de deslizamientos por la sismicidad

$$PDS = (Rr \times L \times H) \times S$$

Para la aplicación de la metodología, en escalas de trabajo intermedias (1:25.000 a 1:50.000), el área debe ser subdividida de acuerdo con una retícula, cuyo ancho de rejilla se establece según la escala de trabajo; en este caso, siguiendo las recomendaciones de Mora y Vahrson (1994), el ancho de la rejilla debería estar entre 100 y 1000 metros.

El resultado de la aplicación de esta metodología indica condiciones de relatividad, al comparar situaciones adyacentes, es decir entre los píxeles circunscritos en el área de estudio.

10.3 RELIEVE RELATIVO.

Se parte de un Modelo Digital de Elevaciones (DEM) en cual sean de calcular sus pendientes relativas en grados, mismas que posteriormente han de ser reclasificadas en los rangos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres de la manera siguiente: 0 a 3°, 3 a 6°, 6 a 15°, 15a 30°, de 30° a 45°, y mayores a 44°.

Peligro	Representación	Magnitud
Extremo		> 45
Muy Alto		30 a 45
Alto		15 a 30
Medio		6 a 16
Bajo		3 a 6
Muy Bajo		0 a 3

Tabla (45).Escala de Rangos en grados para Pendientes. CENAPRED.

10.4 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA LITOLOGÍA

La calificación original del factor litológico L dada por Mora y Vahrson, en la que se valora la susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. Es claro que ante la ausencia de datos geotécnicos cuantitativos, estos deben sustituirse con la aplicación de calificativos subjetivos, para lo cual se hace necesario revisar los criterios y adaptarlos, redefiniendo las clases de influencia sugeridas por los autores (Gonzáles, 2005).

Litología	Clasificación	Factor L
Aluvion compacto permeable, calizas permebales, rocas intrusivas ligeramente fisuradas, basaltos, igmimbritas, andesitas con bajo grado de meteorizacion, niveles freaticos bajos.	Baja	1
Alto grado de meteorizacion de litologias mencionadas anteriormente y de rocas sedimentarias masivas, baja resistencia al corte y fractura de cizalla.	Moderada	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, metamorficas y volcanicas considerablemente meteorizadas; suelos regoliticos arenosos compactos, fracturacion considerable.	Media	3
Meteorizacion considerable, alteracion hidrotermal de cualquier clase de roca; rocascon fracturamiento elevado; suelos piroclasticos y fluviolacustres pobremente compactados.	Alta	4
Rocas extremadamente alteradas, suelos residuales, coluviales y aluviales con baja resistencia cortante.	Muy Alta	5

Tabla (46).Calificación original de diferentes litologías y su susceptibilidad Litología Calificación Factor L. Tomado de Gonzáles (2005)

10.5 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Ante la imposibilidad de tener medidas directas en campo, se determina la humedad por medio de balances hídricos estimativos. Mora y Vahrson proponen una metodología para simplificar dichos balances, al punto de solo requerir información de la evapotranspiración y la precipitación promedio mensual. Los pasos a seguir son los siguientes (Gonzáles, 2005):

Categorizar los promedios mensuales de precipitación (sobre todo el registro de datos) según la clasificación siguiente:

Valor Acumulado	Calificativo	Valor del Parámetro de Humedad
0 a 4	Muy Bajo	1
5 a 9	Bajo	2
10 a 14	Medio	3
15 a 19	Alto	4
20 a 24	Muy Alto	5

Tabla (47).Calificación original del factor de humedad. Tomado de Gonzales, 2005.

Sumar los doce valores asignados a cada mes en una estación, obteniendo un valor acumulado entre 0 y 24. Luego este valor acumulado se clasifica en uno de los cinco grupos siguientes:

Es de aclarar que la concepción de Mora y Vahrson, es calificar con cero una lluvia mensual cuando ésta es menor a la evapotranspiración promedio, calificarla con 1 cuando se encuentra entre una y dos veces la evapotranspiración promedio mensual y calificarla con 2 cuando es mayor de dos veces la evapotranspiración promedio mensual.

Aplicando lo anterior se obtiene una calificación entre 0 y 2 para cada mes del año. Una vez calificados todos los meses del año, se suman los valores para obtener el valor acumulado del año, que es el dato con el cual se califica la humedad

10.6 ÍNDICE DE INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

Mora y Vahrson (1994) mencionan que en este aspecto los criterios se establecieron realizando un análisis retrospectivo sobre un conjunto de laderas vecinas, con características climáticas, geológicas y de relieve semejantes.

Para el análisis de la influencia de la actividad sísmica, se relaciona la Intensidad de Mercalli Modificada y los índices de influencia de la sismicidad, definiendo diez clases para cada situación específica. Los autores recomiendan utilizar las intensidades bajo la forma de mapas de máximos históricos, corregidos, de la intensidad relativa, a un periodo de retorno de 100 años.

Los autores aseguran haber intentado correlacionar aceleraciones para diferentes modelos de atenuación y diferentes niveles de movimientos fuertes, sin un aparente éxito, probablemente por la falta de datos suficientes y confiables.

La calificación original del factor de sismicidad para periodo de retorno de 100 años, de acuerdo con las Intensidades Mercalli Modificadas (Gonzáles, 2005).

Intensidad (Mercalli Modificada)	Calificativo	Valor del Parametro
III	Leve	1
IV	Muy Bajo	2
V	Bajo	3
VI	Moderado	4
VII	Medio	5
VIII	Elevado	6
IX	Fuerte	7
X	Bastante Fuerte	8
XI	Muy Fuerte	9
XII	Extremadamente Fuerte	10

Tabla (48).Calificación original del factor de sismicidad para Tr = 100 años. Intensidad. Tomado de Gonzáles, 2005.

10.7 INFLUENCIA DE LAS LLUVIAS INTENSAS

Mora y Vahrson establecen que los deslizamientos de tipo flujo regolítico (esto es deslizamientos más bien superficiales), son detonados por lluvias de duración corta y alta intensidad (tipo convectivo); a la vez que los deslizamientos más profundos de tipo traslacional, son detonados por lluvias con duración muy larga e intensidad mucho menor que en el primer caso (tipo orográfico, temporales). Para cubrir ambos tipos de fenómenos se utiliza un índice basado en la determinación del máximo valor diario de lluvia en 100 años y series de tiempo de 10 años o más.

Para la caracterización de la influencia de las lluvias, se debe seguir los siguientes pasos (Gonzáles, 2005):

1. Determinar, para todas las estaciones, la serie de valores máximos diarios anuales.
2. Analizar si existen valores fuera de la serie y si los hay eliminarlos.

Según el número de datos disponibles:

a) Para registros menores a 10 años, calcular el promedio aritmético.
b) Para otros registros, calcular con el método Gumbel, la precipitación máxima para un periodo de retorno de 100 años.

Lluvias máximas diarias anuales (mm); n>10 años, Tr=100 años	Lluvias máximas diarias anuales (mm); n>10 años promedio	Calificativo	Valor del Parametro LL
< 100	< 50	Muy Abajo	1
100 a 200	50 a 90	Bajo	2
201 a 300	91 a 130	Medio	3
301 a 400	131 a 175	Alto	4
> 400	> 175	Muy Alto	5

Tabla (49).Valoración original del factor intensidad de la precipitación LL. Tomado de Gonzáles (2005).

10.8 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Una vez subdividido cada uno de los factores en el valor de parámetro correspondiente, se procede a determinar analíticamente el peso relativo de cada factor con respecto a los demás, usando para ello el método de evaluación multicriterio de las jerarquías analíticas (Saaty, 1980, 1994; Eastman et al., 1995).

Éste utiliza una estructura jerarquizada de criterios (los factores del terreno en nuestro caso) junto con la comparación de criterios por parejas para establecer sus pesos. Con este método se crea primero una matriz cuadrada, en la que el número de filas y columnas viene definido en nuestro caso por el número de factores de inestabilidad.

A cada elemento de la matriz se le asigna un valor que representa la importancia relativa del factor de su fila con respecto al de su columna en cuanto a posible inestabilidad.

El autovector principal de la matriz, que representa el orden de prioridad de los factores, determina entonces los pesos de éstos, mientras que a partir del autovalor máximo se puede obtener una medida cuantitativa de la consistencia de los valores asignados.

Una vez obtenidos los pesos de los factores, se obtiene finalmente un índice de susceptibilidad a los deslizamientos mediante la suma lineal ponderada (Voogd, 1983) de pesos de factores y clases, según la expresión:

$$I = \sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij}$$

Siendo:

- I el índice de susceptibilidad
- wj el peso del factor j
- xij el peso de la clase i del factor j.

Finalmente se clasifican los índices en unos 5 intervalos iguales de susceptibilidad, más estandarizados y de interpretación intuitiva.

El procedimiento de las jerarquías analíticas da mayor preponderancia al peso establecido en los criterios sobre los valores asignados a las alternativas en el proceso de toma de decisiones (Barredo, 1996). Esto significa en nuestro caso que el índice de susceptibilidad obtenido depende fundamentalmente del peso asignado a los factores (evaluado mediante la razón de consistencia), y en menor medida de la asignación de pesos a cada clase dentro de un factor, por lo que la subjetividad y ausencia de control inherentes a éste último proceso no influye sobremanera en el cálculo del índice final.

Debe considerarse que dentro del estudio, diseño y obtención de cada uno de los factores correspondientes al encaminamiento de la evaluación del riesgo, existen factores condicionantes de gran ponderación; para nuestro caso la pendiente del terreno es el factor más importante entre los factores que merman la consolidación del modelo.

Un mapa de pendientes es obtenido directamente de un Modelo Digital de Elevación o DEM por sus siglas en ingles a su nombre correspondiente Digital Elevation Model; dicho modelo ha sido obtenido gracias a INEGI a una resolución de 15 metros en valor correspondiente a pixel.

A dicho modelo de elevación inicial se le aplica un procesamiento de caracterización de función linean, los cuales corresponden a los valores de pendiente, correspondiendo a intervalos de 0 a 100 de las pendientes mínimas y máximas respectivamente.

La reclasificación de dichas pendientes primarias se ve marcada por loa correspondiente clasificación de CENAPRED emitida para la obtención de los valores necesarios para el análisis de los procesos de Remoción en Masa. La reclasificación está marcada mediante rangos de 0 a 3°, 3 a 6°, 6 a 15°, 15 a 30°, de 30° a 45°, y mayores a 45°.

Rango	Pendiente (Grados)	Km²	%
Muy Alto	30 a 45	6.5	3.76
Alto	15 a 30	19.1	11.04
Medio	6 a 15	21.1	12.2
Bajo	3 a 6	19.7	11.39
Muy Bajo	0 a 3	106.6	61.62
Total		**173**	**100**

Tabla (50). Porcentaje territorial correspondiente a reclasificación de Pendiente por CENAPRED.

10.9 JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA DE SAATY.

Para la determinación de los valores correspondientes a cada uno de los factores individuales, se emplea la metodología de jerarquización analítica (MJA) o Analytic Hierarchy Process (AHP), metodología desarrollada por Saaty en 1980, la cual permite generar un sistema de comparación por pares de criterios.

Dicha metodología parte de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas esta defina por el número de criterios a ponderar, estableciendo así una matriz de comparación de importancia en relación a los pares de cada uno de los criterios con respecto a los demás, para posteriormente determinar el correspondiente eigenvector principal, el cual establece los pesos "Wj" que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la correspondencia a los juicios establecidos para los pares citados.

Matriz de comparación por Pares.					Eingenvector
Factores	A	B	C	D	Principal.
A	*XAA*	*XAB*	*XAC*	*XAD*	*WA*
B	*XBA*	*XBB*	*XBC*	*XBD*	*WB*
C	*XCA*	*XCB*	*XCC*	*XCD*	*WC*
D	*XDA*	*XDB*	*XDC*	*XDD*	*WD*

Tabla (51).Esquema del método de jerarquías analíticas para la asignación de pesos. Saaty 1980

Nivel de importancia	Definición	Descripción del criterio *i* , al compararse con *j*
1	Igual preferencia	Los dos criterios (*i,j*) contribuyen de igual manera al proceso.
2	Moderada Preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (*i*) sobre el otro (*j*)
3	Fuerte Preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (*i*) sobre el otro (*j*) está demostrada.
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (*i*)

Tabla (52).Escala de Saaty para determinación del valor correspondiente de *Xij*. Saaty 1980.

Las tablas siguientes correlacionan directamente cada uno de los diferentes parámetros y su valor ponderado de acuerdo a la relación que entre estos se presenta a fin de poder determinar el valor correspondiente al peso relativo que ha de usarse para la obtención de los mapas de susceptibilidad.

Eingenvector	*Pendiente*	*Morfología*	*Geología*	*Edafología*	*USV*	*Profundidad*	*Precipitación*	*Peso Relativo*
Pendiente	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	**0.22**
Morfología	0.50	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	**0.20**
Geología	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	**0.14**
Edafología	0.33	0.50	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	**0.14**
USV	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	3.00	**0.13**
Profundidad	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	**0.09**
Precipitación	1.00	0.33	0.50	0.50	0.33	1.00	1.00	**0.08**

Tabla (53).Pesos relativos correspondientes para mapa de susceptibilidad por inestabilidad de Laderas. Municipio de San Martín Texmelucan.

Eingenvector	*Pendiente*	*Morfología*	*Geología*	*Edafología*	*USV*	*Profundidad*	*Precipitación*	*Disección*	*Peso Relativo*
Pendiente	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	**0.19**
Morfología	0.50	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	2.00	**0.17**
Geología	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	**0.13**
Edafología	0.33	0.50	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	**0.14**
USV	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	**0.12**
Profundidad	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	3.00	**0.11**
Precipitación	1.00	0.33	0.50	0.50	0.33	1.00	1.00	4.00	**0.11**
Disección	0.50	0.50	0.50	0.33	0.50	0.33	0.25	1.00	**0.05**

Tabla (54).Pesos relativos correspondientes para mapa de susceptibilidad por inestabilidad de Flujos. Municipio de San Martín Texmelucan.

10.10 ***DESLIZAMIENTOS.***

Técnicamente hablando, un deslizamiento es un movimiento de la masa de suelo o roca la cual se desliza, moviéndose relativamente respeto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies.

La masa en este tipo de movimientos se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido; la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos por lo que llegan a alcanzar

grandes volúmenes (varios millones de metros cúbicos). Estas velocidades con respecto al movimiento de de las masas es igual en todos los puntos del deslizamiento y sus componentes siguen trayectorias paralelas.

Sin embargo cuando el material que se está deslizando no alcanza el equilibrio en la parte baja o en los límites del sistema, la masa sigue en movimiento a lo largo de cientos de metros lo que genera que esta alcance velocidades muy elevadas, dando lugar a "Flujos"; las causas de que no se genere un equilibrio están restringidas directamente a la perdida de resistencia del material base, el contenido de agua del material variable y en gran medida por la pendiente.

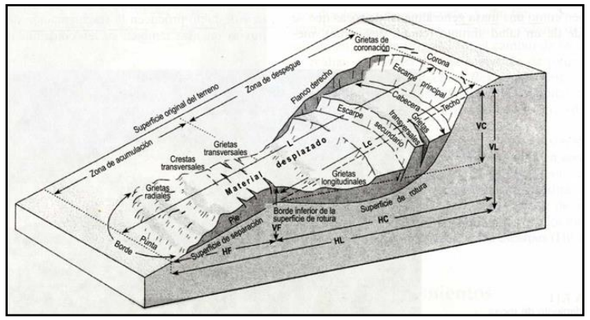


Figura (33).Partes correspondientes a un deslizamiento. Modificado de Cruden y Varnes, 1996.

Dependiendo del tipo de superficie de ruptura se diferencia entre el deslizamiento rotacional (superficie cóncava y curvilínea) y el traslacional (superficie de rotura plana. En macizos rocosos muy fracturados o en materiales homogéneos predominan los deslizamientos rotacionales, se produce un hundimiento del material en la cabecera donde se acumula el agua que induce a nuevas reactivaciones. Por el contrario, en materiales heterogéneos con superficies de discontinuidad bien definidas predominan los deslizamientos traslacionales (Antoine, 1992).

A continuación se describen los tipos de deslizamientos.

I. Deslizamientos Rotacionales. Este es el tipo de deslizamientos más frecuentes en aquellos suelos cohesivos "homogéneos". La rotura, superficial o profunda, tiene lugar a favor de superficies curvas o en forma de "cucharas". Una vez que este proceso de inestabilidad se desencadena, la masa empieza a rotar, dividiéndose en varios bloques que se van deslizando entre si y que dan lugar a los denominados "escalones" con una superficie basculada hacia la ladera y a grietas de tracción estriadas.

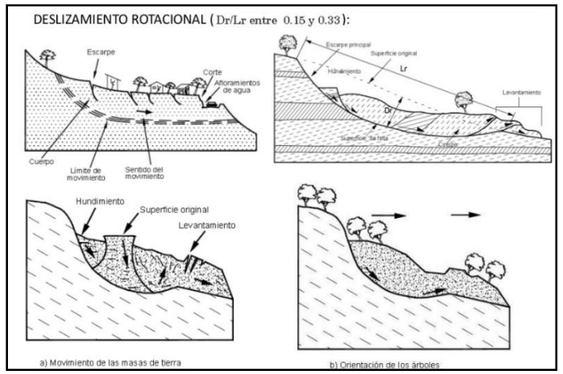


Figura (34).Análisis Geotectónico del Comportamiento Sísmico de Taludes. Movimiento Rotacional. Suarez. J., 1998.

Las dimensiones de este tipo de deslizamientos varían frecuentemente entre decenas y centenares de metros, tanto de manera longitudinal como latitudinal (anchura) por lo que pueden ser tanto superficiales a unos cuantos metros, como de profundidad considerable en torno a los 10m. En este tipo de movimientos, la parte inferior de la masa deslizada se acumula al pie de la ladera formando un depósito lobular con grietas transversales.

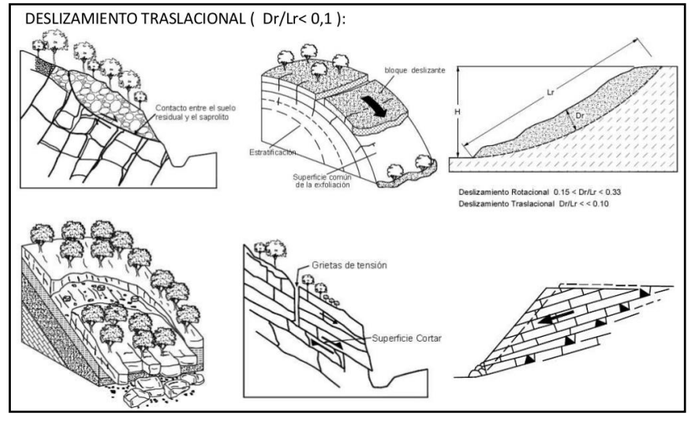


Figura (35).Análisis Geotectónico del Comportamiento Sísmico de Taludes. Movimiento Traslacional. Suarez. J., 1998.

II. Deslizamientos Traslacionales. En este tipo de movimientos la rotura tiene lugar a favor de aquellas superficies planas de debilidad preexistentes conocidos geológicamente como la superficies de estratificación y contacto entre los diferentes tipos de materiales así como en las superficies estructurales; en

este tipo de movimientos, el plano de rotura es una fina capa de material arcilloso entre estratos de mayor competencia, por lo que la profundidad que llegan a alcanzar no es muy grande, pero al ser superficies finas las que deslizan el material en este tipo de movimientos las distancias laterales son extensas alcanzando grandes trayectorias.

10.11 ***FACTOR DE SEGURIDAD.***

Los análisis de estabilidad en el caso de las laderas naturales tienen por objetivo estimar su nivel de seguridad y, según el resultado obtenido, implementar medidas correctivas o de estabilización adecuadas para evitar nuevos movimientos de masas.

Estos análisis consisten en determinar, a partir de los datos de terreno necesarios (geometría, tipos de materiales, modelo de rotura y presiones hidrostáticas, entre otros), los parámetros resistentes del terreno, generalmente pares de valores c y φ, que cumplan con la condición de equilibrio estricto del talud (FS = 1) a lo largo de la superficie de rotura, para las condiciones reales en que esta tuvo lugar.

Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico-matemático en el que intervienen las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras, que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad. Se pueden agrupar en dos: métodos determinísticos, dentro de los cuales están los métodos de equilibrio límite y los tenso-deformacionales; y los métodos probabilísticos.

Los más utilizados son los métodos de equilibrio límite, los cuales analizan el equilibrio de una masa potencialmente inestable, y consisten en comparar las fuerzas tendentes al movimiento con las fuerzas resistentes que se oponen al mismo a lo largo de una determinada superficie de rotura. Se basan en la selección de una superficie teórica de rotura en el talud; el criterio de rotura de Mohr-Coulomb; y la definición de un factor de seguridad.

10.12 ***MÉTODO ORDINARIO O DE FELLENIUS***

La siguiente figura muestra un talud con una superficie potencial de falla definida con el arco AB. La masa de suelo que se encuentra dentro de esta superficie de rotura es dividida en varias dovelas. El talud considerado debe ser una sección transversal representativa del talud real, el que será estudiado por cada metro lineal.

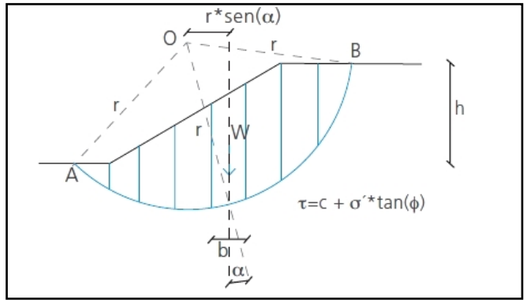


Diagrama (2).Esquema del análisis de estabilidad de taludes por el método de Fellenius.

Las fuerzas que actúan sobre el talud, se pueden apreciar en la siguiente figura donde se toma la ηma dovela como ejemplo:

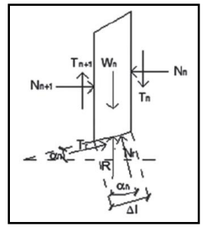


Diagrama (3). Esquema de las fuerzas que actúan en la ψ dovela, de acuerdo al método de Fellenius

Dónde:

- W: Resultante peso dovela
- R: Fuerza que actúa como reacción al peso de la dovela
- Nn y N(n+1): Fuerzas normales que actúan en cada lado de la dovela
- Tn y T(n+1): Fuerzas tangenciales que actúan en cada lado de la dovela
- Nr: Componente normal de la reacción R
- Tr: Componente tangencial de la reacción R

Dentro de los programas más utilizados se encuentra el GeoStudio, el cual fue diseñado especialmente para el análisis de estabilidad de taludes. Se basa, principalmente, en el uso del método de equilibrio límite y permite

modelar suelos homogéneos y estratificados, con superficies geométricas complejas y con presencia de nivel freático.

El software permite analizar la estabilidad del talud bajo diferentes modelos, tales como los propuestos por Fellenius, Bishop, Janbú, Spencer y Morgenstern -Price, entre otros.

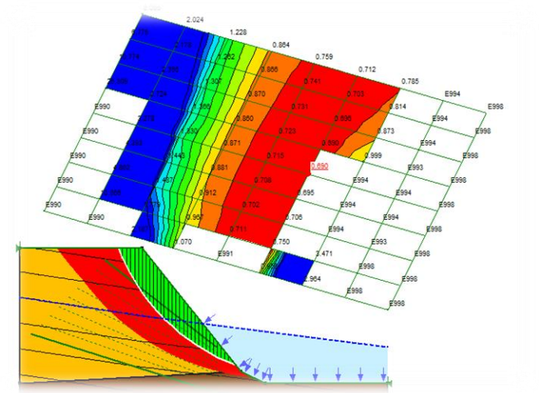


Figura (36). Cálculo del valor de estabilidad de Talud mediante software GeoStudio. GeoStudio, 2015.

El comportamiento de los materiales es modelado bajo el criterio de Hoek y Brown, para el caso de rocas; mientras que, en el caso de suelos, se puede considerar el criterio de Mohr - Coulomb, el de roturas bilineales, el de tipo anisotrópico, de condiciones no drenadas o alguna función específicas que indique la relación entre esfuerzos normales y de corte.

Las condiciones sísmicas son consideradas a través de un análisis pseudoestático, en el que se introducen las aceleraciones máximas del sismo, mediante los coeficientes verticales y horizontales de este.

De esta manera, una vez efectuados los cálculos, el programa entrega las distintas superficies de rotura analizadas, la superficie de falla más desfavorable, la distribución de las dovelas consideradas dentro de la masa deslizante y los diagramas de cuerpo libre para cada una de las dovelas dentro de la superficie de falla estudiada, entre otros resultados.

10.13 ***SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR DESLIZAMIENTO.***

Como se mencionó anteriormente para los Fenómenos de Inestabilidad, también llamados Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) es difícil de realizar una evaluación del PELIGRO, por lo que solo se llega a evaluar la SUSCEPTIBILIDAD del sitio; dicha susceptibilidad es así definida como el grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere o a que resulte afectada por un FRM debido a sus condiciones intrínsecas

10.14 ***ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD.***

Los métodos de equilibrio límite para el cálculo de estabilidad de taludes son los más utilizados en la práctica común, debido a su sencillez, y porqué el valor del coeficiente de seguridad obtenido no dista demasiado del valor real.

El método del equilibrio límite establece que la rotura del terreno se produce a través de una línea que representa la superficie de rotura. De esta forma, se interpreta que la masa de terreno por encima de dicha línea se desplaza respecto la masa inferior, produciéndose, así, la rotura del terreno. En el momento de producirse la rotura, la resistencia al corte a lo largo de la superficie de deslizamiento está movilizada, y el terreno se encuentra, en su totalidad, en equilibrio estático.

En términos de ingeniera este valor obtenido debe ser superior a la unidad, esto indica que las fuerzas que se encuentran disponibles para resistir el movimiento son mayores a las fuerzas que se encuentran generando el desequilibrio del talud, por lo que es entonces que se puede considerar estable.

Los casos que han sido considerados para el análisis de dicho factor de seguridad se encuentran relacionados directamente a los eventos que son palpables en recorrido a campo algunas zonas con han sido obtenidas mediante el modelo de susceptibilidad al deslizamiento, esto debido a que algunas zonas son inaccesibles y es así que solo se toma en consideración los afloramientos que logran vislumbrarse. De lo anterior es posible representar los siguientes modeles y obtener por ende los correspondientes factores de seguridad que les corresponden.

Una vez obtenidos los valores correspondientes a los factores de seguridad de cada uno de los taludes, fue posible identificar que dos de los cuatro perfiles que han sido modelas presenta características de deslizamiento, esto principalmente a la influencia de la pendiente, las unidades litológicas y el contenido de saturación en desarrollo que exhiben.

La distribución de los factores de intensidad obtenidos mediante el modelo consensado, en los cuales pudieron identificar las zonas en donde se encuentran desarrollando este fenómeno, han sido cuantificadas a valores

porcentuales con respecto al territorio Municipal para entender el total de la región que se encuentra afectado por dicho fenómeno.



Fotografía (23).

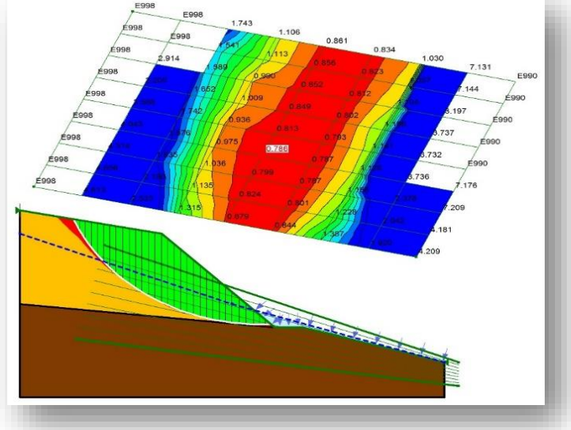


Figura (37). Modelo M01, cálculo de factor de seguridad para deslizamiento en zona baja a carretera. Ladino Álvarez R. A., 2015.

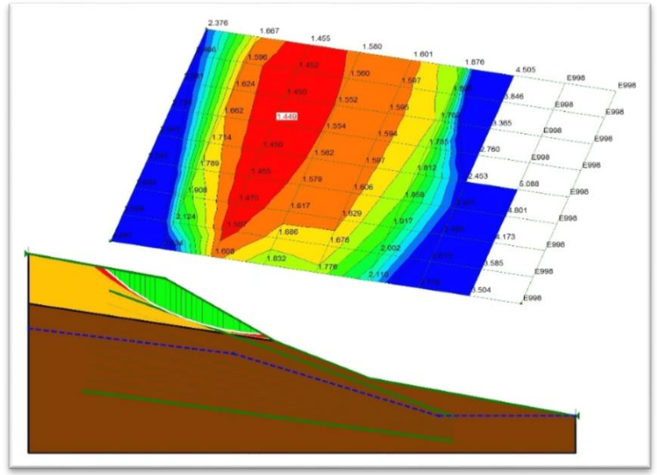


Figura (38). Modelo M02, cálculo de factor de seguridad para Deslizamiento en Carretera. Ladino Álvarez R. A., 2018.

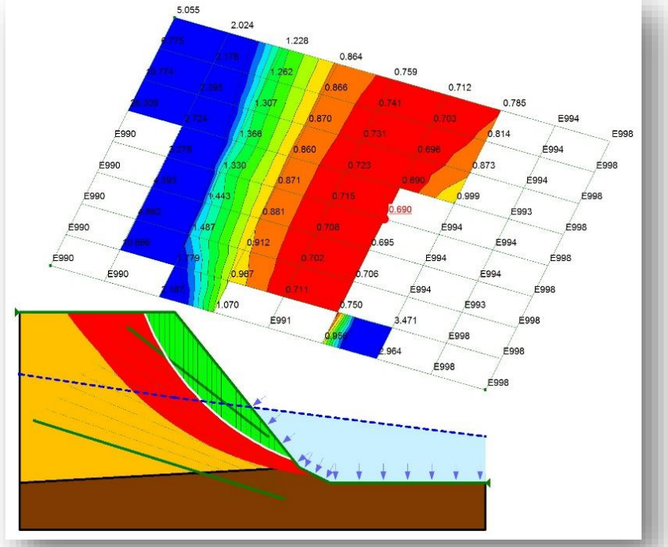


Figura (39). Modelo M03, cálculo de factor de seguridad en zona escarpada con desarrollo a deslizamiento. Ladino Álvarez R. A., 2018.

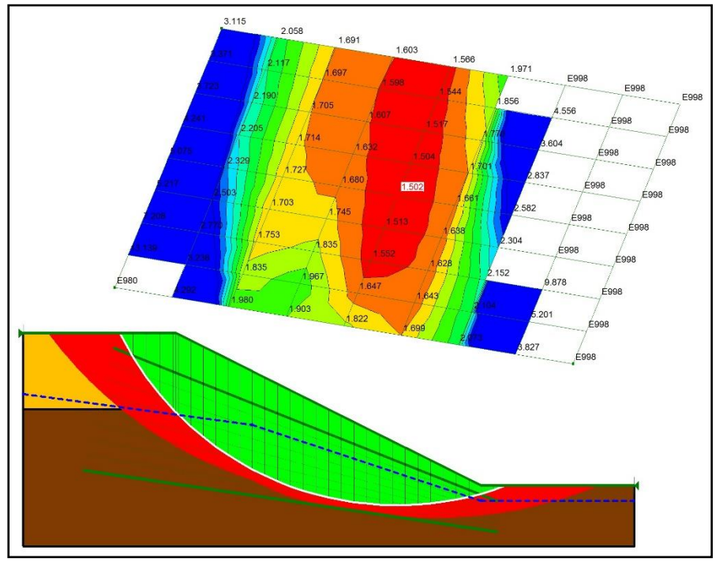


Figura (40). Modelo M04, cálculo de factor de seguridad en deslizamiento mínimo sobre carretera.. Ladino Álvarez R. A., 2018.

Una vez obtenidos los valores correspondientes a los factores de seguridad de cada uno de los taludes, fue posible identificar que dos de los cuatro perfiles que han sido modelas presenta características de deslizamiento, esto principalmente a la influencia de la pendiente, las unidades litológicas y el contenido de saturación en desarrollo que exhiben.

Factor de Seguridad (Fs)			
Talud	**Fs**	**Riesgo**	
M01	0.786	Muy Alto	
M02	1.449	Medio	Bajo
M03	0.69	Muy Alto	
M04	1.502	Medio	Bajo

Tabla (55). Factor de seguridad de modelos correspondientes a los taludes.. Ladino Álvarez R. A., 2018.

La distribución de los factores de intensidad obtenidos mediante el modelo consensado, en los cuales pudieron identificar las zonas en donde se encuentran desarrollando este fenómeno, han sido cuantificadas a valores porcentuales con respecto al territorio Municipal para entender el total de la región que se encuentra afectado por dicho fenómeno.

Rango	Proceso	Km²	%
Muy Alto	Deslizamiento	2.7	1.6
Alto	Deslizamiento	9.6	5.5
Medio	Deslizamiento	2.14	1.2
Bajo	Deslizamiento	42.8	24.7
Muy Bajo	Deslizamiento	115.78	66.9
Total		**173**	**100**

Tabla (56). Porcentaje territorial correspondiente a proceso de deslizamiento. Municipio de San Martín Texmelucan. Ladino Álvarez R. A, 2018.

10.15 ***CAÍDOS O DERRUMBES (DESPRENDIMIENTOS).***

Los desprendimientos considerados como derrumbes, son caídas libres muy rápidas de bloques o masas rocas con un alto grado de intemperización las cuales presentan en su estructura planos de discontinuidad (prexistentes). La caída comienza con el desprendimiento desuelo o roca, o ambos, en una pendiente altamente pronunciada a lo largo de alguna superficie en donde se ha producido un grado de desplazamiento de rotura.

Este desprendimiento se origina por el desgaste de la masa de roca o suelo de un sistema geomorfológico con pendiente pronunciada (barranca, escarpe, acantilado). El movimiento tiene lugar mediante un fenómeno de caída libre el cual trae como consecuencia rebote y rodadura de los materiales hasta la parte más baja. El rebote que sucede origina que la masa de caída se ropa en fragmentos que a su vez se mesclaran con los productos superficiales

El material caído, una vez desparramado por la ladera, no suele experimentar nuevos movimientos. Cuando las caídas son frecuentes, los bloques se acumulan al pie de los escarpes rocosos formando canchales que ocasionalmente experimentan roturas y originan corrientes de derrubios (Van Steijn et al. 1988).

Aunque los bloques desprendidos pueden ser de poco volumen, al ser procesos repentinos suponen un riesgo importante en aquellas partes donde existen vías de comunicación y edificaciones al pie de montaña. En ocasiones, los desprendimientos rocosos son fenómenos precursores de roturas de ladera de grandes proporciones.

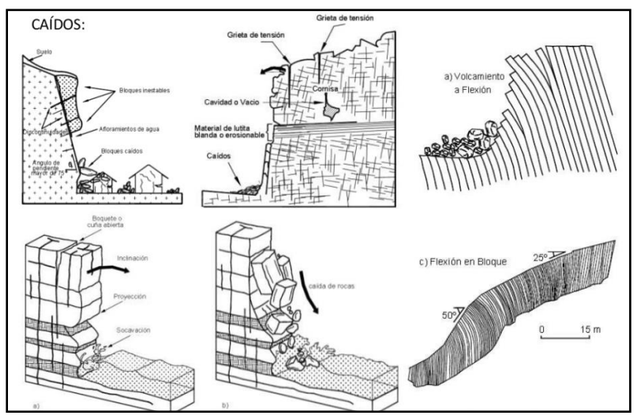


Figura (41).Análisis Geotectónico del Comportamiento Sísmico de Taludes y desarrollo de Caídos. Suarez. J., 1998.

La rotura suele producirse por deslizamiento o vuelco de pequeña envergadura, proporcionando a la masa despegada una velocidad inicial. La propagación de los desprendimientos en laderas con pendientes superiores a los 76° se produce preferentemente por caída libre, por debajo de este ángulo los impactos contra el terreno son frecuentes mientras que en laderas de menos de 45° la propagación se realiza por rodadura y, eventualmente, por deslizamiento.

Rango	Proceso	Km²	%
Muy Alto	Caídos y/o Derrumbes	0.002	0.0
Alto	Caídos y/o Derrumbes	1.73	1.0
Medio	Caídos y/o Derrumbes	21.12	12.2
Bajo	Caídos y/o Derrumbes	8.34	4.8
Muy Bajo	Caídos y/o Derrumbes	141.54	81.8
Total		**173**	**100**

Tabla (57). Porcentaje territorial correspondiente a proceso de Caídos y/o Derrumbes. Municipio de San Martín Texmelucan.

10.16 FLUJOS (COLADAS).

Los flujos o coladas son movimientos de masas de suelo (flujos de barro o tierra), derrubios (coladas de derrubios o debris flow) o bloques rocosos (coladas con fragmentos rocosos) con abundante presencia de agua, donde el material esta disgregado y se comporta como un "fluido", lo que ocasiona que sufra deformaciones continuad durante su desplazamiento y por ende no presente superficies de rotura definida.

El agua es el principal agente desencadene de este tipo de fenómenos ya que de ella emana que el material no presente resistencia la corte y que continuamente da lugar a materiales poco cohesivos. Es de lo anterior que este tipo de fenómenos afecten exclusivamente a suelos arcillosos que por condiciones petrofísicas sufren una considerable perdida de resistencia al ser movilizados.

Este tipo de movimientos, poco profundos en relación a su extensión, presentan una morfología tipo glaciar, y pueden tener lugar en laderas de baja pendiente (>10°)

Este tipo de movimientos son continuos ya que se comportan como un fluido viscoso por el alto contenido de agua que los conforma, por lo que se van amoldando a la morfología de la vertiente en la que se van desplazando. De acuerdo a Highland y Bobrowsky (2008) existen tres diferentes tipos de flujos:

1. Las corrientes de derrubios (debris flow): Corresponde a movimientos complejos que engloban a fragmentos rocosos, bloques, cantos y gravas en una matriz de arena fina, limos y arcillas. Este tipo de procesos tiene lugar en aquellas laderas que se encuentran recubiertas por material suelto y/o poco consolidado, como es el caso de los depósitos de morrenas glaciares, y especial, ente en aquellas donde no existe una cobertura vegetal.

De acuerdo a Corominas y otros (1996) este tipo de proceso se ´puede desarrollar en pendientes que varían entre los 20° y los 45° las cuales corresponde al área fuente de los flujos ,hasta llegar a zonas de acumulación en donde la pendiente varia de 5° a 15°; lo anterior permite que se puedan obtener velocidades desde menos 1m/seg. hasta 12-15m/seg.

1. Las coladas fangosas (earthflow): Este tipo de fenómeno se da en materiales predominantemente finos y homogéneos, su velocidad puede alcanzar varios metros por segundo dependiendo de la cantidad de agua que contenga; la perdida de resistencia suele estar motivada por la saturación excesiva de agua.

Se les clasifica según el tipo de materia, las características resistentes y el contenido en agua. Los flujos de barro generalmente presentan pequeñas magnitudes, pero en ocasiones, sobre todo en condiciones climatológicas de alta precipitación pueden ser de valores muy extensos y de velocidades excesivamente altas, teniendo consecuencias catastróficas en aquellas zonas con presencia de asentamientos humanos.

Es importante mencionar que los materiales volcánicos finos, por sus propiedades físicas y geomecánicas, son especialmente susceptibles a este tipo de procesos.

2. El fenómeno de reptación (creep): El movimiento que en este proceso se exhibe es uno de orden superficial (unos decímetros) muy lento, prácticamente imperceptible, que afecta a suelos y materiales alterados provocando deformaciones continuas que se manifiestan al cabo de un tiempo en la inclinación o falta de alineación de la vegetación. En ocasiones este tipo de movimientos se clasifican como procesos de tipo creep, término que hace referencia a una deformación tiempo-dependiente y que define el comportamiento deformacional del material.

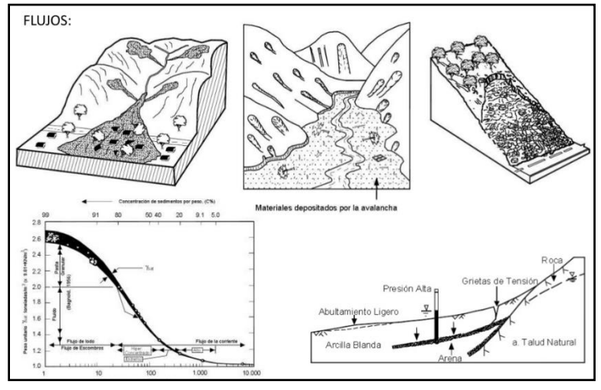


Figura (42).Análisis Geotectónico del Comportamiento Sísmico de Taludes y desarrollo del proceso de Flujos. Suarez. J., 1998.

10.17 ***SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR FLUJOS.***

Se debe entender que estos procesos se desarrollan únicamente cuando el total volumétrico de las corrientes hídricas supera el límite de cohesión de los materiales haciendo que estos se vuelvan cuasi-nulos a las fuerzas de corte y por ende se puedan deslizar como pseudo-fluidos.

La distribución de los factores de intensidad obtenidos mediante el modelo creado, identifico todas las zonas en donde se encuentra desarrollando el proceso de Flujos; de esta manera se han cuantificado los valores porcentuales del territorio Municipal para entender el total de la región que se encuentra afectado por dicho fenómeno.

Es importante recalcar que el valor de mínima intensidad correspondiente al peso Muy Bajo, ha sido limitado en razón a la interpretación geológica y recordando que las zonas bajas sufren en ciertas épocas de lluvias grandes inundaciones que desencadenan movimientos de grandes volúmenes de material, los cuales son interpretados como flujos de menor escala.

Rango	Proceso	Km²	%
Muy Alto	Flujos	17.8	10.3
Alto	Flujos	19.29	11.1
Medio	Flujos	22.3	12.9
Bajo	Flujos	113.31	65.5
Muy Bajo	Flujos	0	0.0
Total		**173**	**100**

Tabla (58). Porcentaje territorial correspondiente a proceso de Flujos.

10.18 ***SUSCEPTIBILIDAD POR PERIODOS DE RETORNO – INESTABILIDAD DE LADERAS, DERRUMBES Y/O CAÍDOS Y FLUJOS.***

INTRODUCCIÓN.

Todo sistema natural es cíclico y en menor o mayor medida este llega a desarrollarse generando la perdida de materiales, inmuebles y vidas humanas. Un deslizamiento como tal comienza su desarrollo desde el momento en que los materiales correspondientes a las diferentes secuencias litológicas generan una inmersión con respecto a la sismicidad y la precipitación, siendo esta ultima la que más afecta su desarrollo, crecimiento y por ende sus consecuencias y/o resultados catastróficos ante la población.

Las precipitaciones máximas y el análisis en su periodo de retorno, son la base para entender como un fenómeno se desarrolla en un periodo de tiempo limitado; la intensidad de la lluvia influye notoriamente tanto en la parte más somera como profundidad de la superficie terrestre, pues degradan y saturan la estructura original de los materiales, generando los diferentes procesos de remoción en masa de los cuales ya se han hablado con anterioridad.

Por ende el estudio de las precipitaciones máximas es necesario para el desarrollo de cada uno de los modelos, pues permite dentro de la técnica de periodo de retorno conocer el valor de la máxima precipitación probable que se llegara a registrar en un determinado tiempo.

Finalmente debe entenderse a el periodo de retorno o de recurrencia “T” como aquel intervalo medio expresado en años en el que un valor extremo alcanza o supera su valor inicial en al menos una sola vez. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del m-ésimo evento de los n-registros.

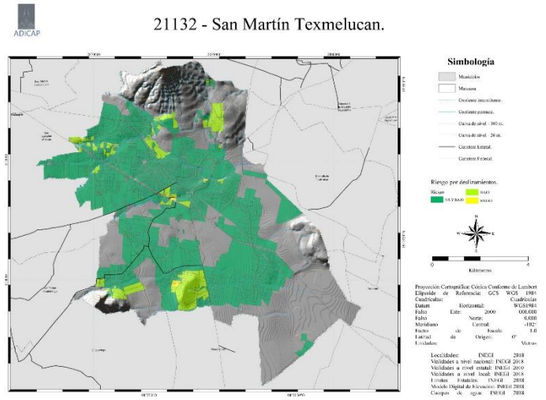
INESTABILIDAD DEL TERRENO.

Es importante recordar que los factores que favorecen a que se produzca o genere un movimiento de masa son múltiples y rara vez actúa uno solo, sin embargo uno solo tiene puede tener peso sobre los demás.

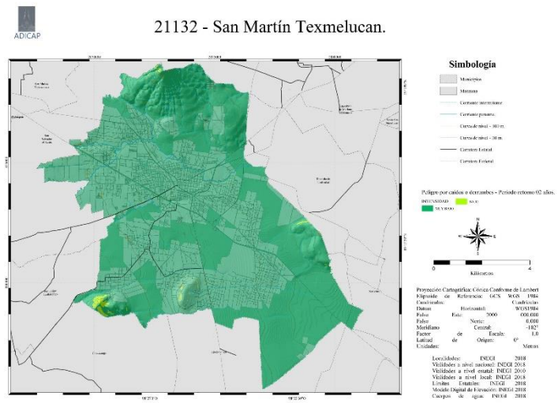
Hay factores que contribuyen a crear una situación de inestabilidad en una masa de terreno, como puede ser la topografía regional con sus pendientes naturales, la geometría propia de los taludes, la naturaleza de la roca y/o suelo, la presencia de discontinuidades en una masa rocosa y la estratificación de la roca (orientación y ángulo de inclinación de la roca), la presencia de depósitos profundos arcillosos en la secuencia litológica, las

características mecánicas de la roca (resistencia a la deformabilidad y a la compresibilidad), el estado de esfuerzo que actúa en el interior de una masa material, el grado de alteración hidrotermal de las rocas, etc.

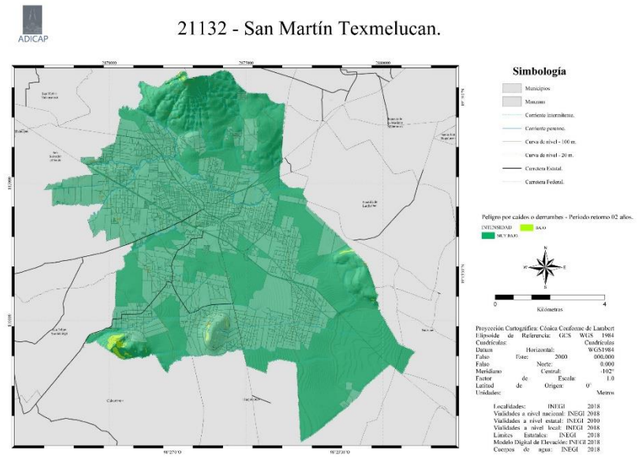
Sin embargo a todo lo anterior el factor determinante dentro del análisis de los periodos de retorno para Inestabilidad de laderas, Derrumbes y/o caídos y Flujos es el análisis de la precipitación extraordinaria en intervalos de tiempo variables, por lo que los cambios geológicos, edafológicos y demás se encuentran en niveles estáticos, permitiendo identificar más que nada la amplificación y distribución de nuevas zonas propensas a que dichos sucesos geológicos se logren desarrollar.



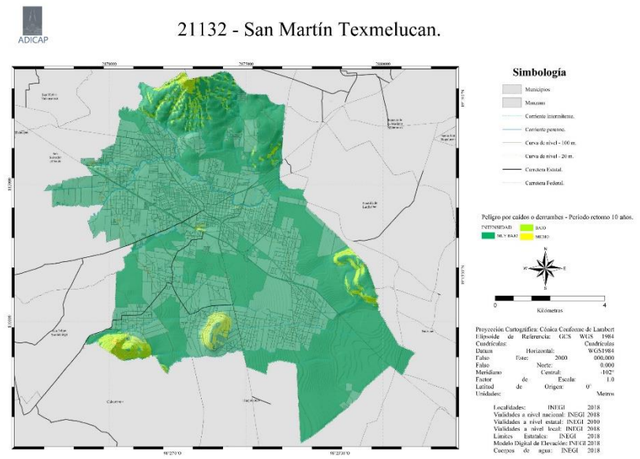
Mapa (50) Susceptibilidad por deslizamientos – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



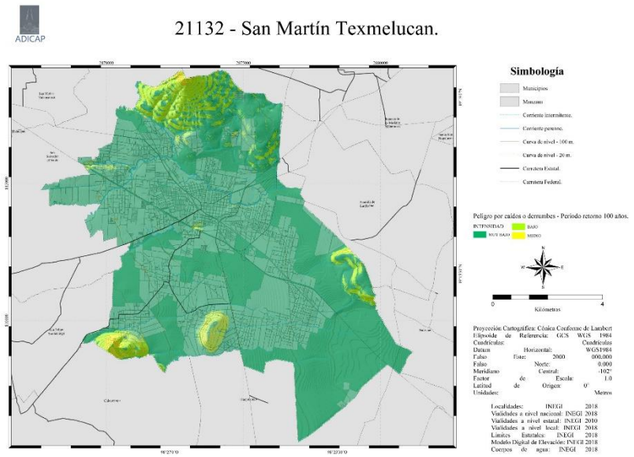
Mapa (51) Susceptibilidad por Caídos TR 02 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



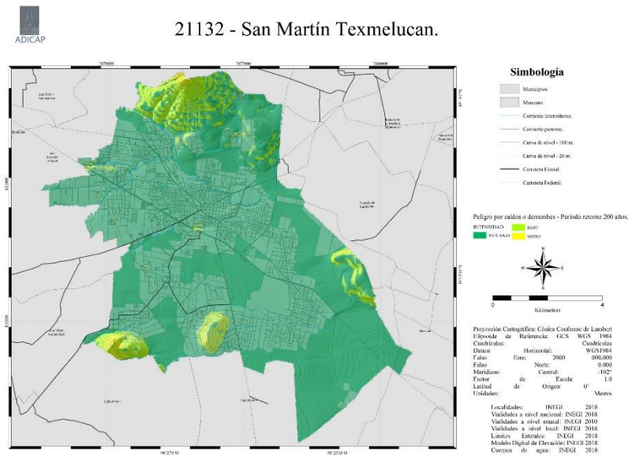
Mapa (52) Susceptibilidad por Caídos TR 05 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



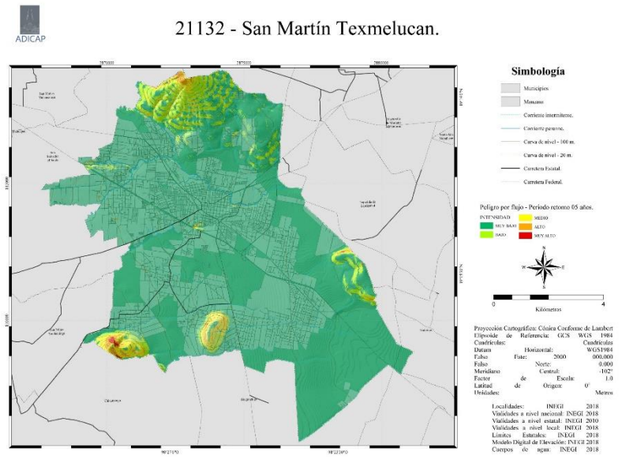
Mapa (53) Susceptibilidad por Caídos TR 10 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



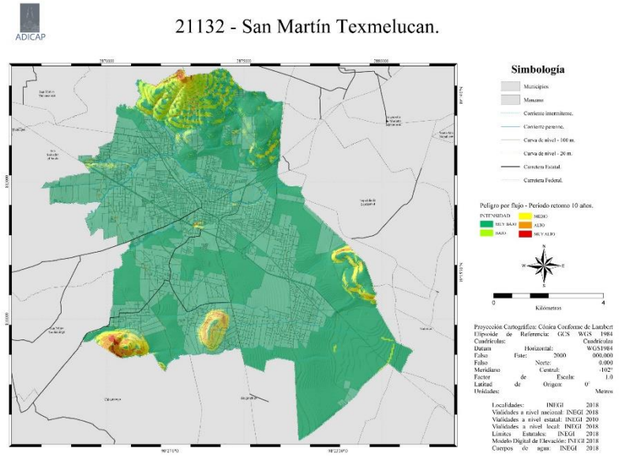
Mapa (54) Susceptibilidad por Caídos TR 100 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



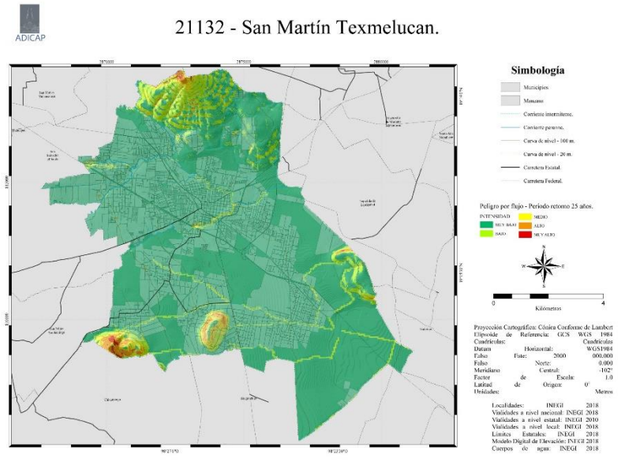
Mapa (55) Susceptibilidad por Caídos TR 200 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



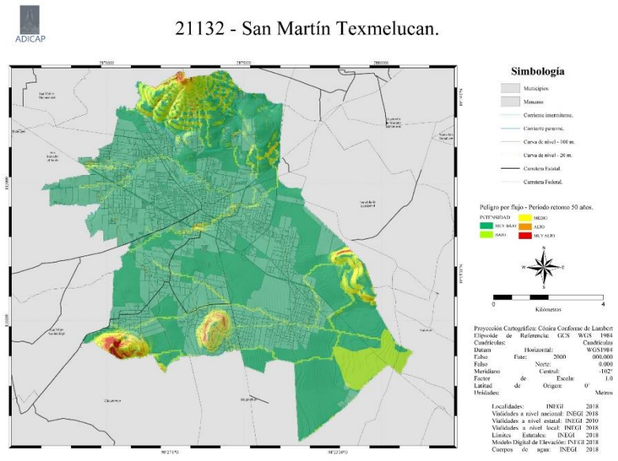
Mapa (56) Susceptibilidad por Flujos TR 05 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



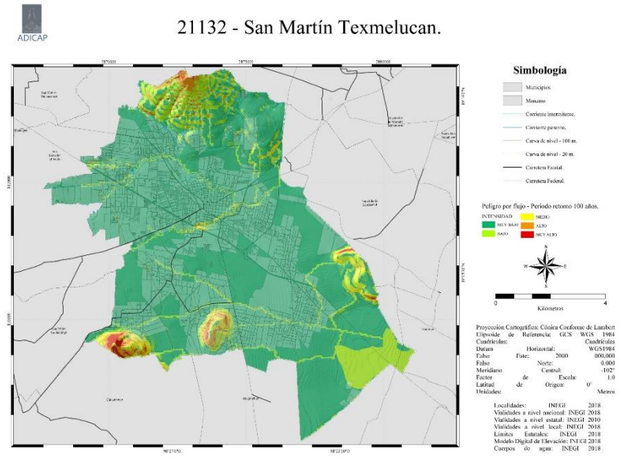
Mapa (57) Susceptibilidad por Flujos TR 10 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



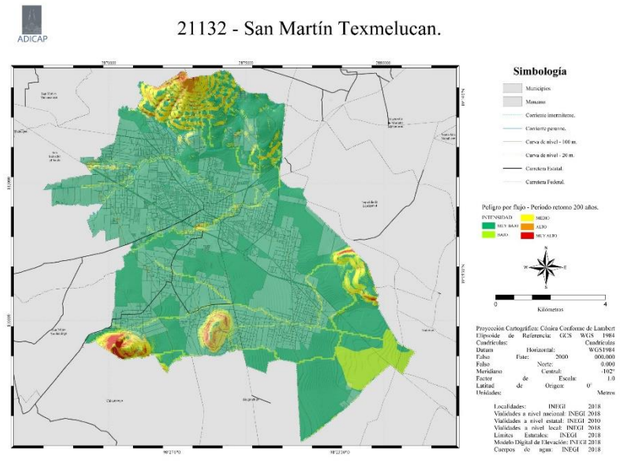
Mapa (58) Susceptibilidad por Flujos TR 25 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



Mapa (59) Susceptibilidad por Flujos TR 50 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



Mapa (60) Susceptibilidad por Flujos TR 100 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.



Mapa (61) Susceptibilidad por Flujos TR 200 – Nivel Municipal, Municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.

11 . HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS

"Una pequeña corriente ha cavado el enorme foso, ha abierto esas profundas hendiduras a través de la arcilla y la dura roca, ha esculpido las gradas de sus pequeñas cascadas, y por los hundimientos de tierra ha formado esos amplios círculos en sus orillas."

Élisée Reclus

HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS.

11.1 INTRODUCCIÓN

.

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), existen dos tipos de movimientos que se caracterizan por tener un desplazamiento de la componente vertical diferenciándose habitualmente entre hundimientos, o movimientos repentinos y subsidencias. De lo anterior se pueden distinguir los siguientes tipos:

1. Hundimientos de Cavidades Subterráneas en roca, con o sin reflejo en superficie.
2. Hundimientos superficiales, en roca o suelos.
3. Subsidencias, o descensos lentos y paulatinos de la superficie del terreno.

En el primer caso, los movimientos suelen ocurrir por un colapso de los trechos correspondientes a las cavidades del subsuelo, más o menos profundos, al alcanzarse una situación límite en la resistencia de las rocas suprayacentes, sometidas a tensiones que estas no pueden soportar. Es así que los materiales presentan un comportamiento frágil con roturas violentas.

El hecho de que estos repercutan o no en la superficie depende de la potencia y características geomecanicas de cada uno de los materiales suprayacentes.

11.2 *HUNDIMIENTOS*

Los hundimientos corresponden a movimientos verticales del subsuelo por acción de la gravedad; dichos movimientos se llevan a cabo por la falta de sustrato rocoso en el subsuelo en zonas donde existen huecos o cavidades producidas por excavaciones, obras subterráneas, erosión interna o karsticidad. Cuando se presenta un colapso de este tipo normalmente es súbito y devastador.

Las lluvias, las fugas de agua y el drenaje que se infiltra en el subsuelo por periodos largos de tiempo son las principales causas que contribuyen a la ocurrencia de hundimientos súbitos, ya que reblandecen a los materiales del subsuelo y propician la falla en los techos de las cavidades (CENAPRED).

Es de esta manera que los hundimientos pueden tener un origen antropogénico y natural, de aquí que la velocidad con que estos ocurren sea variable, pudiendo presentarse los siguientes casos:

1. Hundimientos Lentos y Progresivos que son denominados como Subsidencia.

2. Hundimientos Rápidos y Repentinos considerados como Colapsos.

La ocurrencia de los hundimientos depende de los siguientes factores:

1. Volumen y forma de la cavidad.
2. Espesor de recubrimiento sobre las cavidades (o profundidad de los huecos)
3. Resistencia y comportamiento mecánico de los materiales suprayacentes.

Las cavidades naturales se asocian directamente a materiales kársticos o solubles, como las rocas carbonatadas y evaporiticas, donde los procesos de disolución crean formaciones que al alcanzar unas determinadas dimensiones, generan un estado de desequilibrio en el subsuelo y por ende un proceso de inestabilidad dando como resultado una rotura del techo de la cavidad. Es importan hacer mención de que variaciones con respecto al nivel freático (variaciones importantes) dan lugar a procesos tensionales de reajuste lo que provoca hundimientos. El resultado de ese tipo de hundimientos (kárstico) son conocidas como dolinas.

Por su parte los materiales de tipo evaporiticos (sales y yeso), son mucho más blandos que los materiales carbonatados y por ende presentan una mayor capacidad para ser disueltos generando en ellos que los movimientos de reajuste de los materiales a los huecos sea continuo y paulatino en contraste con los hundimientos de rocas carbonatadas. Este tipo de cavidades (sal-yeso) no alcanzan profundidades superiores a los 200m (Durán, 1988).

De la misma manera los hundimientos se pueden llevar a cabo por actividades de índole antropogénico, las cuales están relacionadas directamente con procesos de explotación de minera o excavaciones para infraestructura como lo son túneles de carretera y zonas de almacenamiento.

11.3 ***SUBSIDENCIAS.***

Las subsidencias son generalmente procesos muy lentos, que con frecuencia se aceleran por acciones antropogénicas. Este tipo de fenómeno afecta a todo tipo de suelos y se produce debido a los cambios tensionales inducidos por el terreno; algunas de las causas por la que se genera el fenómeno de subsidencia son: Descenso del Nivel Freático, Procesos de Minería y Túneles, Extracción de Hidrocarburos, Explotación intensiva de acuíferos, Procesos de disolución, Procesos de colmatación, Procesos morfotectónicos y de sedimentación y Procesos de consolidación de suelos blandos y orgánicos.

Una de las causas más importantes para que este fenómeno se produzca aquella en la que se relacionan las cargas superficiales con el descenso del nivel freático y la sobreexplotación de los mantos acuíferos. En este sistema se afectan a aquellos materiales no consolidados, que como consecuencia de la perdida de agua, sufren cambios en el estado tensional, reduciendo su volumen y produciendo un descenso de la cota de superficial.

Este tipo de subsidencia es frecuente en suelos arcillosos por sobreexplotación de los acuíferos arenosos intercalados. Su importancia depende del tipo de sedimento, su espesor y de la magnitud del descenso del nivel freático, que en ocasiones y gracias a las deformaciones del terreno pueden ser recuperables en parte por nuevos cambios en las condiciones hidrometeorológicas si no se ha superado el límite elástico.

Por su parte la subsidencia producto de los procesos tectónicos y de consolidación de sedimentos arcillosos, se manifiesta en los deltas, donde las tasas de material depositado suponen una carga creciente sobre el sustrato, produciéndose movimientos verticales de reajuste. Un ejemplo característico es el que sucede en la ciudad de México en donde la subsidencia regional presenta valores de asentamiento de 8m. En los últimos 250 años, proceso debido fundamentalmente a la consolidación de las arcillas lacustres sobre las cuales se asienta la ciudad (La velocidad de este proceso puede ser de varios centímetros al año).

11.4 *SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS.*

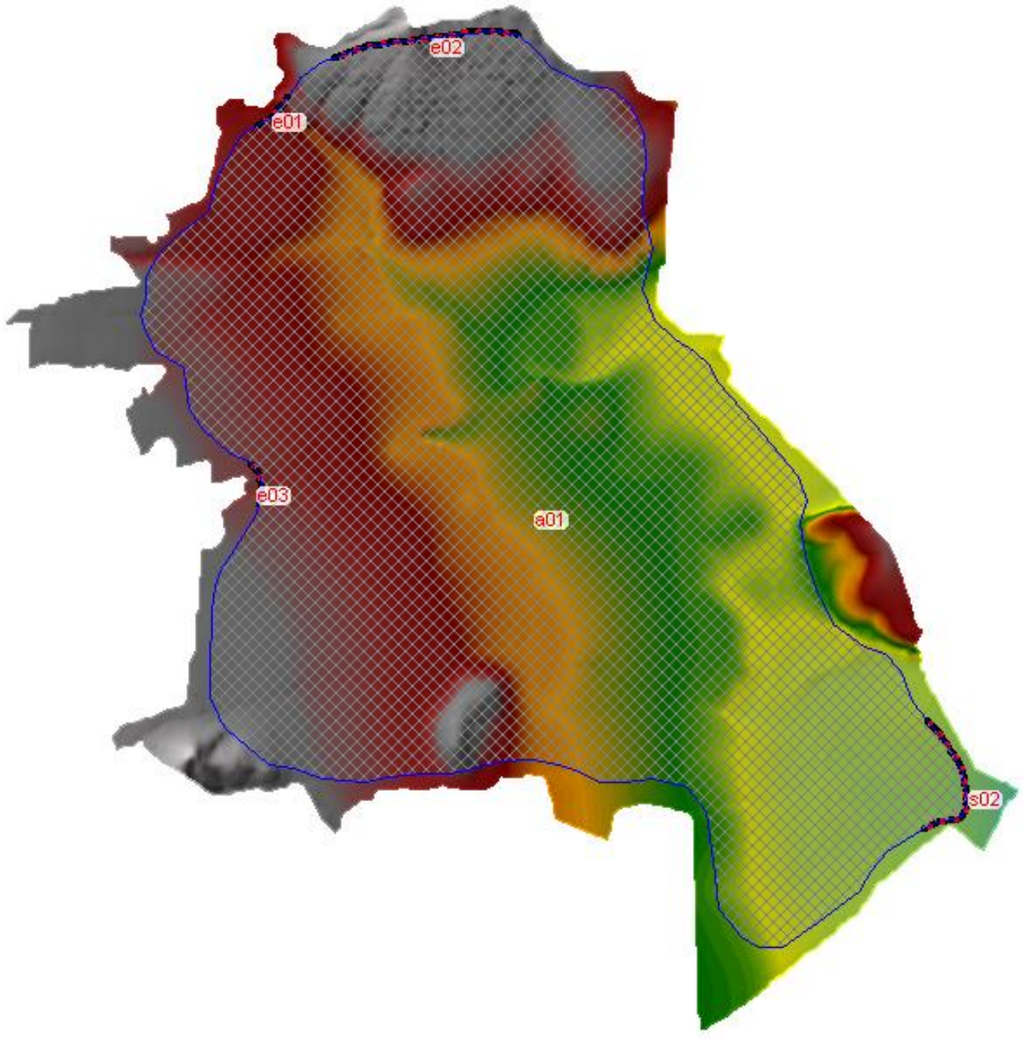
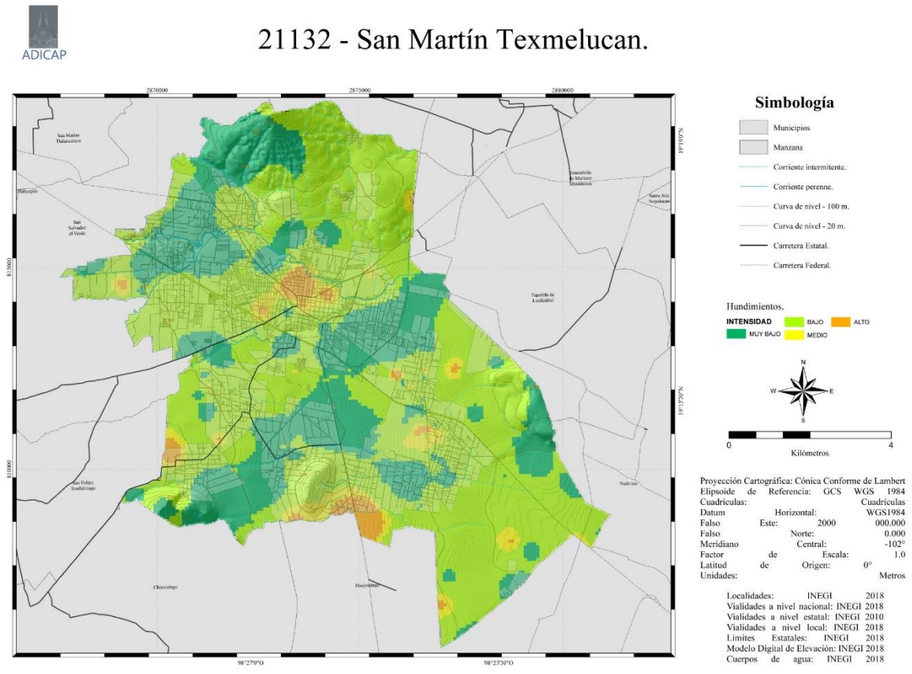


Imagen (2). Distribución espacial de anomalía correspondiente a manto freático.

Finalmente es posible inferir en primera instancia que el riesgo por hundimientos y subsidencia se puede llegar a presentar en todas aquellas áreas en donde los niveles de saturación comiencen a aumentar conforme a la profundidad, esto es, que el cono de abatimiento de cada uno de los pozos aumente en proporción considerable y por ende la recarga del mismo sea menor a la explotación que estos están teniendo.

Por lo anterior se recomienda el uso de técnicas geofísicas en su modalidad eléctrica, electromagnética o gravimétrica, así como un seguimiento trimestral o anual de los niveles freáticos en cada pozo, con el fin de poder generar modelos de abatimiento, asentamiento y cambios en la dirección de la corriente hídrica, para poder así ponderar de hundimiento y subsidencias que puedan ir desarrollándose.



Mapa (62) Susceptibilidad por Subsidencia - Nivel Municipal.

12 . AGRIETAMIENTOS

"El efecto económico de las grietas sobre los terrenos urbanos es una consecuencia del fenómeno antropogénico, al sobre explotarse los mantos acuíferos como fuente actual de abastecimiento, se rompe el equilibrio natural del sueño, surgiendo entonces las grietas."

AGRIETAMIENTOS.

12.1 *INTRODUCCIÓN.*

La dislocación de los esfuerzos internos ocasionados por los movimientos relativos del material rocoso se manifiestan de manera superficial y en ocasiones a profundidad; estos esfuerzos de tensión y distorsión son generados debido a las fuerzas y deformaciones que han sido inducidas por los hundimientos locales y/o regionales, la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecargas, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuación de suelos, la generación de flujos subterráneos, las excavaciones subterráneas, entre otros.

12.2 *MECANISMOS DE AGRIETAMIENTO.*

Geológicamente hablando, lo movimientos de estas fuerzas se ven reflejados en los sistemas de plegamiento, disyunción y discontinuidad de las unidades litológicas; estas unidades se pueden comportar de diferentes maneras a partir de las fuerzas involucradas, es así que si estas son expuestas a un empuje lento y gradual tenderán a comportarse de manera dúctil, mientras que en caso contrario si este empuje es súbito y radical su comportamiento es meramente frágil.

De manera hidrológica, los agrietamientos se presentan cuando el nivel del manto freático se reduce considerablemente como consecuencia de los factores antropogénicos de explotación en aquellas zonas urbanas donde la población es mayor a la recarga del acuífero, surgiendo una demanda extraordinaria del vital líquido a fin de satisfacer las necesidades diarias.

Al no existir una condición de equilibrio entre la cantidad de aguan extraída y la recarga correspondiente, se genera un abatimiento de los mantos acuíferos, concibiendo una alteración del estado natural del subsuelo y dando como resultado que este pierda la sustentación hidráulica por la disminución de la presión del poro en los materiales granulares o de "cleft" en rocas, originando así el fenómeno de hundimiento y por consecuencia la generación de grietas y fallas de tensión producto de la sobreexplotación del acuífero.

Para poder establecer el mecanismo del proceso de deformación de los estratos geológicos por sobreexplotación de un acuífero, es necesario conocer la distribución horizontal y vertical de cada una de las unidades geológicas, esto es de suma importancia ya que el conocimiento de la columna geológica permite conceptualizar cuantitativamente la evolución de la superficie de agua y evaluar de esta manera la variación del

campo de esfuerzos efectivos, que es el parámetro clave en la estimación de la magnitud de un hundimiento y por ende la posible respuesta al fracturamiento.

El agrietamiento y hundimiento del terreno son fenómenos difíciles de predecir debido a que su determinación requiere del conocimiento preciso de las propiedades mecánicas de resistencia y deformación del subsuelo, de su distribución estratigráfica, del conocimiento de las variaciones o anomalías subterráneas, de la determinación de la forma y distribución del basamento, del conocimiento del nivel freático y de su variación con el tiempo y de la determinación de las propiedades hidráulicas del terreno, entre otras.

12.3 *SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR AGRIETAMIENTOS*

Como consecuencia secundaria de los hundimientos y subsidencias y como factor primaria para poder detectar si los fenómenos ya mencionados pueden llegar a desarrollarse es de suma importancia su consideración y evidencia en un catálogo de agrietamientos con separación entre ambos lados mayor a los 5 centímetros.

A pesar de que este proceso no ha sido cuantificado por la falta de información histórica, se recomienda tener un seguimiento constante, ya que al estar sobre suelos aluviales estos pueden llegar a presentarse con importancia considerable.

13 . FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

"Los eventos climáticos extremos traen como consecuencia grandes pérdidas económicas, daños a la salud y, en muchos casos, desastres y fallecimientos."

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

13.1 INTRODUCCIÓN

.

El medio natural se encuentra afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos, los cuales provocan un gran número de pérdidas de económicas y aún más humanas. Se tiene principalmente varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos a los que el ser humano está expuesto como lo son las lluvias, granizadas, nevadas, heladas y sequias.

Con respecto a lo anterior México se encuentra situado en una zona de convergencia de eventos atmosféricos tales como tormentas tropicales, huracanes, ondas del este, Monzones, masas de aire frio y caliente, corrientes en chorro, el fenómeno del Niño, entre otros.

Uno de los fenómenos hidrometeorológicos que mayor afectación tiene en asentamientos humanos es aquel que está relacionado con las fuertes precipitaciones pluviales las cuales generan intensas corrientes rio abajo y que tiene como resultado procesos de inundación, mismos que provocan grandes daños, daños que se ven con mayor claridad en aquellas zonas donde el grado de marginación con respecto a la población es demasiado grade.

Del anterior fenómeno también se pueden desprender otras eventos como lo son los flujos de sedimentos en las laderas de las montañas, dichos movimientos compuestos por una masa que transportan lodo, rocas, arena, árboles y cualquier objeto que estos encuentren a su paso terminan repercutiendo en grandes daños ya que al ser un proceso secundario este tendrá mayor fuerza por la suma de todos los elementos pasivos (tipo de suelo, topografía, geología, etc.) que en el medio se encuentren.

El efecto de precipitación con un alto grado de daño, tienen su origen en los ciclones que anualmente entran al territorio Mexicano (4 ciclones en promedio por año), ciclones que producen lluvias intensas que como consecuencia traen consigo inundaciones y deslaves.

Es por eso que la combinación de este tipo de fenómenos con la falta de regulación de los asentamientos humanos y la degradación ambiental se suma a los retrasos en acciones de ordenamiento hidrológico y de obras de protección, incrementando el riesgo en la población.

Lo anterior es de suma importancia si se recuerda que cualquier fenómeno que se presenta a lo largo de la historia del planeta, tiene ciclos o periodos de ocurrencia por lo que este se seguirá presentando obedeciendo a patrones de ocurrencia particulares.

Las Bases de Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (____), considera los siguientes fenómenos Hidrometeorológicos para su estudio.

21074	FENÓMENO PERTURBADOR
Hidrometeorológico	Ondas Cálidas
	Ondas Gélidas
	Sequias
	Heladas
	Tormentas de Granizo
	Tormentas de Nieve
	Ciclones Tropicales
	Tornados
	Tormentas de Polvo
	Tormentas Eléctricas
	Lluvias Extremas
	Inundaciones

Tabla (59). Fenómenos Perturbadores de orden Hidrometeorológicos de acuerdo a la Ley General de Protección Civil. SEDATU, 2018.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS.				
CLAVE	NOMBRE		CLAVE	NOMBRE
15007	*AMECAMECA DE JUAREZ*		21046	*HUEJOTZINGO*
15018	*COL. AVILA CAMACHO*		21078	*S.M. TEXMELUCAN*
15082	*RÍO FRIO*		21096	*S.R. TLAHUAPAN*
15080	*ATLAULTA R.*		21167	*S.A. CALPAN*
15103	*S. PEDRO NEXAPA*		21193	*S. P. BENITO JUAREZ*
15106	*S. RAFAEL TLALMANALCO*		21213	*S. M. TLAHUAPAN*
15252	*ATLAUTLA*		21232	*TEPATLAXCO*
15280	*TLALMANANCO*		29040	*IXTACUIXTLA*
15288	*ECATZINGO*		29041	*TEPETITLA*
17045	*HUECAUAXCO*		29043	*XOCOYUCAN*
21012	*ATLIXCO*		29048	*CEESTM IXTACUIIXTLA*
21034	*ECHEVERRIA*		29169	*ZACATELCO*

Tabla (60). Estaciones Meteorológicas analizadas.

13.2 *ANÁLISIS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.*

Para la obtención de los valores característicos de cada uno de los fenómenos perturbadores que enmarcan el capítulo de riesgos hidrometeorológicos, se procedió a seleccionar aquellas estaciones climatológicas que contaran con un periodo de muestras mínimo de 32 años.

14 . ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS

"El verdadero riesgo a corto plazo del cambio climático es el aumento en los sucesos climáticos extremos y nuestra vulnerabilidad frente a éstos."

METODOLOGÍA.

14.1 INTRODUCCIÓN

.

El planeta tierra está en constante cambio desde el principio de su tiempo, sin embargo en este tiempo, el actual, se está calentando y el clima está cambiando severamente, debido a las actividades humanas. Los efectos producto de estos cambios son muy variados, sin embargo los de máxima extremidad son los que causan pérdidas económicas y humanas.

La mayoría de los impactos que son generados por las variaciones climáticas son un producto directo de la ocurrencia y frecuencia de los denominados "EVENTOS EXTREMOS", como lo son las grandes precipitaciones, las tormentas de nieve y las temperaturas extremas durante algunas horas, días e incluso meses. Su percepción general ha aumentado conforme pasa el tiempo, así como el costo de los daños producidos pues se han presentado pérdidas económicas importante así como humana por factores como la sequía.

La Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) considera una ocurrencia e incremento de los factores climáticos extremos con una probabilidad de ocurrencia como se describe en la siguiente tabla.

Fenómeno y Tendencia.	Probabilidad de que la tendencia ocurrió en el siglo XX (después de 1960)	Probabilidad de contribución humana a la tendencia observada	Probabilidad de tendencias futuras basadas en proyecciones
Días cálidos, menos días y noches fríos	90%	66%	99%
Días y noches cálidos más frecuentes	90%	66% (Noches)	99%
Incremento en la frecuencia de ondas de calor	66%	50%	90%
Eventos de precipitación fuerte. Incremento de la frecuencia en todas las áreas	66%	50%	90%
Áreas afectadas por incremento en sequías	66% desde 1970	50%	66%
Incremento en la intensidad y actividad de ciclones tropicales	66% desde 1971	50%	66%

Tabla (61). Probabilidad de ocurrencia de los eventos extremos de acuerdo a IPCC, 2015.

Existen varias metodologías para abordar el tema de eventos extremos dependiendo de la información que queremos obtener de ellos, por métodos estadísticos, donde se hace una exploración rigurosa de los cambios en extremos y se determinan los índices estadísticamente y la otra usando modelos de circulación general para construir escenarios de cambio climático y con ello determinar la distribución de eventos extremos.

14.2 *PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO - TEORÍA DEL VALOR EXTREMO.*

Los métodos estándar de modelización matemática del riesgo utilizan el lenguaje de teoría de la probabilidad. Dichos riesgos son variables aleatorias que pueden ser consideradas individualmente o vistas como parte de un proceso estocástico. Los potenciales valores de una situación de riesgo tienen una distribución de probabilidad para las pérdidas derivadas de los riesgos, pero hay un tipo de información que está en la distribución, llamada eventos extremos, los cuales se producen cuando un riesgo toma valores en la cola derecha de la distribución de pérdidas.

Inicialmente se debe tener información climatológica de una serie de tiempo suficientemente larga de al menos 30 años, y que no contenga periodos muy largos sin la existencia de datos, con años completos a la mitad de su serie de tiempo.

Secundario a esto se debe establecer la climatología normal del lugar, esto es, el promedio anual de la precipitación, temperatura máxima y mínima para los periodos sondeados. Para así poder tener conocimiento de los ciclos que se tienen en las diferentes distribuciones de cada uno de los fenómenos.

Posteriormente es necesario calcular el "Umbral" a partir del cual el evento será extremo, la determinación de dicho umbral depende del tipo de información que se desea obtener de los datos y del problema en particular con el que se está trabajando.

Para saber si el número de eventos extremos ha cambiado se debe tener conocimiento de la serie a fondo, para esto se deben modelar la forma de los eventos extremos. No es suficiente con contar con el porcentaje de cuantos eventos ha habido por cada año, además es necesario saber cómo serán en el futuro, a partir de los datos que se poseen en el momento del análisis. Para hacer el ajuste de los modelos se toma en consideración la base teórica de las "FUNCIONES DE COLES" de 2001, pues es en esta teoría en donde se puede hacer un análisis con respecto a las dos metodologías antes mencionadas. Ambas metodologías forman parte de una teoría conocida como "Teoría de Valores Extremos", es decir, en Modelos Asintóticos y Modelos de Umbral. El objetivo de la teoría de valores extremos es analizar valores extremos observados y predecir valores extremos en el futuro.

14.3 *ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS.* **INTRODUCCIÓN.**

Los fenómenos conocidos como Ondas de Calor y Ondas de Frio (Cálidas y Gélidas) reciben un peso considerable, esto debido a que solo se presentan en eventos climáticos extremos. En dichos eventos, se llega a presentar un valor anómalo con respecto a la precipitación y la temperatura; los eventos menos raros ocurren con un promedio aproximado de cada 20 años (5% de los casos), los eventos muy raros tienen un periodo de ocurrencia de 50 años (con 2% de probabilidades de ocurrir) y los extremadamente raros se presentan en un ciclo de 100 años (con sólo 1% de probabilidad de que ocurran).

Este tipo de fenómenos tienen diferentes maneras de ser estudiados, pero normalmente se hace con técnicas probabilísticas y su incidencia se mide con lo que se conoce como tiempo o periodo de retorno, el cual está definido como el tiempo promedio en que tarda en repetirse este evento climático.

El análisis de estos fenómenos se genera a partir del estudio de las variaciones en las temperaturas tanto máximas como mínimas midiendo el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas y los efectos que causa en el ser humano.

Cabe recordar que en estos últimos años ha sido posible vislumbrar a nivel mundial un aumento de anomalías climáticas con tendencia al aumento de la temperatura, este fenómeno se refiere a los cambios de temperaturas que se operan en el ambiente entre dos extremos, temperaturas muy altas (ondas cálidas, frentes cálidos) y temperaturas muy bajas (ondas gélidas, frentes fríos), que se producen en razón a los cambios Trasnacionales de un lugar determinado en un periodo de tiempo limitado (día, mes o en un año, Servicio Meteorológico Nacional).

14.4 *ONDAS GÉLIDAS (FRENTE FRÍO).*

Un frente frío, es una franja de mal tiempo que ocurre cuando una masa de aire frio se acerca a una masa de aire caliente. El aire frio, siendo más denso, genera un acuñamiento, metiéndose por debajo del aire cálido el cual es menos denso que el anterior.

Los frentes fríos se mueven de manera rápidas, son fuertes y causan perturbaciones atmosféricas que derivan en tormentas eléctricas, chubascos, tornados, vientos fuertes y tempestades cortas de nieve antes del paso de dicho frente y dependiendo de la época del año y de su localización geográfica, los frentes fríos varían en una sucesión de 5 a 7 días.

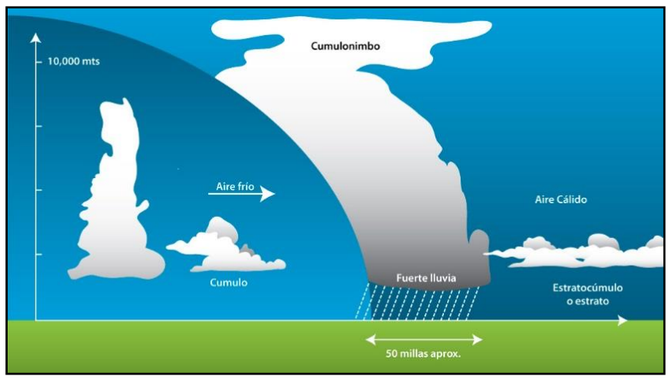


Figura (43). Esquema que representa el origen de un frente Frio. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

El origen de los frentes fríos que llegan en la temporada invernal al territorio Mexicano, tienen su origen en los ciclones extratropicales intensificados en la costas de Norteamérica correspondiente al Océano Pacifico. Los fenómenos sinópticos en el clima invernal de México son decisivos, así como los frentes fríos son los más importantes debido a su influencia en la variabilidad de la temperatura. Así pues, las perturbaciones dominantes en invierno son los frentes fríos originados en latitudes medias con trayectorias de avance de noroeste a sureste, que cruzan frecuentemente sobre el país proveniente de Norteamérica (CENAPRED).

Los frentes fríos son zonas de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente.

El fenómeno es muy violento y el ascenso del aire caliente provoca la formación de abundantes nubes de desarrollo vertical. Estos fenómenos se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente.

La frecuencia de los frentes es muy variable y depende de su origen, la mayoría viene del Océano Pacífico (origen marítimo polar), algunos vienen del norte (polar continental) y otros tienen origen ártico continental; para el periodo que comprende los meses de noviembre a marzo, los frentes cruzan el territorio mexicano en el Istmo y reciben el nombre de Tehuantepecos, que son vientos fuertes que ocasionan anomalías térmicas en el golfo de Tehuantepec.

Cuando las masas polares atraviesan el Golfo de México dan origen a los fenómenos conocidos como nortes, a lo largo del litoral, en realidad son frentes fríos acompañados de fuertes vientos del norte que producen tormentas con aguaceros intensos, generalmente de origen orográfico en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. El paso de algunos frentes fríos puede producir nevadas en las montañas de México, al registrarse muy bajas temperaturas con presencia de humedad.

14.5 *ONDAS CÁLIDAS (FRENTE CÁLIDO).*

Un frente cálido recibe su nombre cuando la parte frontal de una masa de aire tibio avanza hasta tal punto que comienza a invadir y emplazar una masa de aire frio que está en retroceso. Con el paso de un frente cálido, la temperatura y las húmedas aumentan, la presión sube y a pesar de que el viento cambia no es tan pronunciado como cuando una masa fría pasa.

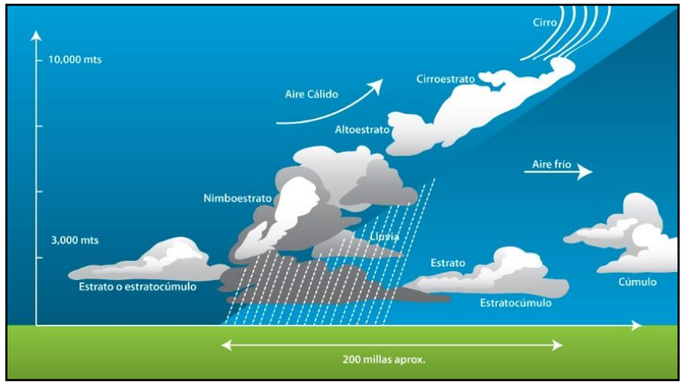
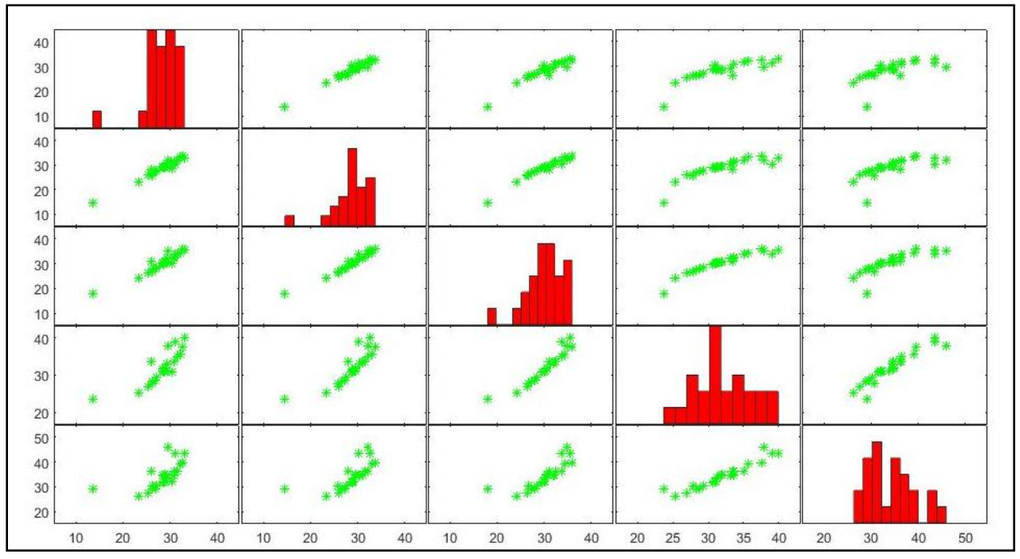


Figura (44). Esquema que representa el origen de un frente Cálido. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

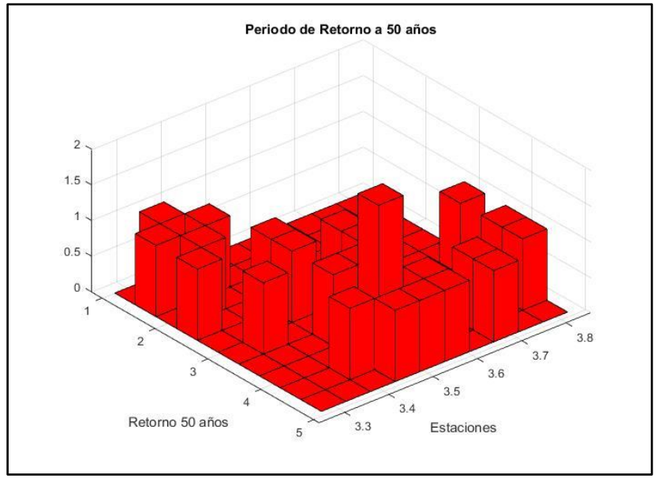
La precipitación que se genera en forma de lluvia, nieve o llovizna se encuentra al inicio de un frente superficial, así como las lluvias convectivas y las tormentas. La neblina es común en el aire frio que antecede a este tipo de frente y a pesar de que casi siempre aclara una vez pasado el frente, algunas de las veces se origina una neblina en el aire cálido.

14.6 *SUSCEPTIBILIDAD POR TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.*

El análisis estadístico de las cada una de las estaciones climatológicas, permitió obtener los modelos necesarios para ponderar el desarrollo de los cambios de temperatura de máxima y mínima intensidad; los diagramas de distribución y cálculo de cada uno de los valores estadísticamente ponderados por la metodología de COLES para los periodos de retorno en los intervalos de cinco años, diez años, veinticinco años y cincuenta años, permiten observar cambios radicales que deben ser considerados a fin de poder prevenir los riegos por la pérdida de cosechas, perdida de cabezas ganaderas y por supuesto pérdidas humanas.



Grafica (1). Diagrama de dispersión correspondiente a Temperaturas Máximas para cada periodo de retorno



Grafica (2).Histograma tridimensional para Temperaturas Máximas en Tr= 50 años. Estación del municipio. Municipio de San Martín Texmelucan.

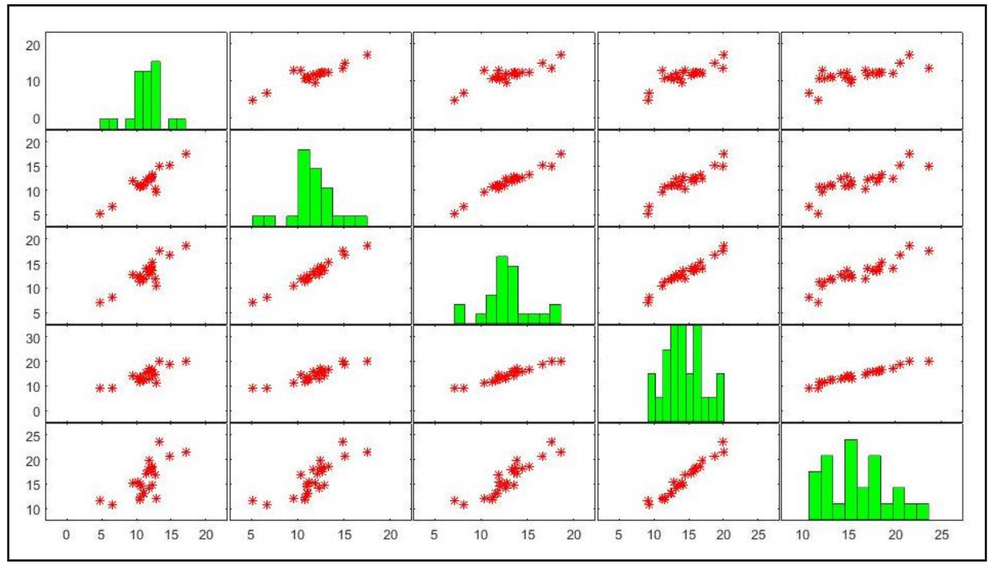
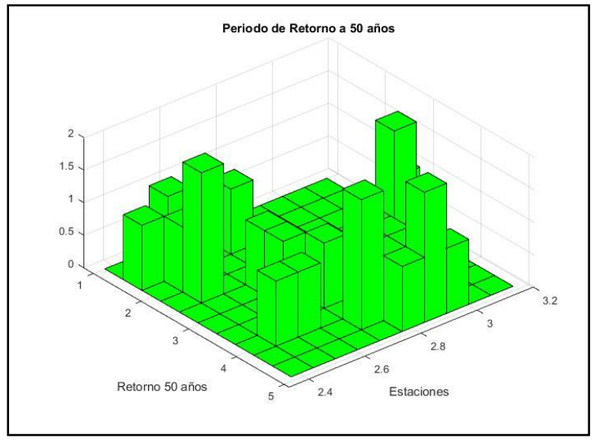
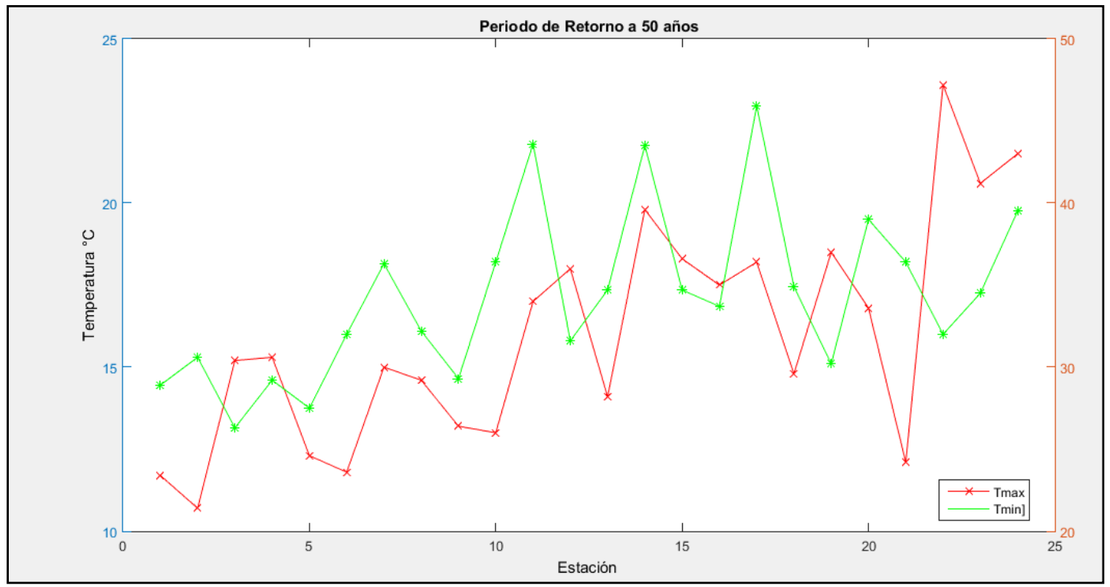


Figura (3).Diagrama de dispersión correspondiente a Temperaturas Mínimas para cada periodo de retorno,



Grafica (4). Histograma tridimensional para Temperaturas Mínimas en Tr= 50 años.



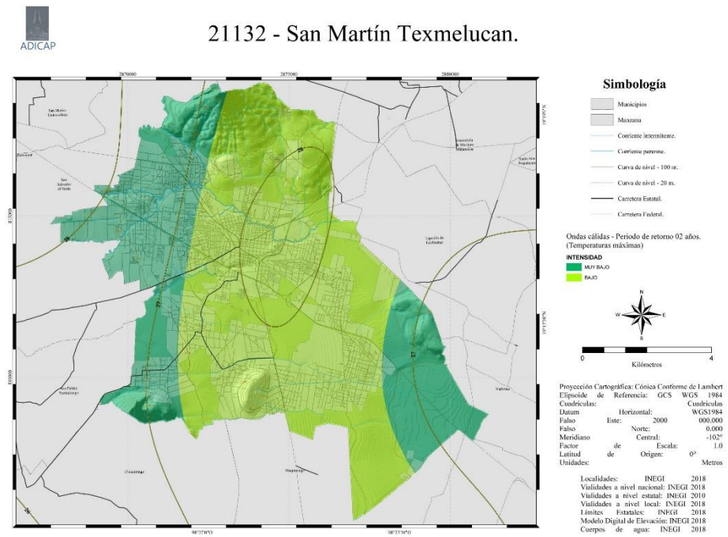
Grafica (5). Variación de Temperatura Máxima con Respecto a Temperatura Mínima para un periodo de retorno de 50 años.

14.7 *PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO.*

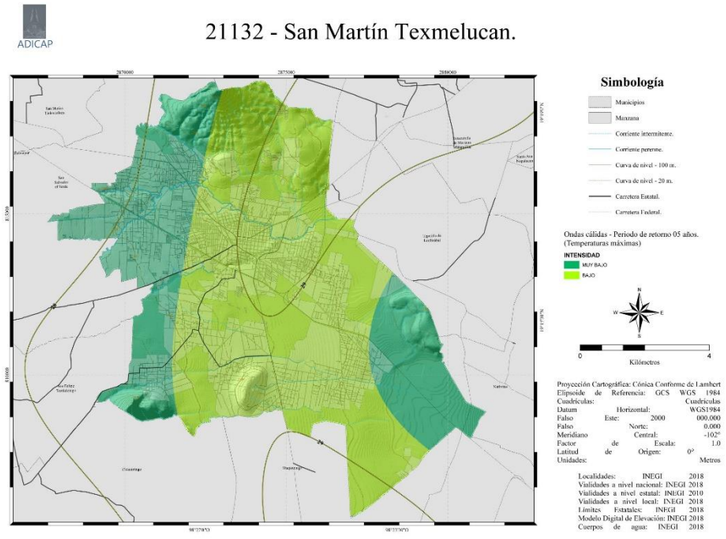
De acuerdo con la metodología propuesta por el CENAPRED se han establecido los siguientes rangos de intensidad al riesgo tanto para Temperaturas Máximas como Temperaturas Mínimas.

Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Rango
Menor a 15°	Mayor a 15°C	Muy Bajo
De 16°C a 21°C	De 12°C a 15°C	Bajo
De 22°C a 27°C	De 8°C a 12°C	Medio
De 28°C a 34°C	De 4°C a 8°C	Alto
Mayor a 35°C	De 0°C a 4°C	Muy Alto

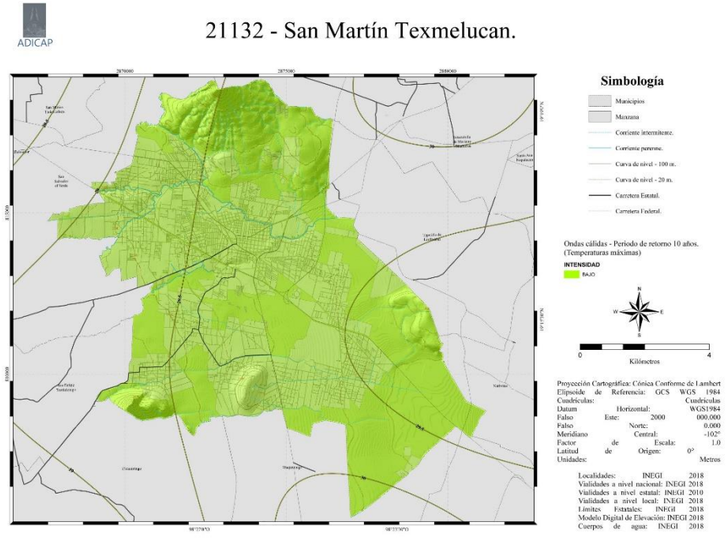
Tabla (62). Parámetros de Intensidad considerados para Temperaturas Máximas y Mínimas en base a CENAPRED. 2018



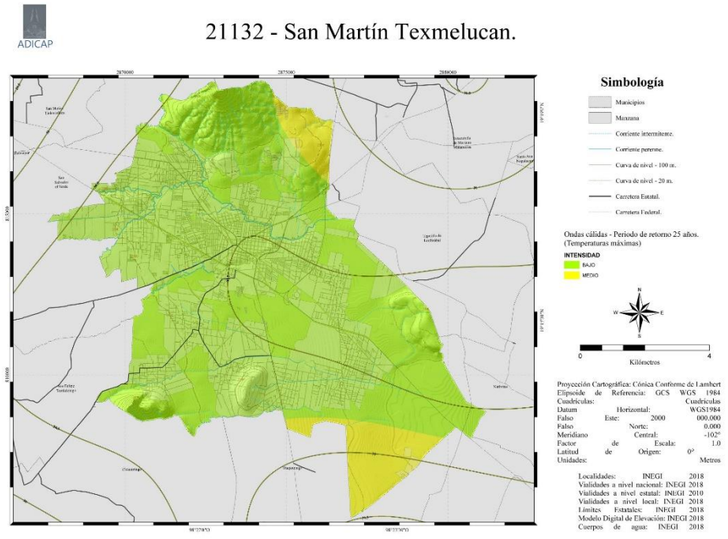
Mapa (63) Ondas Cálidas, TR 02



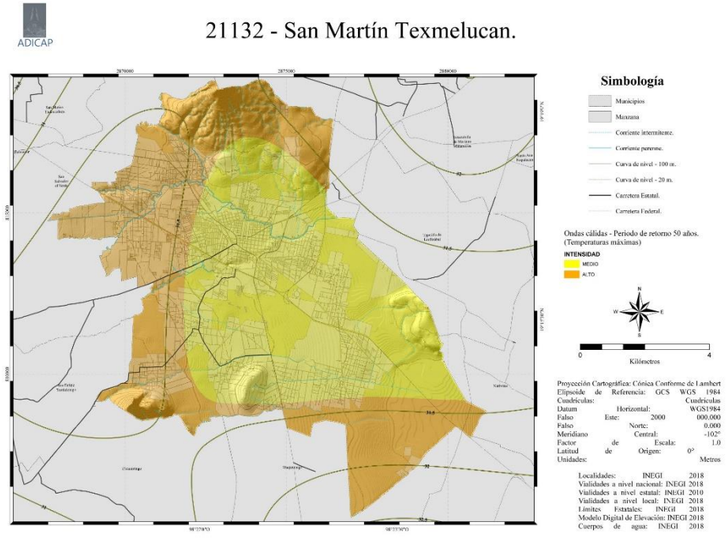
Mapa (64) Ondas Cálidas, TR 05



Mapa (65) Ondas Cálidas, TR 10



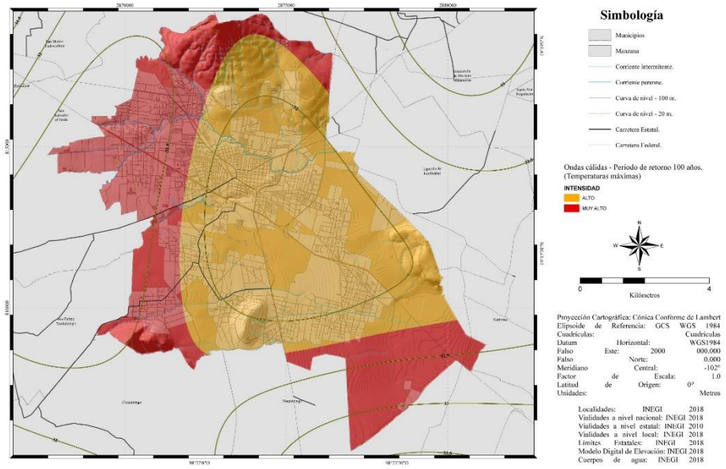
Mapa (66) Ondas Cálidas, TR 25



Mapa (67) Ondas Cálidas, TR 50

ADICAP

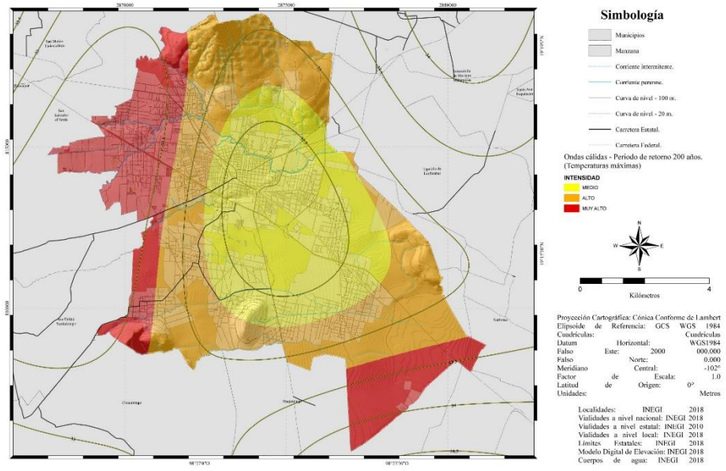
21132 - San Martín Texmelucan.



Mapa (68) Ondas Cálidas, TR 100

ADICAP

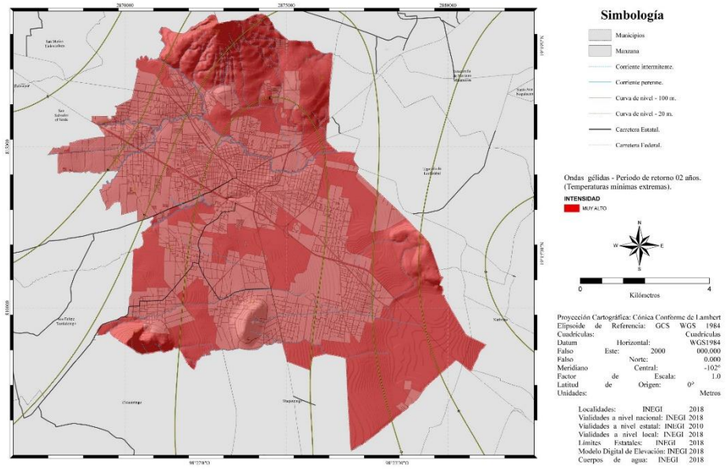
21132 - San Martín Texmelucan.



Mapa (69) Ondas Cálidas, TR 200

ADICAP

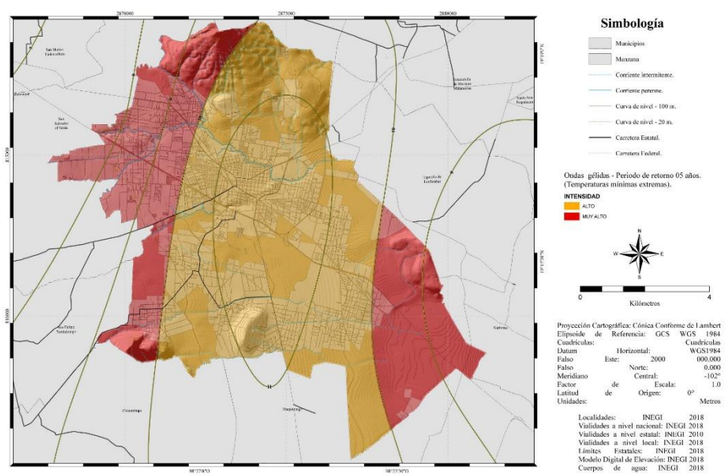
21132 - San Martín Texmelucan.



Mapa (70) Ondas Gélidas, TR 02

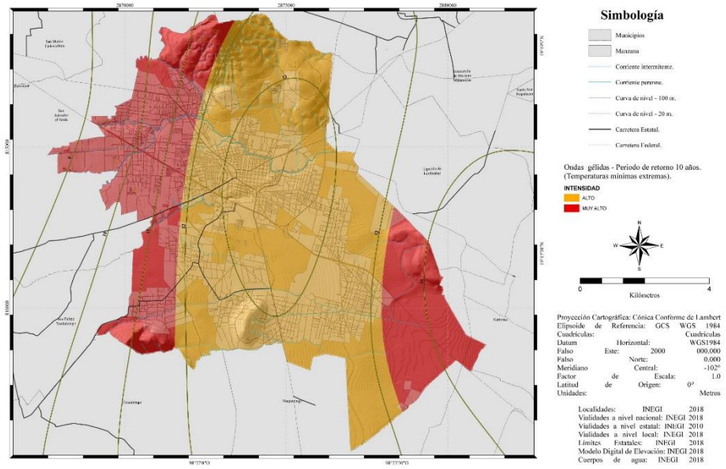
ADICAP

21132 - San Martín Texmelucan.



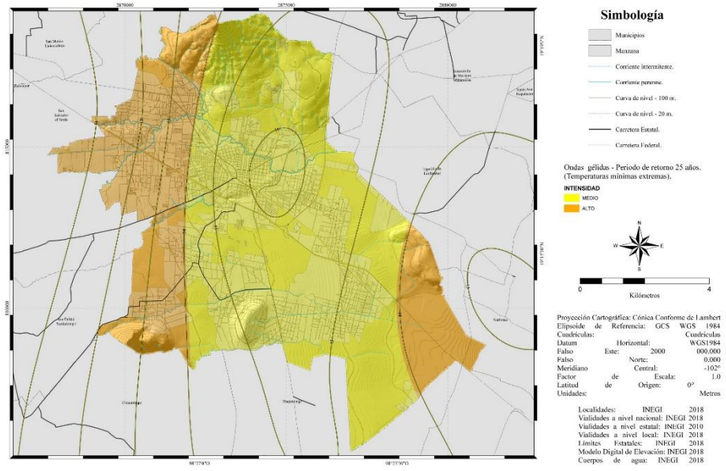
Mapa (71) Ondas Gélidas, TR 05

21132 - San Martín Texmelucan.



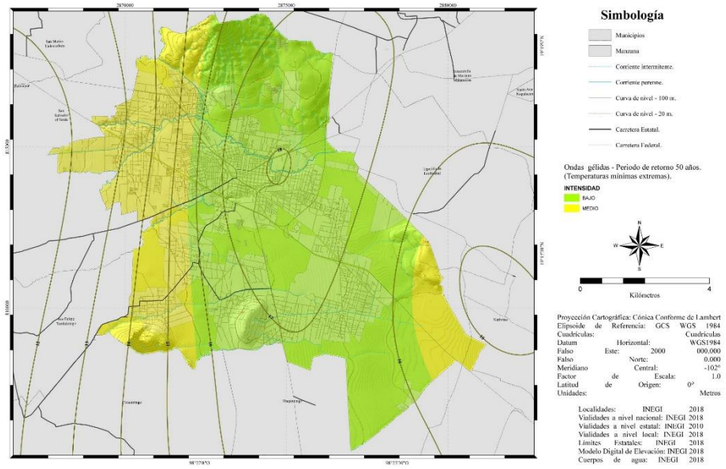
Mapa (72) Ondas Gélidas, TR 10

21132 - San Martín Texmelucan.



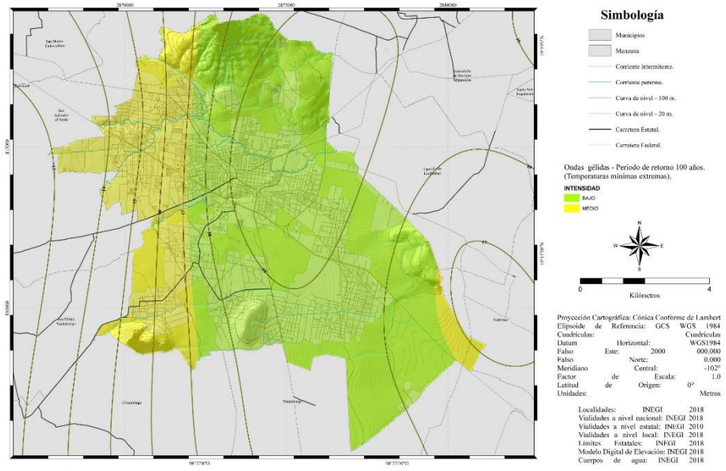
Mapa (73) Ondas Gélidas, TR 25

21132 - San Martín Texmelucan.

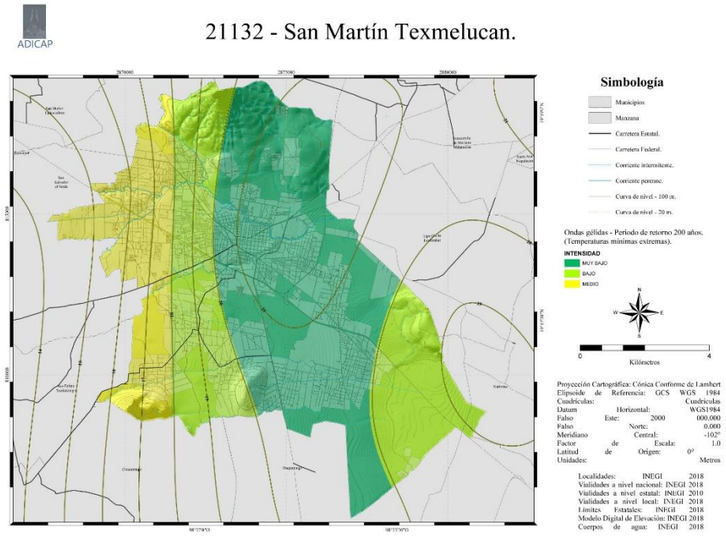


Mapa (74) Ondas Gélidas, TR 50

21132 - San Martín Texmelucan.



Mapa (75) Ondas Gélidas, TR 100



Mapa (76) Ondas Gélidas, TR 200

15 . SEQUÍAS

"Las sequías resultan de condiciones hídricas en las que prevalece la escasez de agua como resultado de precipitaciones insuficientes en una serie de años sucesivos."

15.1 *METODOLOGÍA.*

INTRODUCCIÓN.

La sequía es un proceso natural errático, que se origina como resultado de una deficiencia de precipitación durante un período de tiempo extenso, generalmente de una estación o más, provocando en consecuencia un desbalance hídrico, afectando con ello las actividades humanas y ambientales; se trata de una situación deficiente de precipitación en relación a un comportamiento promedio considerado como normal.

Si bien la sequía tiene un desarrollo no tan rápido y dramático que otros desastres naturales como los huracanes, sus efectos suelen ser de mayor amplitud y más devastadores. Sus efectos directos e indirectos están fuertemente relacionados con la producción de alimentos, la reserva de agua en el suelo, la manutención de ganado, la vida silvestre y en general con la posibilidad de cualquier forma de vida en un lugar determinado.

15.2 *ÍNDICE DE SEVERIDAD DE SEQUÍA DE PALMER.*

El ISSP, propuesto por Palmer (1965), es utilizado en diferentes partes del mundo para poder ponderar el grado de sequía al cual se encuentra propenso y/o está en desarrollo un lugar determinado.

Dicho índice se calcula a partir de un balance de humedad mensual, el cual emplea los registros de precipitación y temperatura además de la capacidad de saturación o almacenamiento de suelo. Este último valor es calculado mediante la siguiente metodología.

Se establecen dos capas de suelo de profundidad variable a las cuales se les asignan los valores correspondientes a sus propiedades hídricas, es decir, el índice de Palmer asume que la superficie de la primera capa del suelo es capaz de almacenar hasta una pulgada de agua o 25mm y la considera como un valor constante para todos los casos supuestos, en tanto que la segunda capa tiene la capacidad de almacenar goda la capacidad potencial del suelo que en términos generales es de -25mm.

Posterior se debe estables que la humedad no puede ser removida o recargada de la segunda capa, hasta que la humedad de la capa superficial se haya degradado o recargado por completo; es decir no hay remoción de humedad de la segunda sin que la primera no esté totalmente seca y no hay húmeda de la segunda capa si la primera no se ha recargado completamente.

El proceso de obtención del índice inicia con la estima (ETP), para ello se emplea el método de Thornthwaite, el cual es la relación directa entre un factor de corrección por latitud, la temperatura media del aire (°C) y la suma de las temperaturas máximas. A partir de este valor, el ISSP establece dos condiciones de balance de humedad:

1. Cuando la precipitación (p) es menor que la ETP.
2. Cuando la precipitación (p) es mayor que la ETP.

La primera situación, considera que la humedad que existe no es suficiente para satisfacer la demanda de la ETP, lo que genera un déficit de humedad, por lo tanto no existe la posibilidad de escurrimiento ni de recarga de humedad. La segunda situación genera dos condiciones particulares, uno el superávit de humedad solo cubre las necesidades de ETP y la recarga de la humedad de una o dos capas del suelo no presentan escurrimiento o que el superávit de humedad es suficiente para cubrir las necesidades de ETP, de recarga de humedad hasta llegar a la capacidad de campo a todo el suelo y que exista una remanente para que ocurra el escurrimiento.

El algoritmo de cálculo del ISSP tiene involucradas varias variables de entre las que se pueden destacar las siguientes:

a) AWC: Capacidad total de almacenamiento de agua en el suelo
b) P: Precipitación total mensual
c) ETP: Evapotranspiración potencial, estimada por el método Thornthwaite
d) ET: Evapotranspiración real o efectiva
e) S: Contenido total de humedad en el suelo, para un mes dado.
f) L: Cantidad total de humedad perdida por el suelo, para un mes dado.
g) R: Cantidad total de humedad recargada en el suelo, para un mes dado
h) RO: Cantidad de agua escurrida superficialmente, para un mes dado

A partir del hecho de que, para los climas secos es normal que el valor de la evapotranspiración potencial excede el valor de la evapotranspiración efectiva o actual y con el uso de algunas de las variables antes descritas se deben calcular los cuatro valores potenciales "ETP, PR, PL, PRO" (ETP: Evapotranspiración potencial; PR: Recarga potencial; PL: Pérdida potencial; PRO: Escurrimiento potencial) los cuales corresponden a los coeficientes alfa, beta, gamma y delta; coeficientes dependientes del clima del área en cuestión, cada coeficiente representa una razón entre la secuencia actual con respecto a las secuencias potenciales.

Una vez que se cuenta con los coeficientes antes mencionados, se procede a un proceso matemático rigoroso a fin de obtener el valor de precipitación ajustada, así como el factor K con el cual se puede calcular el índice de humedad anormal "Z"; este último expresa una desviación relativa de la humedad con respecto del tiempo, lo cual permite hacer comparaciones de espacio y tiempo, entre localidades y entre meses.

El valor de "Z", permite finalmente calcular el valor final correspondiente al índice de Sequía "Xi". Xi es el valor del Índice de Severidad de Sequía de Palmer, el cual está distribuido en diferentes valores potenciales que indican el grado de sequía relativa al cual se encuentra sujeta la zona en cuestión.

*15.3 **SEQUIAS.***

INTRODUCCIÓN.

La sequía es uno de los fenómenos climáticos adversos que mayor repercusión tiene en la producción agropecuaria y forestal y por ende en los ingresos de los productores; esta además d generar efector directos en la producción afecta el abastecimiento de agua causando hambrunas y en los casos más extremos la muerte.

A diferencia de otros desastres naturales, las consecuencias de las sequías prevalecen por varios años, con un efecto negativo dentro del desarrollo social.

El impacto de las sequías depende en gran medida de la vulnerabilidad y de la habilidad de las comunidades para enfrentar el fenómeno, lo que a su vez está influido por las condiciones socioeconómicas, productivas y la calidad de sus recursos.

*15.4 **SEQUÍA.***

La sequía es un fenómeno poco definido e investigado y también escasamente percibido por la población urbana, no así por la rural que teme por sus consecuencias más que las inundaciones.

Según el Servicio Meteorológico Nacional la sequía es considerada como la insuficiente disponibilidad de agua en una región, por un período prolongado de tiempo que no permite poder satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales. Estas necesidades dependen de la distribución de las poblaciones de plantas, animales y seres humanos, de su modo de vida y del uso de la tierra".

La sequía es un fenómeno temporario que se presenta en cualquier región, aunque se localiza en general en áreas de lluvias con régimen variable. La irregular distribución geográfica y la dificultad para definir su inicio son otras características esenciales de las sequías.

Los factores condicionantes y determinantes de que el fenómeno de sequía se genere son:

1. Evapotranspiración,
2. Déficit de la precipitación.

La variación de la precipitación en un lugar dado y entre épocas determinadas constituye el factor de impulso principal de las sequías. A su vez, dependen del condicionamiento impuesto por los cambios en la presión atmosférica con las consiguientes alteraciones en la circulación general de la atmósfera.

Las sequias se asocian directamente a condiciones anticiclónicas las cuales persisten durante un cierto tiempo, así como a la modificación de la cubierta vegetal y aquellas condiciones del suelo que han sido producidas por los cambios en la circulación atmosférica los cuales constituyen un proceso de realimentación para prolongar las sequias.

De la misma manera las sequías se pueden caracterizar por una carencia del factor de impulso que son las precipitaciones debido a valores de temperatura que hacen que la evapotranspiración potencial se mantenga alta, aunque la evapotranspiración real de ese momento sea pequeña por falta de agua.

La sequía no es, como se ve, una entidad tan bien definida como la inundación, porque procede de un decrecimiento en los promedios de precipitación en relación a la necesidad de agua en un período particular y en un área particular.

15.5 TIPOS DE SEQUÍA.

El daño generado por este tipo de fenómeno se ve manifestado en gran medida en los ecosistemas, el cuerpo de agua tanto subterráneo como superficial, el suelo, la economía como lo es la industria ganadera, agrícola, etc. La gran diversificación de los efectos que este fenómeno puede tener lo pondera en que pueda ser seccionado en diferentes tipos. De acuerdo a el National Drought Mitigation Center (2015) el fenómeno puede ser clasificado en: Sequia Meteorológica, Sequia Hidrológica, Sequia agrícola y socioeconómica.

15.6 SEQUÍA METEROLÓGICA.

Este tipo de sequía se encuentra definida en función del grado de sequedad o déficit de precipitación con respecto a su normal y la duración del periodo seco. Este tipo de sequía se considera principalmente a regiones específicas, puesto que las condiciones atmosféricas que se traducen en deficiencias de la ocurrencia de precipitación, son muy variadas de una región con respecto a otra.

La sequía meteorológica se presenta en cualquier región del mundo por ser parte de la variabilidad natural del clima. Su presencia no tiene relación directa con la administración de los recursos hídricos, las actividades agrícolas o cualquier actividad socioeconómicas por ende la influencia antropogénica es mínima en este tipo de sequía.

15.7 SEQUÍA HIDROLÓGICA.

La sequía de este tipo está asociada directamente con los efectos de los periodos de precipitación deficientes que afectan la disponibilidad del recurso hídrico superficial o del subsuelo. La frecuencia y severidad de este tipo de sequía se define a menudo a escala de la cuenca hidrológica. Este tipo de sequía se encuentra generalmente con un retraso respecto a la ocurrencia de la sequía meteorológica.

Se debe tener en consideración que este tipo de sequía es el que mayor afecta pues de ella se derivan conflictos entre los usuarios por la falta de agua. Por lo que es necesario tener planes de gestión en términos de los recursos a fin de que no exista un déficit del mismo.

15.8 SEQUÍA AGRÍCOLA.

Vinculada a las diversas características de la sequía meteorológica e hidrológica, este tipo de sequía se enfoca en la escases de precipitaciones, la diferencia de evapotranspiración real y potencial, el déficit de agua en el suelo, la reducción de aguas subterráneas o los niveles reservorios.

Una buena definición de sequía agrícola debe tener en cuenta la sensibilidad de los cultivos durante las diferentes etapas de desarrollo, desde el nacimiento y madurez de la planta hasta su cosecha final. La deficiencia en la humedad del suelo puede impedir la germinación de los cultivos y por ende se conduce a rendimientos bajos que repercuten en la economía.

15.9 SEQUÍA SOCIOECONÓMICA.

La gran mayoría, si no es que la mayoría de los bienes económicos, tales como agua, vegetación, alimentos, energía hidroeléctrica y servicios, dependen de las condiciones climáticas a las cuales se encuentre sujeta la región. La definición de sequía socioeconómica hace referencia directa a la oferta y la demanda de algún bien

económico con elementos de sequía meteorológica, hidrológica y agrícola. Este tipo der sequia se diferencia de las anteriores debido a que su ocurrencia depende de procesos espaciotemporales de la oferta y la demanda, para que pueda ser primeramente identificada y posteriormente clasificada.

La sequía socioeconómica se produce cuando la demanda de un bien económico es superior a la oferta, como resultado de un déficit en el suministro de agua relacionada a la condición climática.

SEQUÍA METEOROLÓGICA.		SEQUÍA HIDROLÓGICA.	
Déficit de precipitación (cantidad, intensidad y duración).	Altas Temperaturas, vientos fuertes, humedad relativa baja, insolación intensa, menos nubosidad.	Disminución del flujo fluvial, caudal afluente a embalses, lagos y estanques; disminución de los humedales y el hábitat fáunico.	
Disminución de infiltración, escorrentía, infiltración profundad y recarga de aguas subterráneas.	Aumento de la evaporación y transpiración.	SEQUÍA AGRÍCOLA.	
		Carencia de agua del suelo.	Falta de agua para las plantas, biomasa y rendimiento reducidos.

Figura (44). Secuencia de eventos de Sequía y sus efectos. The US National Drought Mitigation Center, NDMC, 2015.

15.10 *ÍNDICE DE SEVERIDAD DE SEQUÍA DE PALMER.*

El índice de Severidad de la Sequía de Palmer permite medir la intensidad, duración y extensión espacial de la sequía. Los valores de este índice se derivan de las medidas de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo local, conjuntamente con valores anteriores de estas medidas.

Este índice de sequía ha sido usado para evaluar el impacto de la sequía en la agricultura. Debido a la escala de tiempo considerada en este índice, el mismo no es adecuado para la determinación de sequías hidrológicas más extensas tales como aquellas que impactan el volumen de los caudales, reservorios y acuíferos

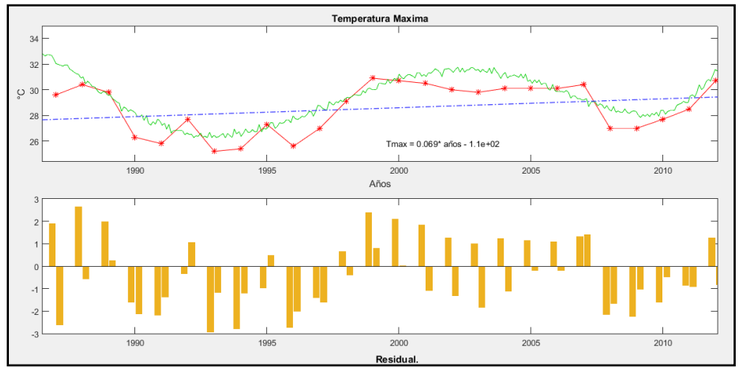
Los valores estandarizados varían desde -6.0 (sequía extrema) a +6.0 (condiciones extremas de humedad) y han sido categorizados para facilitar comparaciones de región en región.

Índice de Severidad de Sequía de Palmer (ISSP)		
Valor de Índice	**Clasificación**	**Rango**
De 4.0 o mayor	Extremadamente húmedo	MUY BAJO
De 3.00 a 3.99	Muy húmedo	
De 2.00 a 2.99	Moderadamente húmedo	BAJO
De 1.00 a 1.99	Ligeramente húmedo	
De 0.5 a 0.99	Humedad incipiente	
De 0.49 a -0.49	Normal o cercano a lo normal	MEDIO
De -0.5 a -0.99	Sequía incipiente	
De -1.00 a -1.99	Sequía ligera	ALTO
De -2.00 a -2.99	Sequía moderada	
De -3.00 a -3.99	Sequía severa	MUY ALTO
De -4.00 o menor	Sequía extrema.	

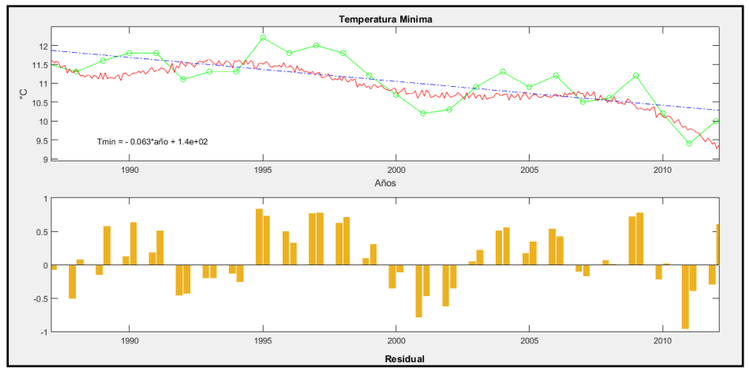
Tabla (63).Índice de Severidad de Sequía de Palmer (NOAA, 2015), reclasificado.

15.11 *SUSCEPTIBILIDAD POR SEQUÍAS.*

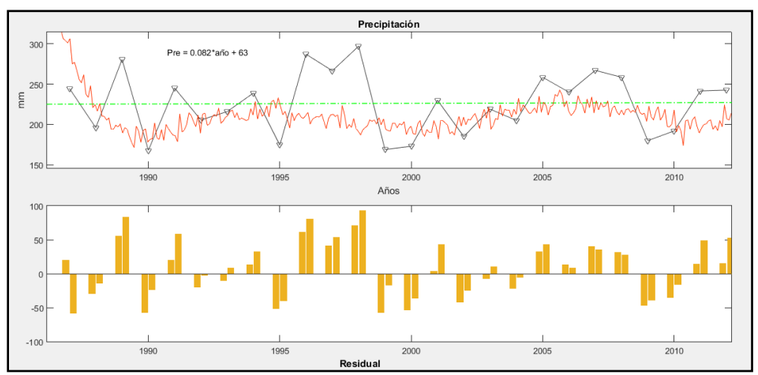
El resultado anterior pudo ser correlacionado directamente mediante la metodología para el cálculo del índice de sequía de Palmer, el cual ha sido construido en cada una de las estaciones hidrometeorológicos sondeadas, para posteriormente ser interpolado mediante el método de interpolación IDW o de ponderación de la distancia inversa con el fin de estimar los valores de las celdas, calculando los promedios de los valores de los puntos que corresponden a los puntos de muestra en la vecindad de cada celda.



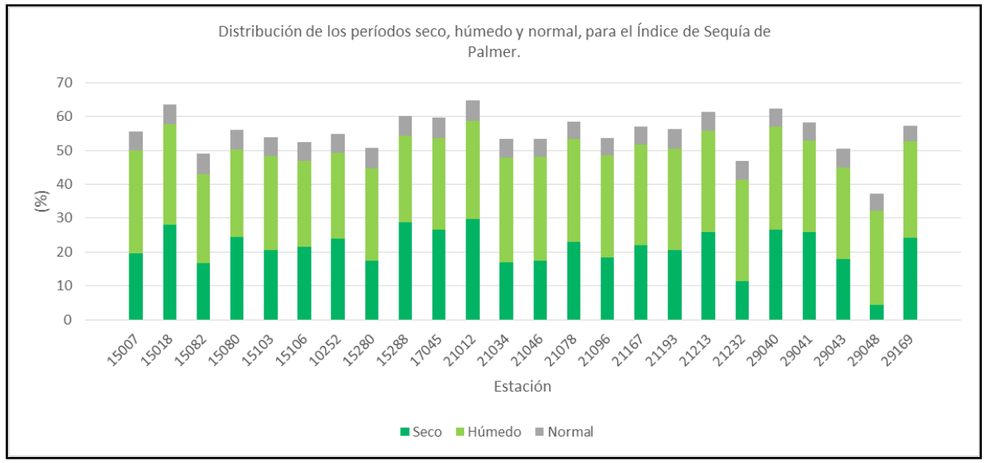
Grafica (5).Tendencia temperatura máxima extrema 1987 a 2012;



Grafica (6). Tendencia temperatura mínima extrema 1987 a 2012;



Grafica (7). Tendencia de Precipitación 1987 a 2012;



Grafica (8). Relación del porcentaje de los períodos secos, húmedos y normales, Según el Índice de sequía de Palmer. Estaciones Climatológicas. Ladino Álvarez R. A., 2015.

15.12 *ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI)*

INTRODUCCIÓN.

La sequía es un peligro natural insidioso resultante de unos niveles de precipitaciones por debajo de lo que se considera normal. Cuando este fenómeno se prolonga durante una estación o por un período de tiempo mayor, la precipitación es insuficiente para responder a las demandas de la sociedad y del medio ambiente. La sequía debe considerarse como un estado relativo y no absoluto. El SPI (McKee y otros, 1993, 1995) es un potente y flexible índice sencillo de calcular; de hecho, el único parámetro necesario para su cálculo es la precipitación. Además, es tan efectivo para analizar los períodos y ciclos húmedos como los secos.

El SPI se concibió para cuantificar el déficit de precipitación para varias escalas temporales, las cuales reflejan el impacto de la sequía en la disponibilidad de los diferentes recursos hídricos. Las condiciones de humedad del suelo responden a anomalías de precipitación en una escala relativamente corta. Las anomalías de precipitación a largo plazo quedan reflejadas en las aguas subterráneas, los caudales fluviales y el almacenamiento en reservorios. Por ese motivo, McKee y otros (1993) calcularon originalmente el SPI para escalas temporales de 3, 6, 12, 24 y 48 meses.

El cálculo del SPI para cualquier localidad se basa en el registro de precipitaciones a largo plazo para un período deseado. Dicho registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidades y a continuación se transforma en una distribución normal de modo que el SPI medio para la localidad y el período deseado sea cero (Edwards y McKee, 1997). Los valores positivos de SPI indican que la precipitación es mayor que la mediana, y los valores negativos, que es menor. Dado que el SPI está normalizado, los climas húmedos y secos se pueden representar del mismo modo, por lo que también se puede hacer un seguimiento de los períodos húmedos utilizando el SPI.

CONAGUA – ISP

El Servicio Meteorológico Nacional calcula el SPI a partir de un conjunto de estaciones de la Base de Datos Climatológica que cumplieron los requisitos de serie larga (mayor a 30 años), menos de 20% de datos faltantes y que reporten información de manera operativa. El número de estaciones puede variar debido a la pérdida de estaciones de largo período o por la incorporación de aquellas que cumplen con los requisitos establecidos.

El índice es calculado en base a la suposición de que la distribución probabilística de la precipitación es Gamma, por lo que al utilizar estos índices para ajustarlos a una distribución de probabilidad normal se le nombra como estandarización o normalización de la precipitación. Los valores son representativos de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, en donde los valores negativos indican déficit y los positivos superávit (McKee et. al., 1993).

Los mapas muestran patrones espaciales de **1, 3, 6, 9, 12 y 24** meses, en donde las características para períodos largos o cortos se clasifica como:

SPI DE 1 MES

El mapa para el SPI de 1 mes es muy parecido a un mapa que muestre el porcentaje de precipitación normal para un período de 30 días. De hecho, el SPI derivado es una representación más exacta de una precipitación mensual puesto que la distribución se ha normalizado.

El SPI de 1 mes refleja las condiciones a corto plazo, y su aplicación está relacionada estrechamente con tipos meteorológicos de sequía junto con la humedad del suelo y el estrés de los cultivos a corto plazo, especialmente durante la estación de crecimiento.

De la misma manera el SPI de 1 mes puede aproximarse a las condiciones representadas por el Índice de humedad de los cultivos, que forma parte del conjunto de índices del Índice de severidad de sequía de Palmer.

Es de esto que el SPI a 1 mes le corresponden las condiciones de humedad del suelo.

SPI DE 3 MESES

El SPI de 3 meses ofrece una comparación de la precipitación a lo largo de un período específico de 3 meses con los totales de precipitación del mismo período de 3 meses de todos los años incluidos en el registro histórico.

El SPI de 3 meses a pesar de que refleja las condiciones de humedad a corto y medio plazo, también proporciona una estimación estacional de la precipitación. En las principales regiones agrícolas, un SPI de 3 meses podría ser más eficaz para poner de relieve la existencia de condiciones de humedad que el índice de Palmer, de respuesta más lenta, u otros índices hidrológicos actuales.

Por lo que un SPI a 3 meses debe interpretarse más como una estimación de la precipitación estacional de la zona en cuestión.

SPI DE 6 MESES

El SPI de 6 meses compara la precipitación de ese período con el mismo período de 6 meses del registro histórico.

El SPI de 6 meses indica tendencias de precipitación entre estacionales y el medio plazo y se considera más sensible a las condiciones en esta escala que el Índice de Palmer. Un SPI de 6 meses puede ser muy eficaz para mostrar la precipitación en distintas estaciones.

La información derivada de un SPI de 6 meses refleja los caudales fluviales y niveles de almacenamiento anómalos, en función de la región y la época del año., por lo que puede ser inmerso dentro de los niveles de reserva de agua.

SPI DE 9 MESES

El SPI de 9 meses da una indicación de pautas de precipitación interestacionales en escalas temporales medias. Las sequías normalmente tardan una estación o más en desarrollarse. Los valores de SPI por debajo de

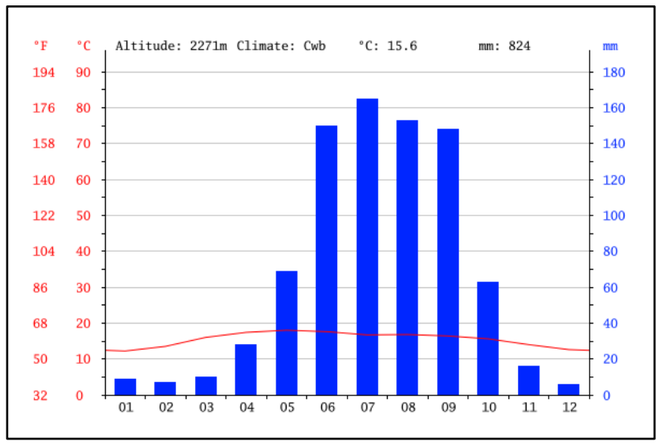
-1,5 para estas escalas temporales generalmente se consideran un buen indicativo de que la sequedad está teniendo un impacto significativo en la agricultura y puede que también esté afectando a otros sectores.

SPI DE 12 A 24 MESES

El SPI en estas escalas temporales refleja patrones de precipitación a largo plazo. Un SPI de 12 meses es una comparación de la precipitación de 12 meses consecutivos con la registrada en los mismos 12 meses consecutivos de todos los años precedentes para los que se dispone de datos.

El SPI a esta escala temporal generalmente se vincula con cauces fluviales, niveles de los reservorios e incluso niveles de las aguas subterráneas.

SPI – SAN MARTIN TEXMELUCAN.



Grafica (9). Climograma correspondiente al Municipio de San Martín Texmelucan.

Imagen (3). Valor de SPI a tres meses. CONAGUA 2018.

VALOR SPI	CONDICIÓN.	Mes
>= 2.0	Excepcionalmente Húmedo	- - -
De 1.60 a 1.99	Extremadamente Húmedo	***Febrero / Marzo / Abril / Mayo /***
De 1.30 a 1.59	Muy Húmedo	- - -
De 0.80 a 1.29	Moderadamente Húmedo	***Enero***
De 0.51 a 0.79	Ligeramente Húmedo	***Junio***
De -0.50 a 0.50	Cercano a lo Normal	***Julio / Octubre / Noviembre / Diciembre***
De -0.79 a -0.51	Ligeramente Seco	***Septiembre***
De -1.29 a -0.80	Moderadamente Seco	***Agosto***
De -1.59 a -1.30	Muy Seco	- - -
De -1.99 a -1.60	Extremadamente Seco	- - -
<= 2.0	Excepcionalmente Seco	- - -

Tabla (64). Meses y valor de SPI a 3 meses correspondientes al Municipio

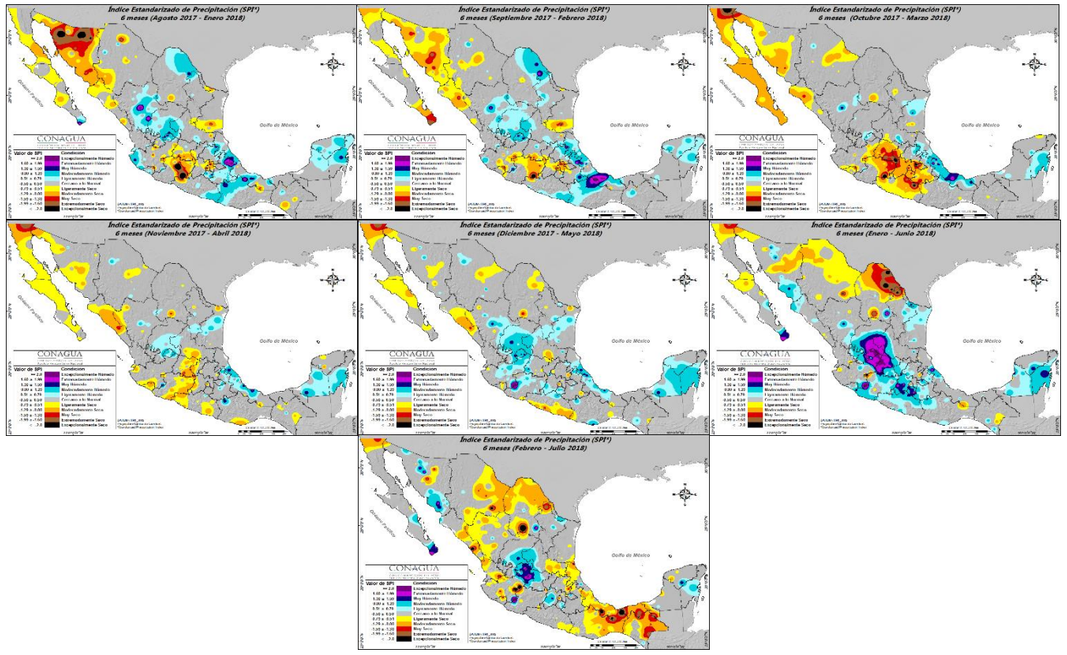


Imagen (4). Valor de SPI a seis meses. CONAGUA 2018.

VALOR SPI	CONDICIÓN.	Mes
>= 2.0	Excepcionalmente Húmedo	- - -
De 1.60 a 1.99	Extremadamente Húmedo	***Marzo / Mayo***
De 1.30 a 1.59	Muy Húmedo	- - -
De 0.80 a 1.29	Moderadamente Húmedo	***Febrero / Abril / Junio / Julio***
De 0.51 a 0.79	Ligeramente Húmedo	
De -0.50 a 0.50	Cercano a lo Normal	***Agosto / Septiembre / Octubre / Enero***
De -0.79 a -0.51	Ligeramente Seco	***Noviembre / Diciembre***
De -1.29 a -0.80	Moderadamente Seco	- - -
De -1.59 a -1.30	Muy Seco	- - -
De -1.99 a -1.60	Extremadamente Seco	- - -
<= 2.0	Excepcionalmente Seco	- - -

Tabla (65). Meses y valor de SPI a 6 meses correspondientes al Municipio de San Martín Texmelucan.

VALOR SPI	CONDICIÓN.	Mes
>= 2.0	Excepcionalmente Húmedo	***Marzo / Abril***
De 1.60 a 1.99	Extremadamente Húmedo	***Febrero / Marzo / Abril / Mayo***
De 1.30 a 1.59	Muy Húmedo	***Febrero***
De 0.80 a 1.29	Moderadamente Húmedo	***Junio / Enero***
De 0.51 a 0.79	Ligeramente Húmedo	***Junio / Julio / Agosto / Septiembre***
De -0.50 a 0.50	Cercano a lo Normal	***Septiembre / Octubre / Noviembre / Diciembre***
De -0.79 a -0.51	Ligeramente Seco	- - -
De -1.29 a -0.80	Moderadamente Seco	- - -
De -1.59 a -1.30	Muy Seco	- - -
De -1.99 a -1.60	Extremadamente Seco	- - -
<= 2.0	Excepcionalmente Seco	- - -

Tabla (66). Meses y valor de SPI a 12 meses correspondientes al Municipio de San Martín Texmelucan.

16. HELADAS

"El aumento en las temperaturas hizo pensar que las heladas dejaban de ser un riesgo, sin embargo estas coexisten con el mismo grado impacto."

16.1 METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

La naturaleza es compleja en su existencia propia y los eventos climáticos extremos generan grandes consecuencias en la población y el medio ambiente. Modelos relacionados con las temperaturas extremas de una región proporcionan información valiosa acerca de cómo se desarrollan todos los cambios de estas a futuro.

El fenómeno de Heladas surgen principalmente por la disminución extrema relacionada a la temperatura mínima extrema, por lo que para esta pueda ser cuantificada es necesario tener información de las temperaturas ya mencionadas. El cálculo de la susceptibilidad con respecto a su desarrollo y/o existencia, surge a partir del uso de la técnica de Distribución Generalizada de los Valores Extremos (DGVE) la cual es aplicada a la aproximación de máximo por bloques, así como la Distribución Generalizada de Pareto (DGP) a valores de umbral determinados previamente.

16.2 TEORÍA DEL VALOR EXTREMO

La teoría del valor extremo es una rama de la teoría de la probabilidad que se centra en explicar, por medio de modelos de distribuciones, los sucesos o casos raros, es decir los que son poco probables, pero que de ocurrir pueden llegar a ocasionar grandes pérdidas. Esta teoría ha sido muy utilizada en las ramas de ka hidrología y en la protección del medio ambiente.

16.3 DISTRIBUCIÓN GENERALIZADA DE VALORES EXTREMOS (DGVE)

La Distribución Generalizada de Valores Extremos (DGVE) es una familia de distribuciones de probabilidad continuas que están desarrolladas dentro de la teoría del valor extremo. Dicha teoría proporciona el marco estadístico para hacer aquellas inferencias acerca de la probabilidad de aquellos eventos que llegan a ser muy raros o como es en el caso de la climatología, muy extremos.

La DGVE, relaciona las distribuciones de Gumbel, Fréchet y Weibull, en una sola familia para así poder obtener un rango continuo de todas las posibles respuestas esperadas. Por lo que dicha DGVE se usa como una aproximación en el modelado de los extremos máximos y mínimos de las secuencias largas.

16.4 DISTRIBUCIÓN GENERALIZADA DE PARETO (DGP)

La segunda distribución relevante en la Teoría del Valor Extremo es la distribución de Pareto generalizada que surge a partir del método conocido como P.O.T. (Peaks over threshold method), que consiste en la modelización

de los extremos que exceden un determinado umbral o prioridad, bien sea de las cuantías totales (Xi), bien de los excesos (Yi = Xi – Ư) sobre el umbral "Ư".

Dicha distribución, se aplica en cualquier situación en la cualquier situación en la cual la distribución exponencial poder ser utilizada y donde ser requieren métodos robustos para contrastar frene a colas pesadas o colas ligeras.

16.5 *ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS*

Para poder estimar un parámetro se deben tener consideraciones previas acerca de lo que se espera obtener como respuesta del modelo; para el caso correspondiente a Heladas, se estimó un parámetro de alta verosimilitud, fundamentalmente porque, la muestra de datos es teóricamente grande en algunas estaciones (>30años) así que puede ser comparable en rendimiento con otros métodos; así como porque se permite incorporar de manera más fácil información covariable y es más sencillo obtener los límites de error.

16.6 *PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO*

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional en 2008 se estableció que las Heladas por sus cualidades gélidas ambientales, se pueden clasificar dependiendo de los efectos que estas presenten en el sistema ambiental.

Efectos Ambientales por Heladas.

Temperatura.	Descripción.	Designación	Rango
De 0 a -3.5	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.	Ligera	Bajo
De -3.6 a -6.4	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen problemas de enfermedades en vías respiratorias. Se usa calefacción.	Moderada	Medio
De -6.5 a -11.5	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento del volumen de hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.	Severa	Alto
Mayor a -11.5	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en las zonas tropicales.	Muy Severa	Muy Alto

Tabla (67). Índice de Severidad por Helada. Servicio Meteorológico Nacional, 2008.

16.7 *HELADAS*

INTRODUCCIÓN

La helada es uno de los riesgos más importantes que afecta los sistemas de producción agrícola en cualquier lugar donde se desarrolle, se afirma que no hay lugar que esté libre de presentar una helada, pues aunque esta no sea muy dañina se presenta con una frecuencia e intensidad característica.

Los daños provocados por este tipo de fenómenos varían en gran medid y van desde la perdida de las materias primas y cosecha en términos agropecuarios hasta la perdida de la vida misma por enfermedades pulmonares en las zonas de mayor marginación.

En términos económicos el fenómeno ocasionan daños muy graves a la economía de la región y aún a la economía nacional en términos de disminución o pérdida total de los ingresos de los productores, desocupación de mano de obra, pérdida de divisas y sustitución de nuestra posición en los mercados por otros competidores.

HELADAS

El fenómeno de heladas ocurre cuando la temperatura del aire registrada a 1.50 metros sobre el nivel del suelo (abrigo meteorológico) es de 0°C o menos durante un tiempo mínimo de cuatro horas. El fenómeno así, es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C y que es palpable cuando se llega a formar una cubierta de hielo (producto de la sublimación del vapor de agua sobre los objetos). Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva por lo que suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Si bien muchas veces, la temperatura de la superficie del suelo puede tiende a valores de 3 a 4°C menor que la registrada en el abrigo meteorológico.

Desde el punto de vista de la climatología agrícola, no se puede considerar helada a la ocurrencia de una determinada temperatura, ya que existen vegetales que sufren las consecuencias de las bajas temperaturas sin que ésta llegue a cero grados (por ejemplo: el café, el cacao y otros vegetales tropicales). Su génesis se produce cuando una masa de aire frío avanza sobre una gran superficie de terreno, la cual se desplaza lentamente y produce una leve brisa de viento, por lo que se les puede clasificar en do tipos importantes:

1. **Heladas Blancas:** Este tipo de heladas se forman a partir de un valor alto en la humedad del aire lo que provoca que la temperatura descienda y alcance el punto de roció. Este exceso de humedad se ve condesando sobre las plantas, objetos y el suelo mismo, por lo que se extiende sobre el paisaje como un manto de escarcha blanco. Para que este tipo de heladas se presenten el viento calmo y los cielos despejados son agentes de gran estímulo.
2. **Heladas Negras**: La formación de este tipo de helada se lleva a cabo cuando se presenta una masa de aire seco y la temperatura ambiental es baja y/o extrema. En este tipo de helada no se forma escarcha protectora de roció congelado en las superficie del vegetal, por lo que el frio ataca de manera directa y de forma intensa y persistente. . A nivel celular, aparecen cristalitos en forma de cuchillos que desgarran la maquinaria interna de las células. Las membranas se desecan a causa del mismo proceso de congelación. El resultado es la necrosis de los tejidos que se ennegrecen como herrumbre. Si los daños afectan a partes vitales, como al tronco y a las hojas, la planta muere. Para que este tipo de helada se presente es necesario que el cielo este semi-cubierto y se generen turbulencias en las capas baja de la atmosfera.

Sin embargo para que ocurra una helada las temperaturas que se localizan en la troposfera deben bajar más de la media normal, pues será entonces así cuando las precipitaciones se condensen en forma de granillos o capas de hielo, las cueles tendrán una afectación en términos de este fenómeno. Se debe entender entonces que la variación de la temperatura y presión atmosféricas son una función de la altura. Y que es posible observa que en la estratosfera, cuanto mayor es la altura, la temperatura sube, en tanto la presión desciende.

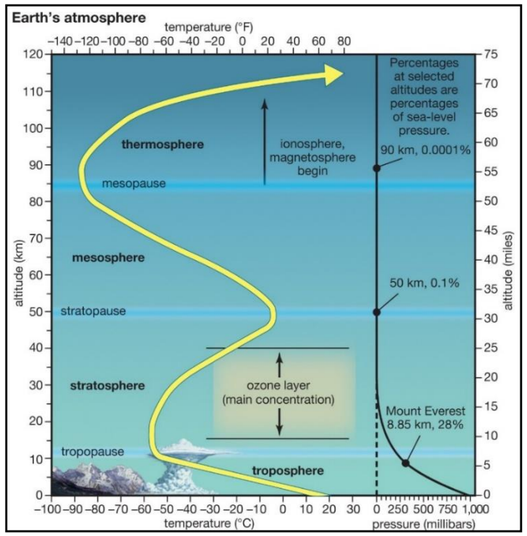
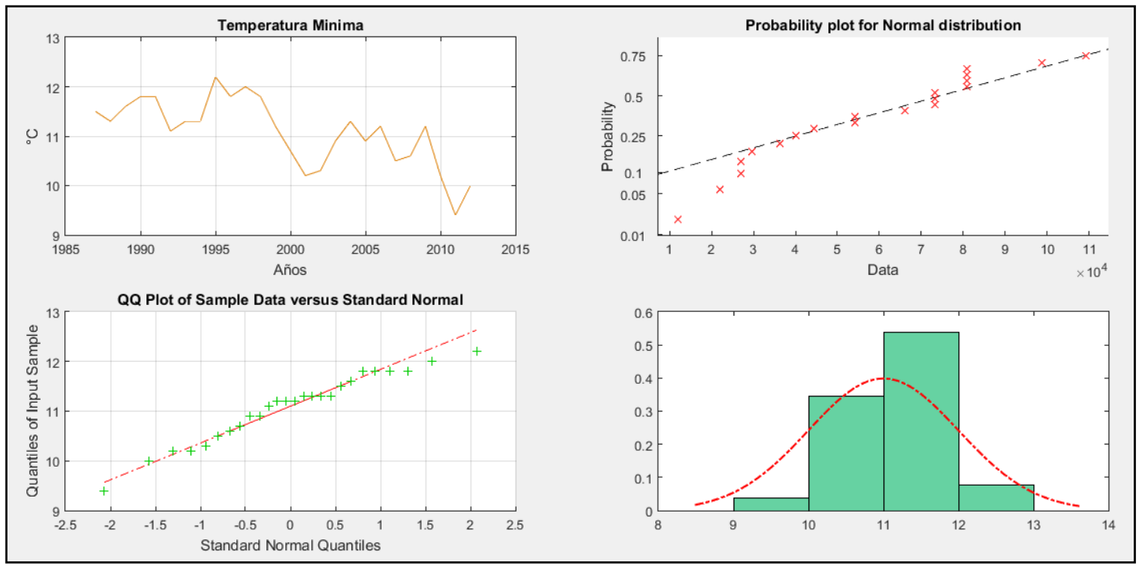


Figura (45).Diagrama de Gradiente Térmico. Enciclopedia Británica, 2012.

16.8 SUSCEPTIBILIDAD POR HELADAS

El gradiente térmico, en función de la altitud, varía de una región a otra como consecuencia de factores diversos, los cuales pueden jugar un papel importante: pendiente, altura relativa del macizo montañoso, humedad, latitud, etc. (Rzedowski 1978).

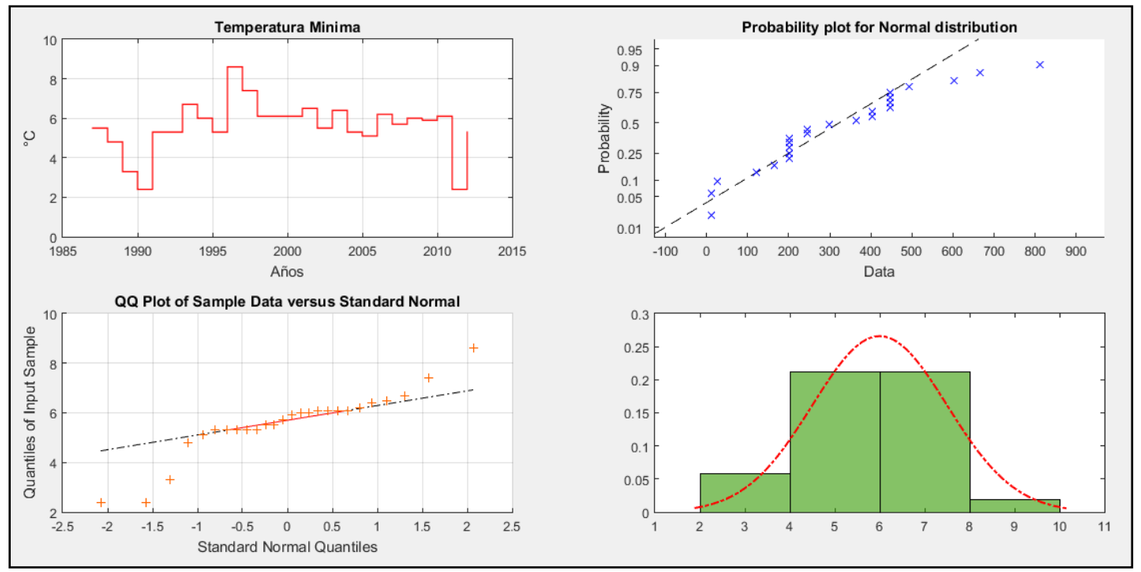
Las temperaturas mínimas extremas analizadas en cada una de las estaciones y el uso de la técnica en la distribución de los valores extremos, permitió canalizar cada una de las estaciones a aquellos valores aún más extremos que pueden llegar a suceder e un periodo de tiempo dado.



Grafica (9). Diagnóstico inicial por DGVE en estación.

De acuerdo con los valores obtenidos y con la interpolación de cada una de las estaciones que han sido analizadas se puede notar una distribución de temperaturas que son relativamente bajas que de acuerdo a la categorización elaborada por el Servicio Meteorológico Nacional para 2008; estas temperaturas obtenidas mediante los valores estadísticos reflejan una secuencia de mínimos a los 10°C y unos máximos mínimos a los 18°C en la parte de menor elevación en el Municipio por lo que se hace una reclasificación minimalista para poder observar la distribución de estas dos temperaturas.

Esto permite identificar que la parte en donde comienzan los primeros índices de baja temperatura a los 11°C a partir de los 3044 metros sobre el nivel del mar, temperatura que comienza a disminuir conforme la altura aumenta hasta los 4767 metros sobre el nivel del mar.



Grafica (10). Diagnóstico de final por DGVE en estación.

Por otra parte se hace un análisis mediante la técnica de gradiente vertical para la determinación de la distribución de las temperaturas, dicho análisis permite identificar que la variación de la misma en el punto más alto al que está sujeto el Municipio de San Martín Texmelucan se encuentra limitada a temperaturas que llegan a su mínimo a los 6°C, mientras que la parte más baja de Municipio determina temperaturas de los 19°C.

De todo lo anterior es posible cuantificar dos rangos característicos importantes:

1. El Municipio se encuentra limitado a dos secuencias primordiales de temperaturas bien marcadas que se distribuyen hasta los límites en donde las elevaciones comienzan a ser bien marcadas.
2. La secuencia de temperaturas mediante la metodología DGVE permitió cuantificar que las menores temperaturas llegan a los 10°C en la parte más alta, mientras que el modelo de gradiente vertical determina una temperatura de 6°C.

17 . TORMENTAS DE GRANIZO

"El granizo es con seguridad unos de los tipos de precipitación más peligroso para las personas; su peligrosidad de debe a que el granizo al salir de una nube y precipitarse a superficie en su trayecto alcanza grandes velocidades, cercanas a los 120 km/h sin contar el impulso de las corrientes descendentes de una tormenta."

17.1 *METODOLOGÍA*

INTRODUCCIÓN

Los eventos extremos son uno de los fenómenos o catástrofes naturales más importantes, responsables en gran medida de la pérdida de vida y colapsos económicos (Stephenson A, Gilleland E, 2006). Existen muchas definiciones de lo que es un evento extremo, y sin embargo no existe una definición universal de dichos eventos. En algunos casos los eventos extremos pueden ser definidos como la máxima o la mínima distribución de una variable durante uyn cierto periodo de tiempo, o bien pueden ser aquellos que exceden en magnitud un cierto umbral. O simplemente se puede definir como el valor más grande o más chico de una varíale atmosférica en una serie de Datos.

Los eventos extremos según Beniston para 2004, se pueden clasificar como:

1. Que tan raros son: se Analiza la frecuencia con que ocurren
2. Que tan intensos son: Se establece un umbral y se estudian los eventos que lo sobrepasa.
3. Como impacta: Se analizan los efectos que producen sobre el ambiente o en sectores económicos, en términos de costos o daños.
4. Cuanto duran: se analizan días consecutivos en que estos han durado.

El objetivo de dicha teoría, es poder cuantificar el comportamiento estocástico de los procesos inusualmente grandes, o pequeños como lo marca Coles para 2001. La teoría de valores extremos da la posibilidad de estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos futuros usando un periodo relativamente corto de datos, incluso obteniendo la estimación de eventos más inusuales o extremos que los que se hayan observado hasta el momento.

Debido a que no existe una regla física que determine el comportamiento de las variables descriptivas correspondientes al estudio, la situación de extrapolar los valores a futuro no es algo meramente sencillo.

17.2 *TEORÍA DE VALORES EXTREMOS*

La teoría de los valores extremos (TVE) se basa en el hecho de que bajo suposiciones convenientes, el comportamiento aproximado de Mn, donde este es el máximo de una secuencia de "n" observaciones, puede ser extrapolado para grandes valores de "n", en el límite cuando este tiene al infinito es posible decir que se tiene una familia de modelos que pueden ser calibrados mediante valores observados de Mn; lo anterior se le conoce como el paradigma del valor extremo. Para que dicho modelo tenga éxito, se debe suponer el modelo

estocástico del proceso a modelar es suficientemente suave par que se permita la extrapolación hacia los valores que no están observados.

El análisis bajo la Teoría de Valores Extremos (TVE) tiene las siguientes características:

1) Estimación del modelo, en donde se usan técnicas probabilísticas para inferir los parámetros del modelo en base a observaciones historias. En partículas se usa la técnica de Máxima verosimilitud o MLE (Maximum Likelihood Estimation) por sus siglas en ingles.
2) Cuantificación de la incertidumbre, la cual es de suma importancia para poder modelar los valores extremos, ya que pequeños cambios en el modelo pueden ser exagerados en la extrapolación. Dicha incertidumbre se obtiene mediante la función de probabilidad.
3) Máximo uso de la información, la cual permite que se disminuya la incertidumbre a partir del método de máximos bloques.

17.3 *PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO*

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. De acuerdo a CENAPRED en la tabla siguiente, se establecen los índices de severidad y el rango que estos ocupan con respecto a las Tormentas de Granizo.

Tormentas de Granizo		
Días con Granizo.	**Designación**	**Rango**
De 0 a 2	Muy ligera	Muy Bajo
De 2 a 4	Ligera	Bajo
De 4 a 6	Moderada	Medio
De 6 a 8	Severa	Alto
Mayores a 8	Muy Severa	Muy Alto

Tabla (68).Índice de Severidad por Tormenta de Granizo. CENAPRED, 2001.

17.4 *TORMENTA DE GRANIZO*

INTRODUCCIÓN

El granizo es uno de los fenómenos perturbadores que a pesar de que actúa de manera rápida, el daño que produce llega a ser demasiado alto, más en aquellas comunidades en donde se desarrolla actividad agrícola pues son las cosechas las que más daño sufren. Por otra parte este daño también puede ser reflejado en la infraestructura, pues cuando este cae se destruyen los revestimientos de los techos y el agua causa daño paredes, pisos y posesiones personales

De acuerdo a CENAPRED, el granizo es formado cuando existe la presencia de tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta

Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido; esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja, cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo.

17.5 *ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL GRANIZO*

En la atmósfera se forma un tipo de nube llamada cumulonimbus. Esta nube se caracteriza por tener un gran desarrollo vertical y por producir, comúnmente, precipitaciones, rayos y truenos. En su parte media tiene temperaturas menores a 0°C y esto permite la congelación de la gota de agua y así dar inicio a la formación del hielo. En el tope de la nube, a aproximadamente 9000 metros de altura, las temperaturas llegan a -40°C, o menos. Una serie de corrientes verticales (con velocidades del orden de los 100 km/h) llegan a la parte superior de la nube, en una zona llamada "chimenea" o "torre" que tiene un diámetro de varios cientos de metros. Las corrientes de ascenso hacen que el granizo aumente de volumen (se van acumulando capas entorno a un núcleo original) y no caiga. Sin embargo a partir de cierto momento el peso del granizo no puede ser sostenido por estas corrientes verticales y la piedra cae.

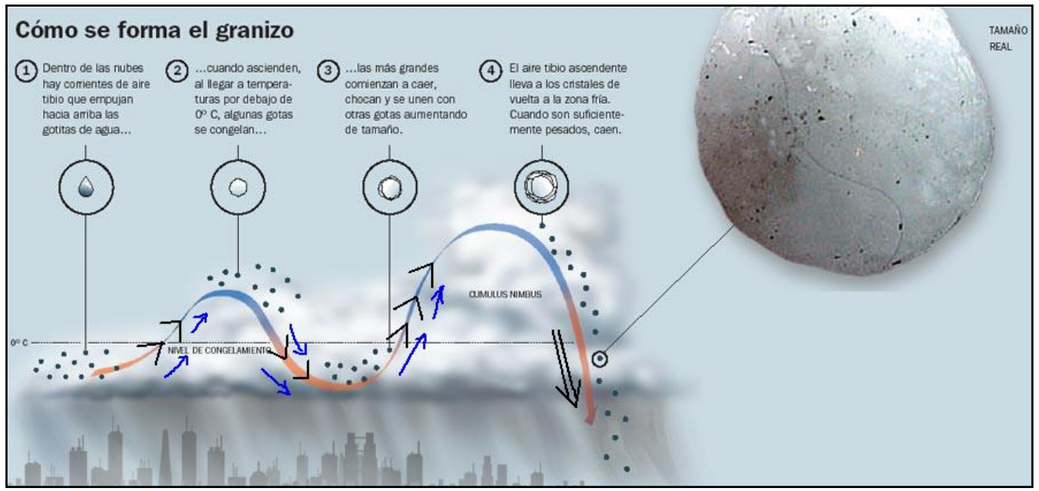


Figura (46). Formación de Granizo, tomada de ALERMET, Argentina 2015.

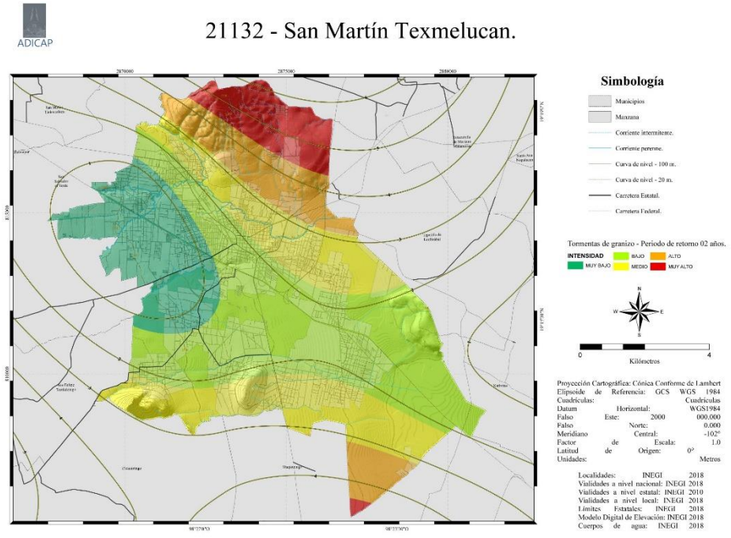
El granizo es considerado en términos generales como piedra de agua por el simple hecho de que no es más que el congelamiento de la misma, alcanza diámetros que varían entre 2 milímetros y 13 centímetros, esta última medida es la que se considera tiene mayor afectación en la siembra y plantíos, así como en la vivienda de tipo precario y las infraestructuras de sanidad cuando forma un conjunto el cual llega a solidificarse formando grandes masas uniformes y pesadas de hielo y nieve.

En cuanto a su forma el granizo puede ser de forma irregular o regular, pues las partículas constan de un núcleo congelado envuelto en varias capas de hielo uniforme, estas pueden ser opacas o transparentes y son indicativas del tipo de masa de aire y del proceso de crecimiento del núcleo de granizo, sin son opacas es porque el crecimiento ha sido rápido y quedo atrapado aire en la capa; si la capa es transparente el crecimiento ha sido lento y las burbujas de aire tuvieron tiempo de escapar.

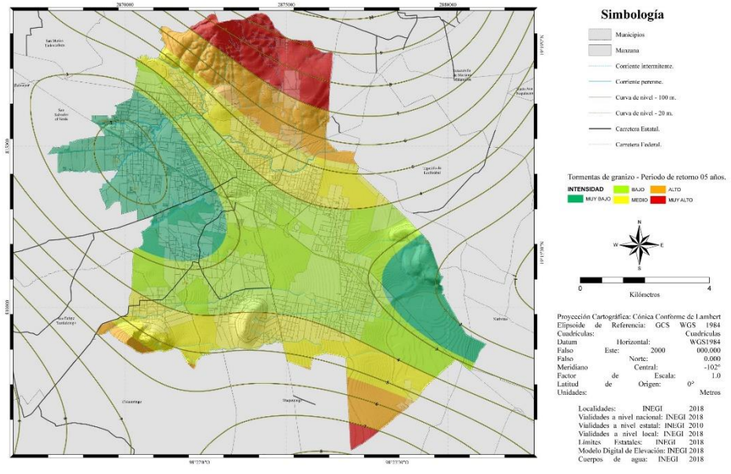
17.6 *SUSCEPTIBILIDAD POR GRANIZO*

De acuerdo a CENAPRED, el granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento.

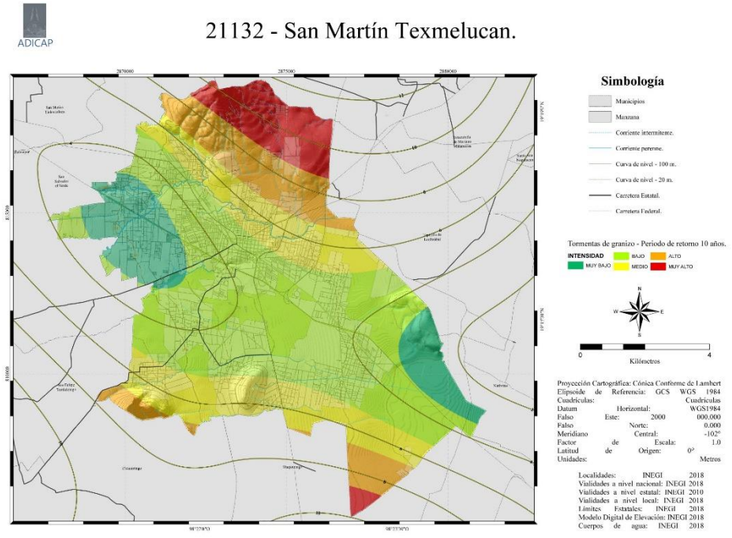
Partiendo de esta primicia y del análisis correspondiente a cada una de las estaciones para la determinación primaria del comportamiento y la distribución de este evento es posible construir la primera aproximación del fenómeno mediante el método de interpolación por la metodología de IDW.



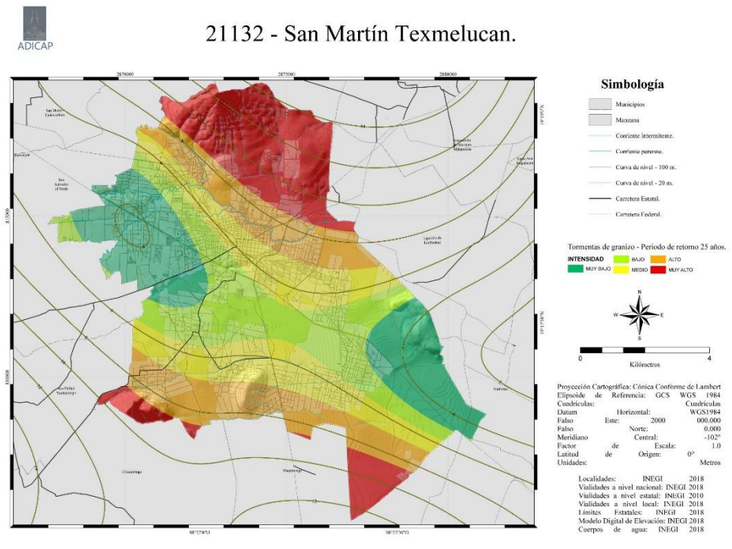
Mapa (77). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 02 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



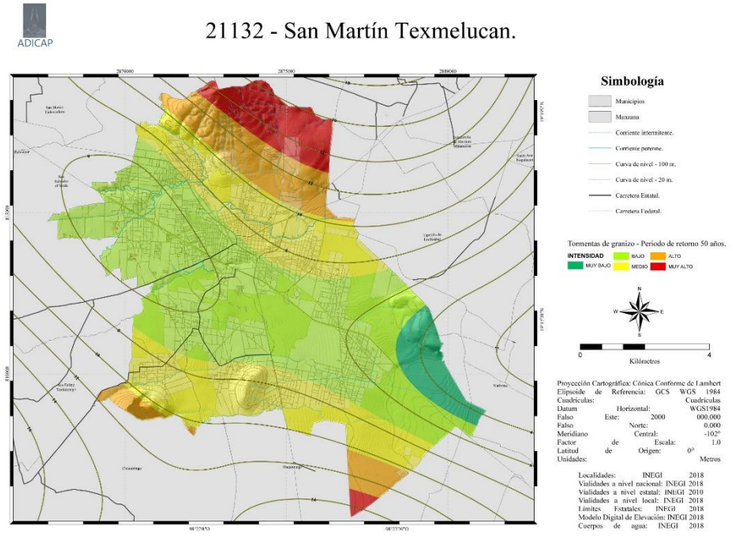
Mapa (78). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 05 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



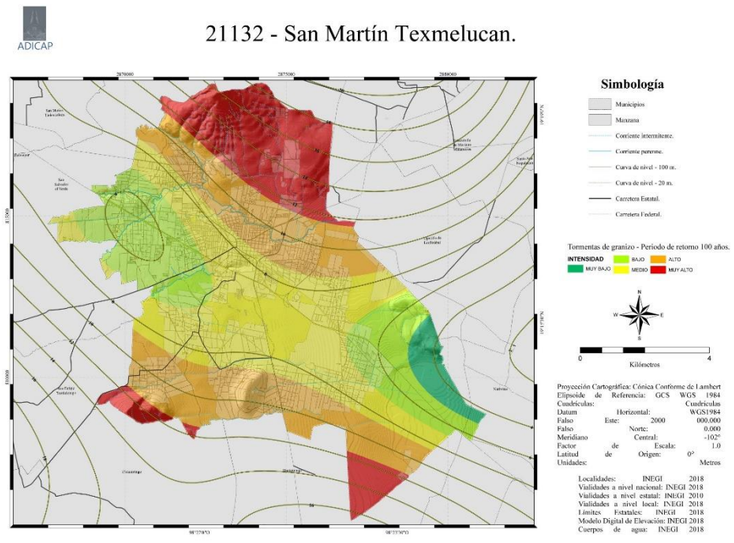
Mapa (79). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 10 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



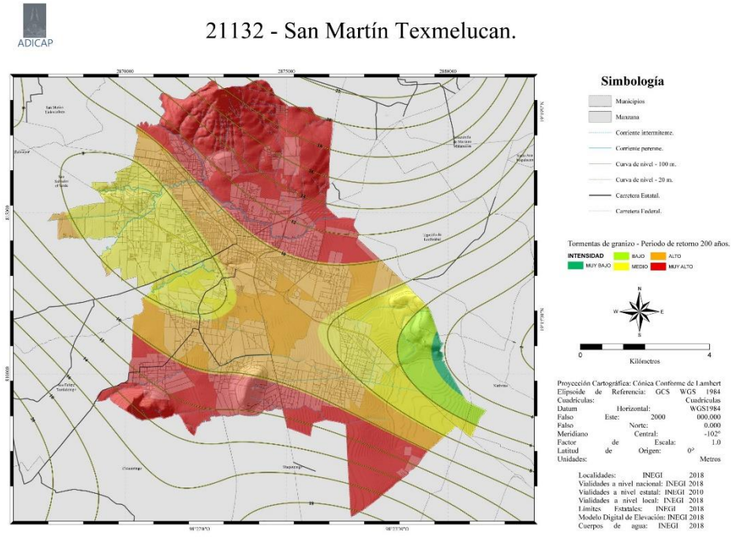
Mapa (80). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 25 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



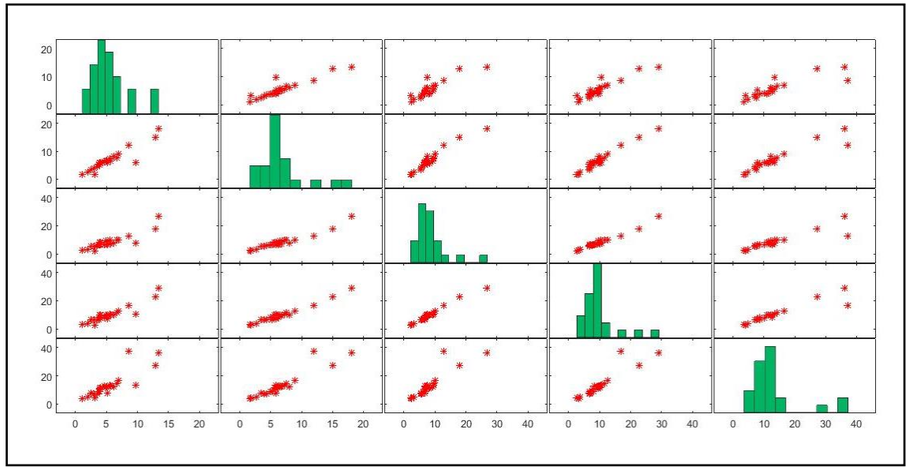
Mapa (81). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 50 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



Mapa (82). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 100 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



Mapa (83). Riesgo por Tormentas de Granizo para Tr= 200 años. Municipio de San Martín Texmelucan.



Grafica (11). Diagrama de dispersión correspondiente a días con presencia de Granizo cada periodo de retorno.

18. TORMENTAS DE NIEVE

“ Para que una nevada sea considerada una tormenta, debe presentar temperaturas menores a los -10°C, caer más de cuatro centímetros de nieve y estar en función de vientos superiores a los 55 km/h.”

TORMENTA DE NIEVE.

18.1 INTRODUCCIÓN.

Una tormenta de nieve puede variar desde una nevada moderada hasta varias horas de ventisca, con nieve cegadora transportada por el viento y que llega a durar varios días. Muchas tormentas de nieve están acompañadas de bajas temperaturas y fuertes nevadas o nieve racheada, lo cual reduce grandemente la visibilidad.

Este tipo de fenómeno tiene la peculiaridad de que su manifestación es en forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

Este fenómeno perturbador se ve reflejado en la gran cantidad de daños que genera tanto a el ámbito urbano como al rural, en el primero es posible hacer mención de: desquiciamiento del tránsito, apagones y taponamiento de drenajes, acumulación de nieve en los techos y su colapso, bloqueo de caminos, congelamiento de la red de agua potable, suspensión de labores y clases en las escuelas. Con referente a aquellas zonas rurales la repercusión es principalmente en la agricultura y la salud, este último puesto que la población con mayor índice de marginación es la que presenta un gran número de carencias.

18.2 FORMACIÓN DE TORMENTA DE NIEVE.

Una tormenta de nieve se forma cuando el aire caliente y húmedo sube de la parte más baja del nivel terrestre hacia la atmosfera, produciendo la formación de nubes. Por la condensación del vapor de agua a temperaturas menores de 0°C comienza la formación de cristales, los cuales irán creciendo conforme mayor sea la condensación de vapor de agua en estas estructuras. Estos cristales se amalgaman unos con otros hasta formar copos de nieve que por diferencia de densidades comenzaran a precipitarse poco a poco.

18.3 TIPOS DE NEVADAS

Los diferentes tipos de nevadas son:

1. Las ventiscas, que están acompañadas por vientos de 35 mph o más y nieve racheada, reducen la visibilidad a menos de un cuarto de milla durante 3 horas por lo menos.
2. La nieve racheada es aquella que es transportada por el viento y reduce la visibilidad. La nieve racheada puede ser nieve que cae y/o nieve en el suelo que es arrastrada por el viento.
3. Las ráfagas de nieve son chubascos breves e intensos de nieve, acompañados por vientos fuertes y racheados. Puede haber acumulaciones importantes.
4. Los chubascos de nieve son nevadas moderadas de corta duración. Es posible que haya alguna acumulación.

Las fuertes acumulaciones de hielo que se generan en este tipo de fenómeno pueden interrumpir las comunicaciones y la electricidad durante días. Incluso una pequeña acumulación de hielo es un gran peligro para conductores y peatones. Los puentes y pasos elevados son especialmente peligrosos puesto que se congelan antes que otras superficies.

Tipos diferentes de hielo:

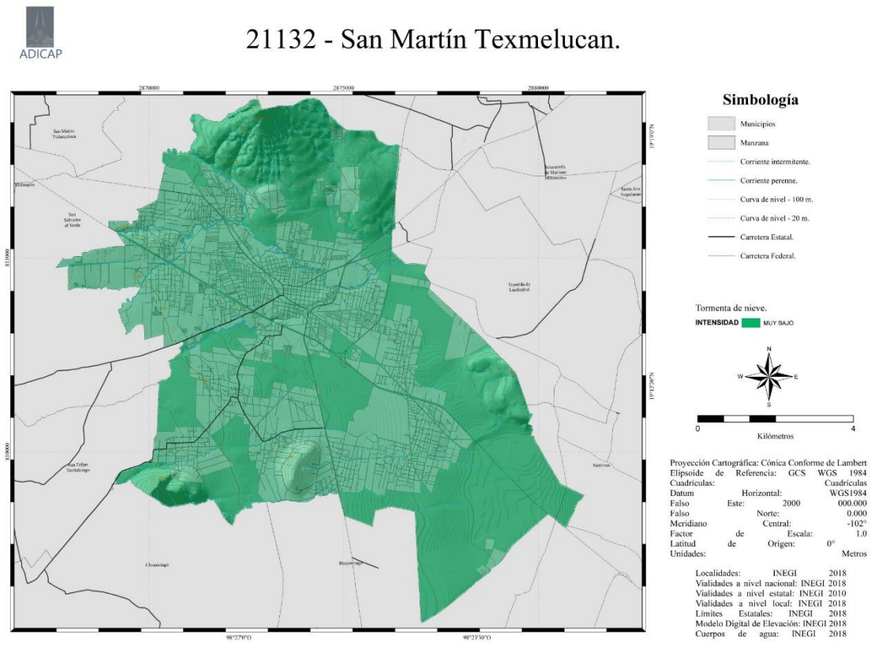
a) **Aguanieve:** A las gotas de lluvia que se congelan en bolitas de hielo, antes de llegar al suelo, se las denomina aguanieve. Usualmente el aguanieve rebota cuando cae en la superficie y no se pega a los objetos. Sin embargo, el aguanieve se puede acumular como la nieve y ocasionar peligro para los automovilistas.
b) **Helada:** Lluvia que cae en las superficies con temperaturas bajo cero —lo que ocasiona que la lluvia se congele sobre dichas superficies. Inclusive las pequeñas acumulaciones de hielo pueden ocasionar peligros importantes.
c) **Tormenta de hielo:** Las tormentas de hielo ocurren cuando caen las heladas y se congelan inmediatamente en el impacto. Las comunicaciones y la electricidad podrían quedar interrumpidas durante días.

18.4 SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTA DE NIEVE.

El análisis a este tipo de fenómeno está limitado únicamente a las partes altas del complejo volcánico del sistema Iztaccíhuatl y Popocatépetl; zonas en las cuales se presentan principalmente las tormentas de nieve que los cubren y les dan su nombre característicos que en muchas regiones del estado de Puebla es típica "Los Nevados".

Este fenómeno cubre la parte más alta y en ocasiones de circunstancias extremadamente radicales el fenómeno se logra desarrollar hacia la zona hasta descender varios cientos de pies a ladera.

Es por eso que para este fenómeno se ha caracterizado al Municipio de San Martin Texmelucan con una tasa de MUY BAJA intensidad.



Mapa (84) Tormentas de Nieve, Municipio de San Martín Texmelucan.

19. CICLONES TROPICALES

“ Para que una nevada sea considerada una tormenta, debe presentar temperaturas menores a los -10°C, caer más de cuatro centímetros de nieve y estar en función de vientos superiores a los 55 km/h.”

CICLONES TROPICALES.

19.1 *INTRODUCCIÓN*

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, estos es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Su origen es en las regiones tropicales. En latitudes templadas los ciclones son referidos como depresiones o ciclones extratropicales, y el término ciclón se usa únicamente para referirse a los ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son como motores gigantes que usan aire cálido y húmedo como combustible. Por eso se forman sólo sobre océanos de agua templada, cerca del ecuador. Estos sistemas de tormenta exigen, al menos, dos requisitos básicos: calor y humedad; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C.

Los ciclones tropicales tienen un área 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 km/h.

19.2 *GÉNESIS Y TIPO DE CICLONES*

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 mb o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h).

Con Base en la información del Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México (CENAPRED, 2002), un ciclón tropical se define como: “Una gran masa de aire cálida y húmeda con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre los 5° y 15° de Latitud, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

Los huracanes se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos, utilizando la escala de vientos de huracanes de Saffir-Simpson, en la cual los huracanes de categoría 1 tienen los vientos menos rápidos, mientras que los de categoría 5 presentan los más intensos.

19.3 *ETAPAS DE EVOLUCIÓN*

La evolución de un ciclón tropical puede llegar a desarrollar cuatro etapas:

- ***Perturbación Tropical:*** Zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión, la cual propicia la generación incipiente de vientos convergentes cuya organización eventual provoca el desarrollo de una depresión tropical.
- ***Depresión Tropical***: Los vientos se incrementan en la superficie, producto de la existencia de una zona de baja presión. Dichos vientos alcanzan una velocidad sostenida menor o igual a 62 kilómetros por hora.
- ***Tormenta Tropical:*** El incremento continuo de los vientos provoca que éstos alcancen velocidades sostenidas entre los 63 y 118 km/h. Las nubes se distribuyen en forma de espiral. Cuando el ciclón alcanza esta intensidad se le asigna un nombre preestablecido por la Organización Meteorológica Mundial.
- ***Huracán:*** es un ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 km/h. El área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas. El ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km.

19.4 *ESCALA SAFFIR-SIMPSON*

Dependiendo de la magnitud de los vientos y de la cantidad de precipitación que puede generar se clasifican en diferentes categorías: depresión tropical, tormenta tropical, huracán o simplemente ciclón. Una clasificación frecuentemente utilizada es la clasificación de Saffir-Simpson en donde se clasifica el fenómeno de acuerdo a la intensidad de los vientos

Esta escala estima potencial de daños a la propiedad. Los huracanes que llegan a la categoría 3 y superior se consideran huracanes mayores debido a su potencial para la pérdida significativa de vidas y daños. Categorías 1 y 2 son tormentas con peligro, sin embargo, y que requieren medidas preventivas. En el Pacífico Norte occidental, el término "súper tifón" se utiliza para los ciclones tropicales con vientos sostenidos superiores a 150 mph.

Geográficamente, los ciclones se forman las latitudes intertropicales (trópicos de Cáncer y Capricornio) ya que cuentan con temperaturas ambientales superiores a los 26° C, por ello son raros los casos en los que se forman al norte o sur de los trópicos.

Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas, en el Municipio el único que podría experimentarse es la lluvia, que a su vez puede provocar inundaciones, sin embargo y dadas las condiciones y características del municipio es difícil que se produzcan este tipo de afectaciones.

ESCALA DE HURACANES SAFFIR-SIMPSON				
Velocidad del viento	33–42 m/s	119–153 km/h	64–82 kt	74–95mi/h
Marea	1.2–1.5 m		4–5 ft	
Presión central	980–994 mbar		28.94 pulg Hg	
Nivel de daños	Sin daños en las estructuras de los edificios. Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles. Inundaciones en zonas costeras y daños de poco alcance en puertos.			
Ejemplos	Huracán Agnes – Huracán Boris - Huracán Carlota – Huracán Cosme – Huracán Danny – Huracán Vince - Huracán Joyce – Huracán Lorenzo - Huracán Manuel - Huracán Ingrid.			
Velocidad del viento	43–49 m/s	154–177 km/h	83–95 kt	96–110 mph
Marea	1.8–2,4 m		6–8 ft	
Presión central	965–979 mbar		28.50–28.91 "Hg	
Daños potenciales	Daños en tejados, puertas y ventanas. Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc. Inundaciones en puertos así como ruptura de pequeños amarres.			
Ejemplos	Huracán Alex - Huracán Diana - Huracán Erin - Huracán Fabio - Huracán Irene - Huracán Catarina.			
Velocidad del viento	50–58 m/s	178–209 km/h	96–113 kt	111–130 mph
Marea	2.7–3,7 m		9–12 ft	
Presión central	945–964 mbar		27.91–28.47 "Hg	
Daños potenciales	Daños estructurales en edificios pequeños. Destrucción de casas móviles. Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores. Posibilidad de inundaciones tierra adentro.			
Ejemplos	Huracán Alberto - Huracán Alicia - Huracán Bonnie - Huracán Bud - Huracán Daniel - Huracán Isidore – Huracán Jeanne - Huracán Sandy- Huracán Kenna.			
Velocidad del viento	59–69 m/s	210–249 km/h	114–135 kt	131–155 mph
Marea	4.0–5,5 m		13–18 ft	
Presión central	920–944 mbar		27.17–27.88 "Hg	
Daños potenciales	Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.			
Ejemplos	Huracán Danielle - Huracán Dennis - Huracán Earl - Huracán Emilia - Huracán Félix - Huracán Frances - Huracán Igor - Huracán Ike - Huracán Isaac - Huracán Katia - Huracán Norbert - Huracán Opal - Huracán Paulina - Tifón Soulik - Tifón Utor.			
Velocidad del viento	≥70 m/s	≥250 km/h	≥136 kt	≥156 mph
Marea	≥5,5 m		≥19 ft	
Presión central	<920 mbar		<27.17 "Hg	
Daños potenciales	Destrucción de tejados completa en algunos edificios. Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa. Puede ser requerida la evacuación masiva de áreas residenciales.			
Ejemplos	Huracán Allen – Huracán Andrew - Huracán Dean - Huracán Emily - Huracán Gilbert - Huracán Isabel - Huracán Ioke - Huracán Iván –Huracán John – Huracán Katrina - Huracán Linda - Huracán Mitch - Huracán Rita – Huracán Wilma - Tifón Tip - Tifón Usagi - Tifón Haiyan- Huracán Patricia.			

Tabla (69).Escala de huracanes de acuerdo a Saffir-Simpson. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

19.5 *SUSCEPTIBILIDAD POR CICLONES TROPICALES*

La Susceptibilidad por la presencia de este tipo de fenómenos dentro del Municipio de San Martin Texmelucan es prácticamente Nula, esto debido a que los vientos de mayor intensidad en México y los encargados de producir los huracanes, se desarrollan únicamente en zonas contestaras.

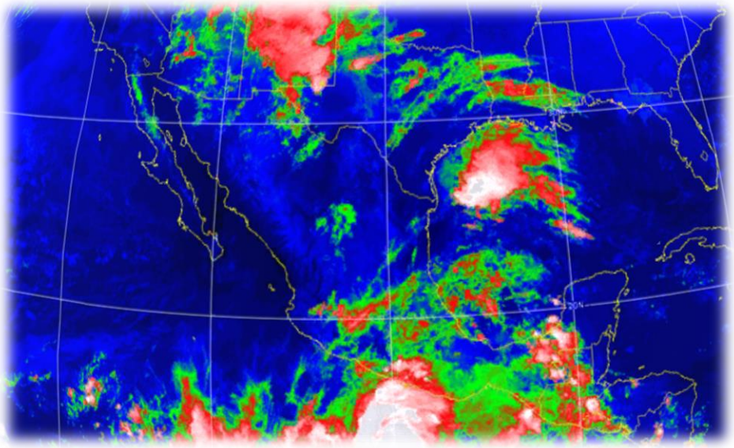


Imagen (5) Variación de los ciclones tropicales. Instituto Cooperativo de Estudios Meteorológicos por Satélite de la Universidad de Wisconsin-Madison, 2015.

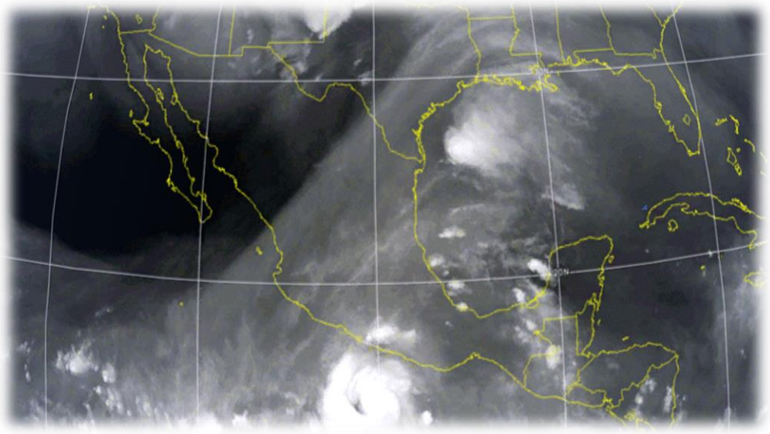
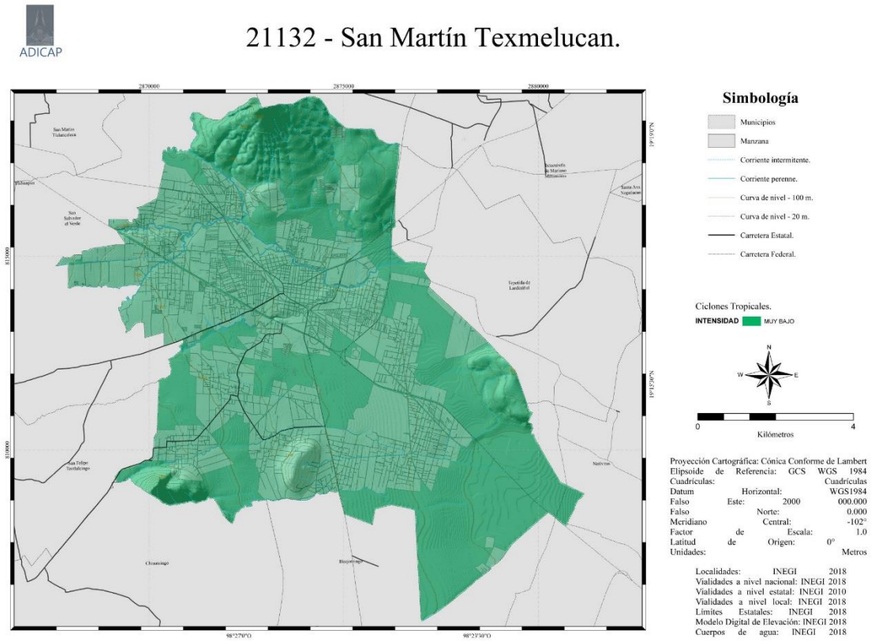


Imagen (6). Variación de vapor de agua, correspondiente al desarrollo a de huracanes. Instituto Cooperativo de Estudios Meteorológicos por Satélite de la Universidad de Wisconsin-Madison, 2015.



Mapa (85) Ciclones Tropicales, Municipio de San Martín Texmelucan.

20 . TORNADOS

"Dicen que duró tan sólo seis segundos. Tiempo suficiente para que el tornado que azotó la Ciudad Acuña, en el norte de México, dejara al menos 13 muertos, cientos de heridos y un centenar de hogares y edificios destrozados."

TORNADOS

20.1 INTRODUCCIÓN

Un tornado es un fenómeno que a pesar de ser muy devastador es tan solo de índole local, eso quiere decir que es muy difícil precisar la zona exacta en donde llegara a ocurrir. Su aparición y evolución no es previsible como en el caso de los huracanes, por lo que su predicción (cuando y donde) no se puede saber con precisión.

Un tornado se manifiesta en forma de una columna de viento que gira alrededor de una cavidad vacía, en la que la fuerza centrífuga produce un descenso considerable de la presión atmosférica. Alrededor de la columna de viento se produce una condensación que forma una nube colgada en forma de embudo, siendo esta nube (cola) la característica más importante.

Este fenómeno recibe diferentes nombres lo largo de las comunidades que conforman de la república Mexicana, nombres tales como "Víboras de Agua", "manga de agua", "Cola de nube", "Víbora de Granizo" o "Culebras de agua", etc.

20.2 CLASIFICACIÓN DEL VIENTO

El viento es el movimiento de la masa del aire en la atmósfera causado por las diferencias de presión atmosférica, atribuidas a la variación de temperatura sobre las diversas partes de la superficie terrestre.

En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. La primera se mide según la escala de Beaufort que va desde el 0 (calma absoluta) hasta el 12 (huracán) tal como se describe en la Tabla 2. 2. La intensidad es directamente proporcional a la diferencia de presión entre el lugar de origen del viento y el de su llegada. Por otra parte la dirección está relacionada con la rotación terrestre.

De acuerdo con la escala o dimensión del recorrido los vientos pueden ser de tres tipos:

- Vientos planetarios: también denominados globales o constantes. Se generan por el movimiento de rotación terrestre, que origina un calentamiento atmosférico desigual, creando franjas latitudinales de altas y bajas presiones.
- Vientos regionales: están determinados por la distribución de tierras, mares y grandes relieves continentales.

- Vientos locales: se presentan en un lugar determinado y por variaciones diarias de temperatura y presiones, como las brisas marina, terrestre, de valle y de montaña.

20.3 *GÉNESIS DE UN TORNADO*

Un tornado es una columna de aire que rota de 2 a 50 r.p.m., que en su extremo inferior está en contacto con la superficie de la Tierra y el superior con una nube cumulonimbus o con la base de una nube cúmulus. Se trata del fenómeno atmosférico ciclónico de mayor densidad energética de la Tierra.

Un tornado se forma a partir de una tormenta denominada "Supercelda" la cual es una tormenta inmensa en rotación, con corrientes ascendentes, granizo y vientos en línea recta. Ésta, a su vez, se da cuando una corriente de aire frío y seco aire polar, descienden desde lo alto de una nube y chocan con aire tropical húmedo que asciende por el frente.

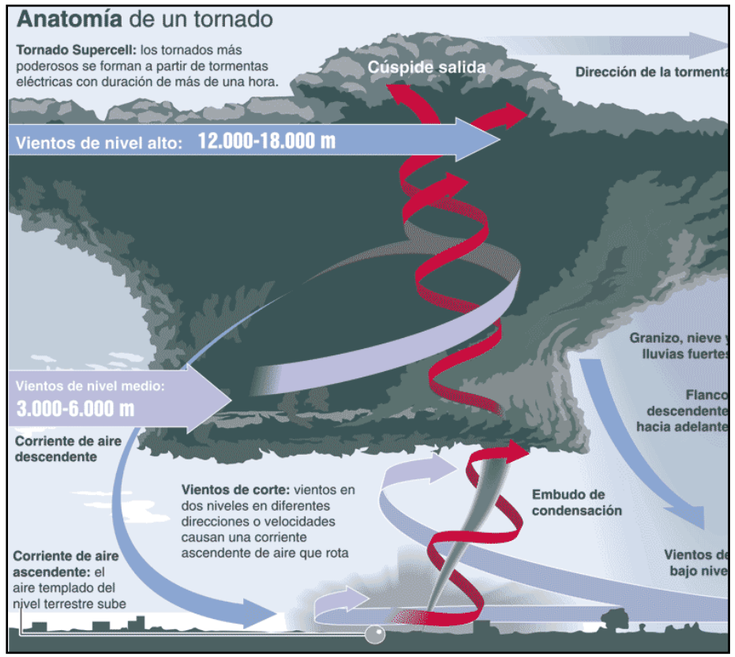


Figura (47). Anatomía de un Tornado. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

El ciclo de vida de un tornado considera las siguientes etapas:

1. ***Formación:*** primero se forma la supercelda del propio tornado. El aire frío desciende y obliga al aire caliente a subir. Si las diferencias de temperatura son lo suficientemente grandes, el descenso de aire frío se puede dar en forma de remolino, llamado corriente descendente del flanco trasero (RFD por sus siglas en inglés); mientras el aire ascendente aumentan la rotación y se convierten en una columna estrecha conocida como nube embudo.
2. ***Madurez:*** el sistema crece hasta alcanzar una etapa madura, causando el mayor daño y llegando a sus dimensiones máximas. La RFD es un área de vientos superficiales fríos, se coloca alrededor del tornado interrumpiendo el flujo de aire caliente que lo alimenta.
3. ***Disipación:*** al envolver la RFD completamente al tornado, el vórtice comienza a debilitarse y se vuelve delgado. Los vientos pueden incrementar en su velocidad.

Entre los diferentes tipos de tornados están las trombas terrestres, los tornados de vórtices múltiples y las trombas marinas. Éstas últimas se forman sobre cuerpos de agua, conectándose a cúmulus y nubes de tormenta de mayor tamaño, pero se les considera tornados porque presentan características similares a los que se forman en tierra, como su corriente de aire en rotación en forma de embudo.

Las trombas marinas por lo general son clasificadas como tornados no-super celulares que se forman sobre cuerpos de agua.1 Estas columnas de aire frecuentemente se generan en áreas intertropicales cercanas a los trópicos o en las áreas continentales de las latitudes subtropicales de las zonas templadas, y son menos comunes en latitudes mayores, cercanas a los polos o en las latitudes bajas, próximas al ecuador terrestre.2

Otros fenómenos similares a los tornados que existen en la naturaleza incluyen al gustnado y los remolinos de polvo, de fuego y de vapor.

20.4 *ESCALA DE FUJITA-PEARSON*

La escala Fujita (F) desarrollada por el Dr. Tetsuya Theodore Fujita para estimar las velocidades del viento de un tornado, basándose en el daño causado por su paso. La escala Fujita Mejorada (EF) también conocida como escala de Fujita-Pearson fue desarrollada por un comité de meteorólogos e ingenieros eólicos con el fin de realizar mejoras a la escala original.

Escala	Velocidad del Viento km/h	Daños Potenciales
EF0	105 - 137	Daños leves. Algunas tejas caídas y otras pequeñas piezas de los tejados son arrancadas, algunos daños en canaletas, ramas de árboles rotas y algunos árboles poco profundos son arrancados
EF1	138 - 178	Daños Moderados. Tejados seriamente despedazados, casas rodantes y casetas volcadas o seriamente dañadas, perdida de puertas exteriores y ventanas con cristales rotos.
EF2	179 - 218	Daños Considerables. Tejados de casas solidas arrancadas, cimiento de casas se mueven, casas rodantes completamente destruidas, árboles grandes partidos o arrancados, pequeños objetos convertidos en proyectiles.
EF3	219 - 266	Daños Graves. Pisos enteros de casas bien construidas destruidos, daños graves a los edificios grandes, arboles descortezados, vehículo pesados son levantados del suelo y arrojados a distancia.
EF4	267 - 322	Daños devastadores. Casas de concreto y mamposterías con destrucción total, los coches son lanzados como proyectiles.
EF5	> 322 - 450	Daños increíbles. Las casas son separadas totalmente de sus cimientos, las estructuras de concreto armado están dañadas críticamente. Devastación increíble

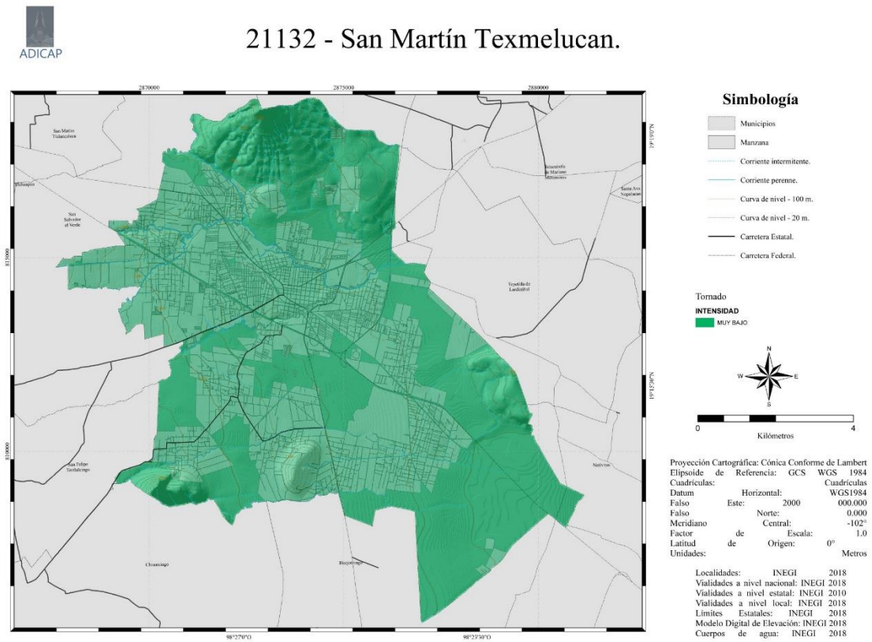
Tabla (70).Escala para Tornados, Fujita-Pearson. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

20.5 *SUSCEPTIBILIDAD POR TORNADOS*

A pesar de que este fenómeno no se desarrolla como tal dentro del Municipio, se han llegado a presentar pequeños remolinos de polvo (dust devil "demonio de polvo").

Este tipo de remolinos se desarrollan cuando una corriente de convección de pauta ascendente se desarrolla en la parte más cercana al suelo, especialmente en días calurosos. Si existen suficientes superficies de corte del viento en la parte inferior, la columna de aire que va en ascenso desarrolla un remolino de baja magnitud con movimiento ciclónico.

La presencia de dicho fenómeno como tal no es un tornado, pues está limitado a épocas de alta temperatura y no está asociado a ninguna depresión tropical. Sin embargo si la fuerza es lo suficiente para generar un cono de oleaje mayor se pueden desarrollar danos mínimos en la vegetación.



Mapa (86) Tornados, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

21 . TORMENTAS DE POLVO

"Las tormentas de polvo pueden afectar los modelos climáticos, contribuir a reducir la calidad del aire y pueden ser peligrosas para la salud humana y los ecosistemas. Su magnitud, duración y frecuencia son indicadores valiosos."

TORMENTAS DE POLVO.

21.1 INTRODUCCIÓN

Una tormenta de polvo, es un fenómeno que se produce cuando vientos de suficiente intensidad soplan sobre polvo o arena suelta en una superficie seca. Las partículas son transportadas en la dirección del viento, ya sea por suspensión o flotando llevándolas de un lado superior del suelo para depositarlas en otro lugar. El polvo correspondiente a este fenómeno se puede trasladar miles de kilómetros.

La frecuencia, duración y magnitud de las tormentas de polvo son indicadores del transporte de sedimento fino y otras partículas materiales en las regiones áridas y semi-áridas y aquellas que han sufrido una sequía prolongada (Erosión eólica). Los vientos desérticos transportan más sedimentos finos que cualquier otro agente geológico. El ingreso anual global de polvo y aerosoles minerales a la atmósfera es estimado de hasta 3,000 millones de toneladas/año, con tanto como 1/3 viniendo sólo del Sahara.

21.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA TORMENTA DE POLVO

Las tormentas de polvo pueden afectar la temperatura del aire a través de la absorción y dispersión de la onda larga y radiación solar. También pueden afectar el clima a través de su influencia sobre la productividad marina primaria y por su impacto sobre los núcleos de condensación de nubes potenciales y la actividad convencional. El polvo probablemente influye en los intercambios biogeoquímicos entre la atmósfera, el suelo y los océanos. Además, el polvo proporciona cantidades considerables de nutrientes (por ejemplo hierro y otros micronutrientes) a las aguas oceánicas superficiales y a los ecosistemas marinos y terrestres alejados de su origen.

Las tormentas de polvo pueden reflejar una extensa erosión del suelo, eliminando grandes cantidades de sedimentos superficiales y la capa superior del suelo. Ellas son una faceta de la desertificación. En la década de 1930, la sequía y las tormentas de polvo crearon el "Dust Bowl" reduciendo enormemente la producción agrícola en las praderas norteamericanas. Las tormentas de polvo pueden aportar nutrientes para los suelos de las áreas marginales de los desiertos y acumulan depósitos de loess.

El polvo acarreado por el viento procedente de cuencas de lagos secos puede ser sumamente salino y loa aerosoles más finos (partículas < 10µm) pueden ser perjudiciales para la salud. Las muertes en China por silicosis

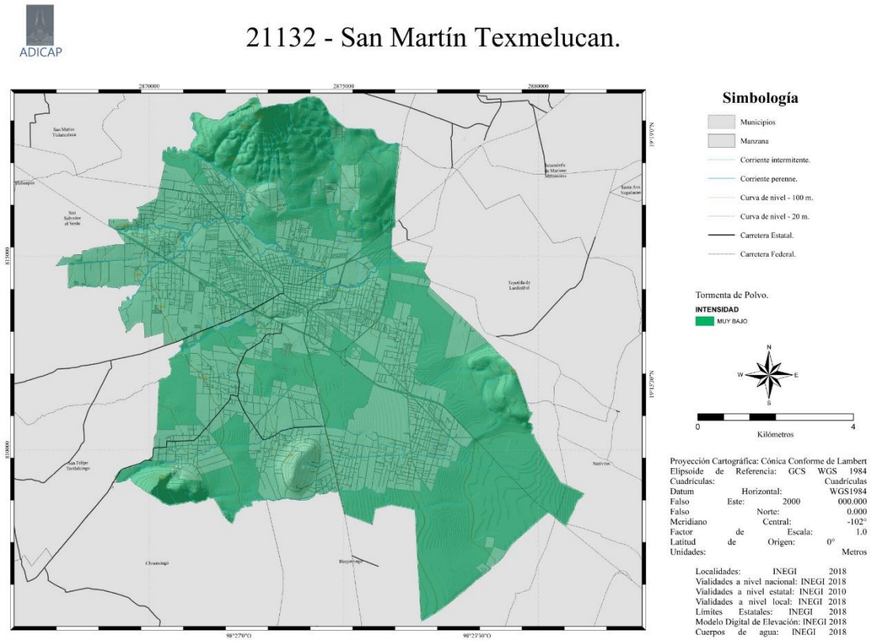
y enfermedades pulmonares han sido relacionadas con las partículas loessicas desplazadas por el viento desde un antiguo depósito eólico. Las tormentas de polvo pueden transportar residuos patógenos y pesticidas de uso agropecuario.

La elevada incidencia de una gama de enfermedades respiratorias en la región del recientemente lecho expuesto del Mar Aral [ver Niveles de lagos y salinidad] se ha relacionado con el transporte de polvo y la desaparición de corales en el Caribe también se ha relacionado con polvo far-traveled. Aerosoles y gases nocivos de origen volcánico ("niebla volcánica") que se han desplazado largas distancias pueden dañar la salud humana.

21.3 *SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS DE POLVO*

A pesar de que este tipo de fenómenos no han sido archivados por autoridades Municipales de Protección Civil, este tipo de fenómeno se debe desarrollar en baja escala y en valores de baja intensidad especialmente en aquellas zonas en donde la aridez y los procesos erosivos son bastante marcados.

Dichas zonas pueden ser principalmente todas las relacionadas a las áreas de cultivo en la época donde las tierras son preparadas para el cultivo y los suelos están muy sueltos. Sin embargo como la mayoría del Municipio por sus características primarias esta con un alto grado de cobertura, la cual no permite que las tormentas de polvo se desarrollen.



Mapa (87) Tormentas de Polvo, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

22. TORMENTAS ELÉCTRICAS

"La naturaleza atómica es más fuerte que la naturaleza humana y un simple destello eléctrico es capaz de causar grades perdidas"

22.1 *METODOLOGÍA*

INTRODUCCIÓN

22.2 *TEORÍA DEL VALORES EXTREMO*

Los métodos estándar de modelización matemática del riesgo utilizan el lenguaje de teoría de la probabilidad. Dichos riesgos son variables aleatorias que pueden ser consideradas individualmente o vistas como parte de un proceso estocástico.

Los potenciales valores de una situación de riesgo tienen una distribución de probabilidad para las pérdidas derivadas de los riesgos, pero hay un tipo de información que está en la distribución, llamada eventos extremos, los cuales se producen cuando un riesgo toma valores en la cola derecha de la distribución de pérdidas.

En la teoría del valor extremo (TVE) hay dos tipos de enfoques que generalmente se aplican, los cuales se enuncian a continuación.

a) El más tradicional es el modelo de bloques máximos (block-máxima); estos son modelos para grandes observaciones recolectadas a partir de grandes muestras de observaciones idénticamente distribuidas. Consiste fundamentalmente en partir las observaciones por bloques y en estos encontrar el máximo. Este método lleva a producir un error por la mala escogencia del tamaño de los bloques.
b) Un más moderno y poderoso grupo de modelos es aquel de exceso de umbral (thershold exceedances); estos son modelos para todo tamaño de observaciones que exceden algún nivel superior (high level), y son en general los más utilizados en aplicaciones prácticas debido a su uso-eficaz en el manejo de los valores extremos. Al igual que el método block-máxima, esté lleva a un error en la mala escogencia del umbral. Los métodos de umbrales son más flexibles que los métodos basados en el máximo anual porque toman primero todos los excedentes por arriba de un umbral, adecuadamente alto, y de esta manera se usan mucho más datos.

Umbrales bajos suponen modelizaciones con mayor número de observaciones y, por tanto, minimizan la varianza aunque pueden incrementar el sesgo por tomar como muestra valores no extremos. Umbrales elevados reducen el sesgo pero generan modelizaciones con mayor varianza. La elección del umbral es una de las prioridades a la hora de aplicar el modelo de valor extremo; pues determinar el valor del umbral permite una modelización óptima.

Por lo anterior es que el uso de la EVT es una herramienta que trata de dar la mejor estimación posible de la zona de la cola de la distribución de respuestas futuras. Incluso en ausencia de datos históricos es útil, ya que corrige algunas deficiencias mediante la definición del comportamiento empírico de las pérdidas, basadas en el conocimiento preciso de la distribución asintótica de su comportamiento.

En la Teoría de valores extremos como ya se ha hecho mención hay dos enfoques que se pueden aplicar a los datos de una distribución de probabilidad.

El primer enfoque se refiere a los máximos (o mínimos) valores que toma una variable en períodos sucesivos, por ejemplo, meses o años. Estas observaciones constituyen los fenómenos extremos, también llamado bloques (o por periodo) máximos.

En el centro de este enfoque hay "tres tipos de teorema" que afirman que sólo hay tres tipos de distribuciones que pueden plantearse como distribuciones límite (limiting distributions) de valores extremos en muestras aleatorias; dichas distribuciones son del tipo Weibull, Gumbel o Frechet. Este resultado es muy importante, ya que la distribución asintótica de los máximos siempre pertenece a una de estas tres distribuciones, independientemente de la distribución original.

Por lo tanto, la mayoría de las distribuciones se pueden dividir en tres clases, en función de sus colas:

a) Distribuciones de colas delgadas (light-tail distributions). Con momentos finitos y colas que convergen a la curva de Weibull o Beta.
b) Distribuciones de colas medias (medium-tail distributions). Para todos los momentos finitos y cuya función de distribución acumulada disminuye exponencial en las colas, al igual que la curva de Gumbel, Normal, Gamma o LogNormal.
c) Distribuciones de colas gruesas (heavy-tail distributions). Cuyas funciones de distribución acumulada disminuyen con fuerza en las colas, al igual que la curva de Frechet , T de Student, Pareto, LogGamma o Cauchy.

El segundo enfoque endicha teoria es el método llamado "Peaks Over Threshold (POT)", adaptado para el análisis de datos más grande que presentan umbrales altos.

El componente de severidad en el método POT se basa en una distribución (Generalised Pareto Distribution - GPD), cuya función de distribución acumulada es expresada por dos parámetros los cuales son parámetros de forma y escala, respectivamente. Todo lo anterior permite cuantificar los valores necesarios dentro de cada uno de los periodos de retorno a fin de poder observar como este fenómeno se ha estado distribuyendo y como es posiblemente su redistribución en un futuro.

TORMENTAS ELÉCTRICAS

22.3 *INTRODUCCIÓN*

Como cualquier fenómeno natural, las tormentas electicas son imposible de evitar, por lo que establecer medidas de control a fin de garantizar la seguridad de las personas y su patrimonio es la menor manera de enfrentar este fenómeno.

Las tormentas eléctricas se forman cuando aire caliente y húmedo se eleva hasta encontrar aire frio. A medida que este aire húmedo se eleva, el vapor de agua se condensa, formando enormes nubes cumulonimbos.

Hay dos tipos principales de tormentas eléctricas: ordinarias y severas. Las tormentas eléctricas ordinarias son las tormentas comunes de verano, y normalmente duran alrededor de una hora. La precipitación asociada con estas tormentas incluye lluvia y a veces granizo menor. Con tormentas eléctricas ordinarias, las nubes cumulonimbus pueden crecer hasta 12 km de alto.

Las tormentas eléctricas severas son muy peligrosas. Son capaces de producir granizo del tamaño de pelotas de béisbol, fuertes vientos, intensa lluvia, inundaciones súbitas y tornados.

22.4 *FORMACIÓN DE TORMENTA ELÉCTRICA*

Para entender cómo se originan una tormenta eléctrica, es necesario entender que la Tierra es un medio pasivo o de carga eléctricamente negativa con una carga aproximando de un millón de coulombs y que actúa como un enorme capacitor esférico, dando lugar a lo que es conocido como "Circuito Eléctrico Global".

La carga positiva de igual magnitud se encuentra embebía en la atmosfera, lo que da origen a la existencia de un flujo de corriente el cual busca un equilibrio entre las cargas. A su vez, la atmosfera presenta una variación de resistividad conforme esta aumenta ($h<\rho$)

A la vez, la atmósfera presenta resistividad que decrece con la altura. Dicho esto, a una altitud cercana a los 48 km., la resistividad es más o menos constante, debido a que hay partículas ionizadas. A esta región se le conoce

como electrosfera. “Dado a que la atmósfera no está completamente aislada, existe una pequeña corriente entre la Tierra y la electrosfera.”Posteriormente, comienzan a ocurrir cambios entre ellos y buscan un equilibrio, las cargas negativas provenientes de la Tierra, regresan por medio de las tormentas eléctricas, las cuáles producen cerca de 50 a 100 descargas eléctricas de las nubes a tierra cada segundo, lo cual recarga a la superficie de la Tierra.

De igual manera, “Las tormentas eléctricas están asociadas a la actividad conectiva. Las nubes cumulonimbos son las formas más grandes de nubes conectivas que son aquellas formadas por el transporte de partículas cargadas desde el suelo a la base de la nube y típicamente producen descargas eléctricas.”

De esta manera, se puede definir como una nube que produce truenos, debido a que los truenos son la evidencia audible de que existe actividad eléctrica y éstos a su vez son producto de los relámpagos o rayos.

Existen tres tipos de tormentas eléctricas: las de celda simple, las de multicelda y las de supercelda. Todas ellas son producto de la variación de los perfiles atmosféricos, que tienen que ver con los desplazamientos verticales.

Tipo de Tormenta	Celda Simple	Multicelda	Supercelda
Descripción.	Son las menos severas, se caracterizan por fuertes corrientes ascendentes.	Es una sucesión de celdas conectivas en diferentes fases de evolución	Son las más severas, debido a sus celdas con fuertes corrientes ascendentes, que llegan a producir múltiples tornados.
Vida promedio	Una hora	30 minutos	Varias horas

Tabla (71). Clasificación de Tormenteas Eléctricas. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015.

22.5 *TORMENTAS ELÉCTRICAS EN MÉXICO*

Hablando específicamente de nuestro país, la presencia de tormentas tiene gran relación con el relieve, es decir, las zonas correspondientes a las Sierras Madre Oriental, Occidental, del Sur y de Chiapas, así como el Sistema Volcánico Transversal, son las que cuentan con una cifra que va de 30 a 100 días al año con tormentas (CENAPRED, 2010). Se presentan principalmente entre mayo y octubre en un horario tanto vespertino como nocturno.

En la Cuenca del Valle de México también se presentan tormentas eléctricas principalmente durante el verano, por lo que se debe recomendar a la población el no realizar actividades al aire libre mientas dure la tormenta

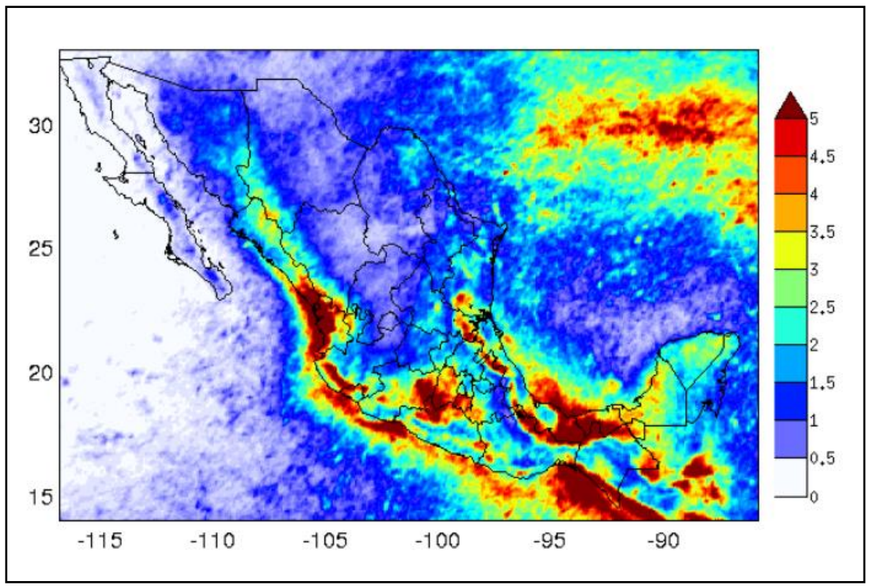


Figura (48). Densidad de rayos registrada por la World Wide Lightning Location Network Promedio: 2006-2012. CCA, Kucienska, 2013.

Es necesario mencionar de manera particular, las numerosas tormentas eléctricas que se presentan en el Istmo de Tehuantepec durante julio y agosto. Este fenómeno se debe a unos vientos –Jet Stream– que pasan del Golfo de México hacia el Golfo de Tehuantepec y por la presencia de numerosas montañas los vientos se intensifican y provocan grandes descargas hacia la zona del Océano Pacífico. Conforme los vientos incrementan su velocidad, se origina mayor número de rayos (Kucienska, 2012).

22.6 *PARÁMETROS DE INTENSIDAD DE PELIGRO*

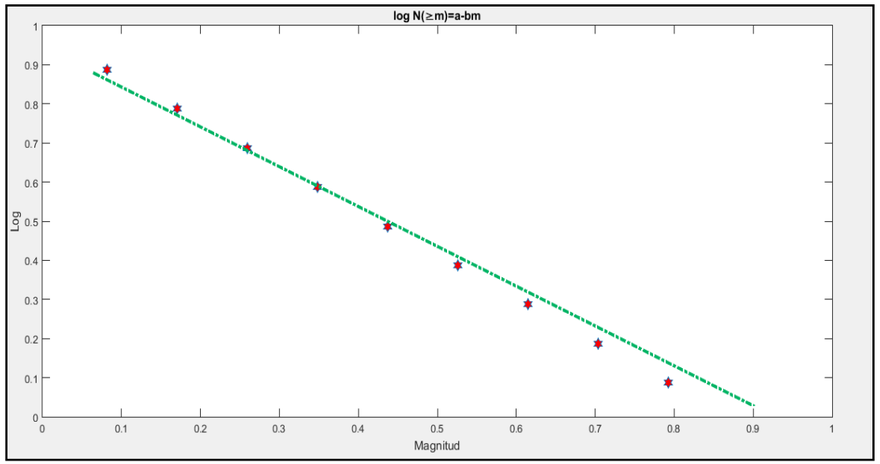
Mediante un análisis estadístico, en el cual se han considerado cada una de las estaciones utilizadas en la observación referente al fenómeno de Tormentas Eléctricas se han caracterizado una serie de rangos a fin de poder definir dicho fenómeno en términos de la matriz de intensidad configurada por valores que van desde Muy Bajos hasta Muy Altos.

La metodología para poder calcular dichos parámetros se ha basado principalmente en la relación matemática que existe entre la FRECUENCIA y MAGNITUD, relación en la cual se demuestra la distribución relativa del tamaño de dicho evento. Dicha relación se expresa por la siguiente formula:

$$\log N(\geq m) = a - bm$$

$$N(\geq m) = 10^{(a-bm)}$$

Es así que de esta relación se considera únicamente el parámetro "b" el cual se encuentra representado el valor de la pendiente de la recta que mejor se ajusta a la parte línea del logaritmo del número acumulado del evento y la magnitud con que se presentan.



Grafica (12) Diagrama de relación Frecuencia y Magnitud con respecto a las estaciones climatológica.

Es decir, si dentro del modelo se obtiene una pendiente menor esto permite implicar que se pueden tener unos amplios rangos de intensidad separados, mientras que si se tiene una pendiente mayor la variación de dicho rango de intensidades será menor.

Es así que identificada la frecuencia y magnitud del evento y realizando el procedimiento necesario fue posible cuantificar el fenómeno de tormentas eléctricas en matriz de intensidades como se presenta a continuación.

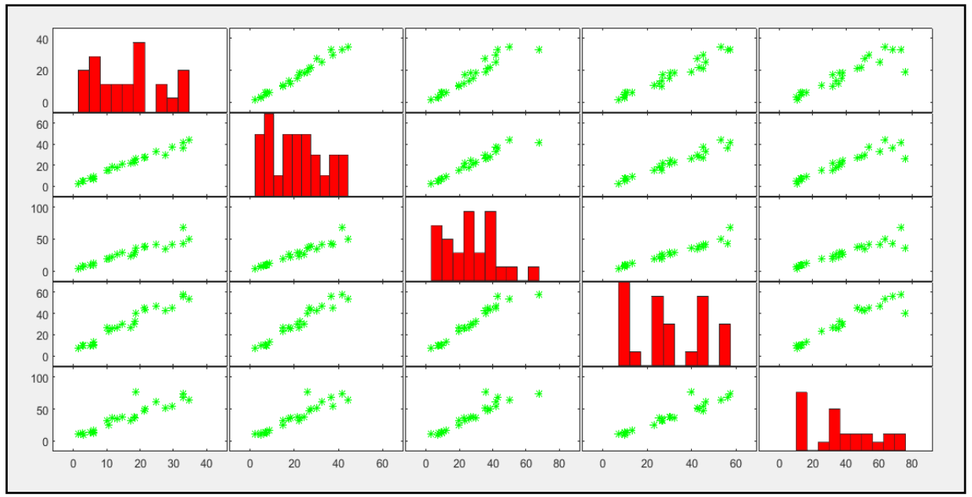
% De días con Tormenta Eléctrica	Rango
De 0 a 8	Muy Bajo
De 8 a 12	Bajo
De 12 a 24	Medio
De 24 a 32	Alto
Mayor a 32	Muy Alto

Tabla (72). Rango de intensidades identificadas por metodología de Magnitud y Frecuencia.

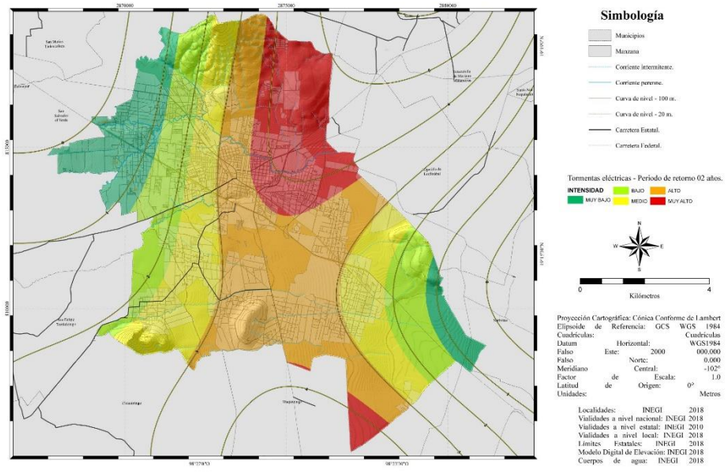
22.7 *SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS ELÉCTRICAS*

Como ya se hecho mención, una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. En este fenómeno meteorológico es en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas.

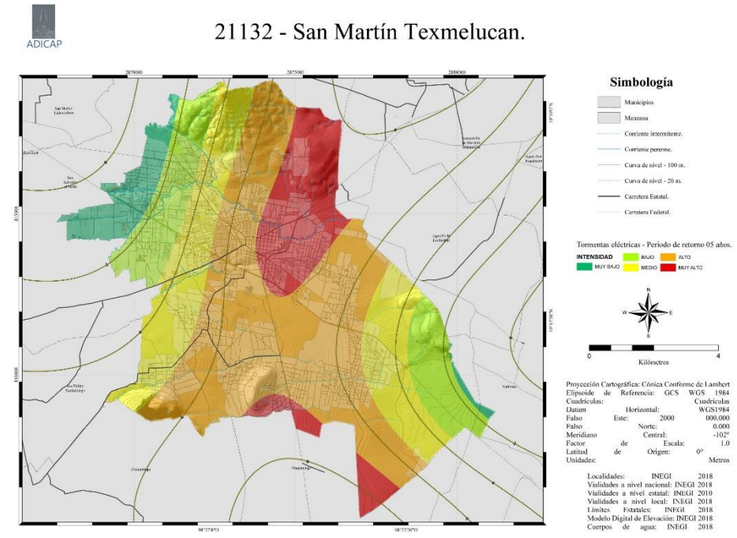
La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas proporcionadas por el Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) y las correspondientes al Servicio Meteorológico Nacional contabilizando un total de 24 estaciones,



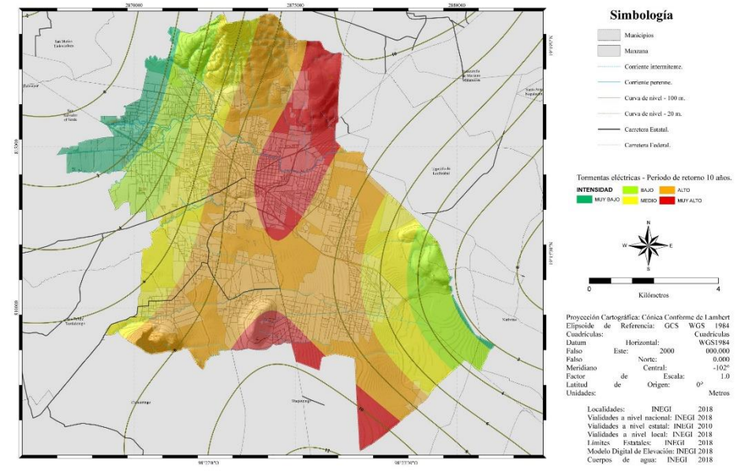
Grafica (13). Diagrama de dispersión correspondiente a días con presencia de Tormenta Eléctrica para cada periodo de retorno, estación del municipio.



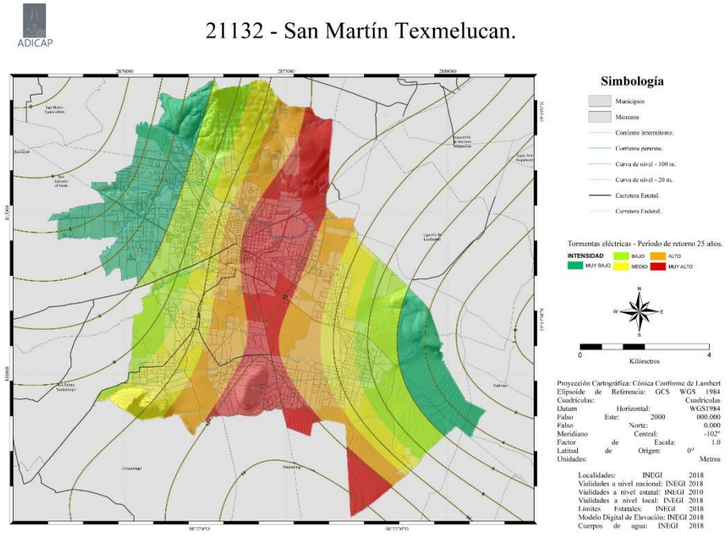
Mapa (88).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=02, Puebla.



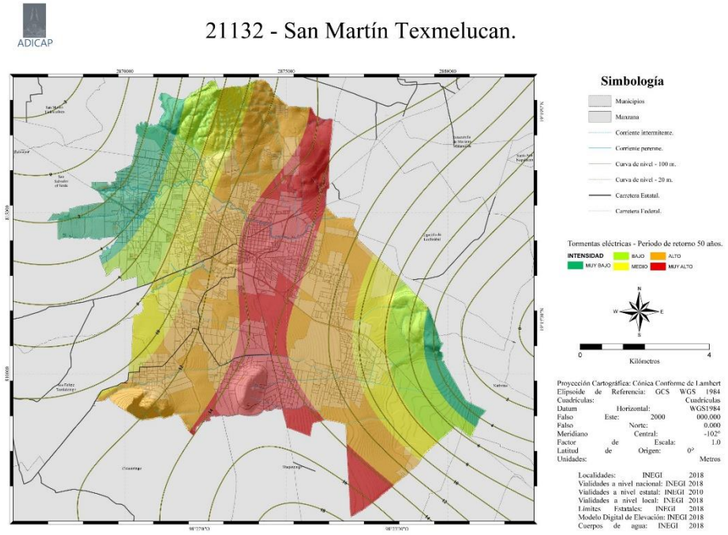
Mapa (89).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=05, Puebla.



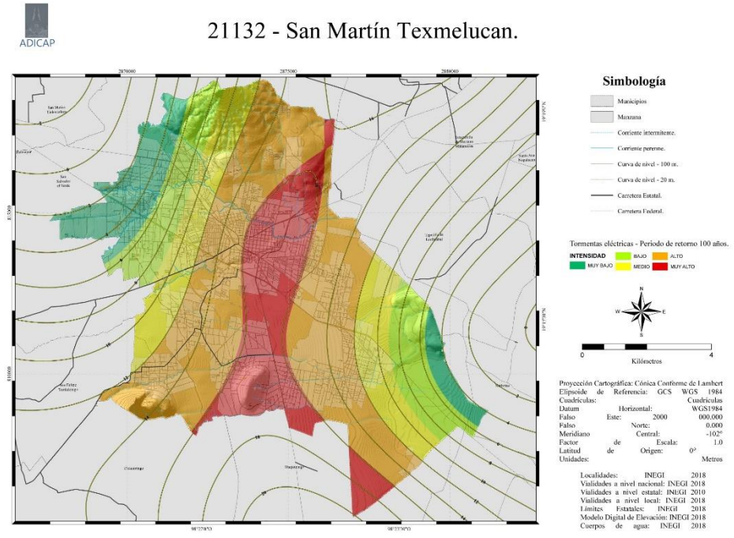
Mapa (90).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=10, Puebla.



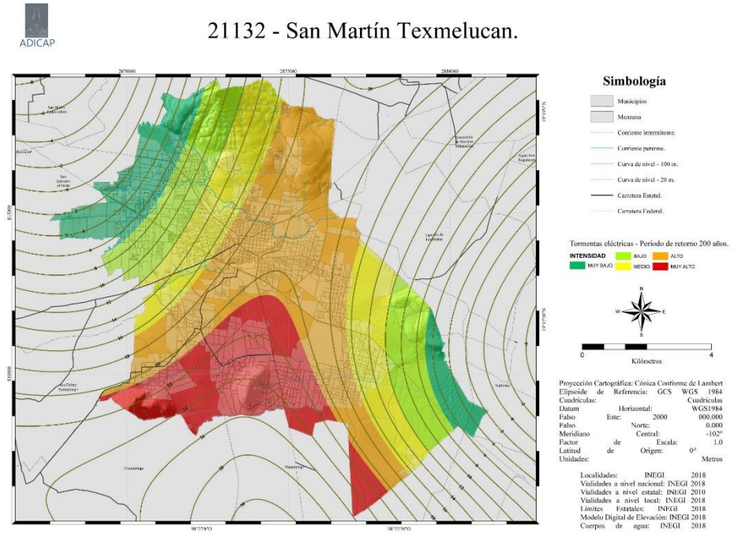
Mapa (91).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=25, Puebla.



Mapa (92).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=50, Puebla.



Mapa (93).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=100, Puebla.



Mapa (94).Tormentas Eléctricas para el Municipio de San Martín Texmelucan Tr=200, Puebla.

23. *LLUVIAS EXTREMAS*

23.1 *METODOLOGÍA*

INTRODUCCIÓN

23.2 *DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS TIPO I O DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL*

En Hidrología los riesgos suelen establecerse a partir de los llamados períodos de retorno o intervalos de recurrencia, que no son sino la inversa de la probabilidad: a un evento con una probabilidad de ocurrencia en un año de 1/100 le corresponde un período de retorno de 100 años.

La aproximación habitual al problema es, pues, estadístico-frecuentista: a partir de los registros de precipitación existentes se hacen las estimaciones de los períodos de retorno. Normalmente se toma la máxima precipitación en 24 horas de cada año, lo cual asegura la independencia de los sucesos, y la serie resultante se ajusta a una distribución de probabilidad de valores máximos: log-Normal, log-Pearson III, Gumbel - tipo I, Weibull - tipo III, Gamma. La aplicabilidad potencial de la distribución de Gumbel para representar los máximos se debe a la teoría de valores extremos que indica que es probable que sea útil si la muestra de datos tiene una distribución normal o exponencial.

El cálculo de las Máximas Intensidades de lluvia que pueden ser previstas para una zona en distintos intervalos de tiempo y correspondiente a diferentes periodos de retorno utiliza primordialmente la metodología de “Gumbel”, en la cual se consideran los valores atribuidos a las Máximos Precipitaciones probables en una zona. Mediante el ajuste a una distribución de probabilidad de un conjunto de datos, una gran cantidad de información probabilística en la muestra puede resumirse en forma compacta en la función y en sus parámetros asociados. A partir de los registros de las precipitaciones, se ha de seleccionar los eventos extremos anuales para poder construir la serie de precipitaciones máximas independientes asociadas a un periodo de retorno, a la cual se le ajusta la distribución de probabilidad de Valor Extremo General (VEG) por el método de los momentos y/o método de la máxima verosimilitud.

La distribución general de los valores extremos I conocida como Gumbel, marca que si se tienen N muestras, cada una de las cuales tienen un número “n” de eventos, y si de estos se pueden seleccionar el máximo evento “X” de los “n” eventos de cada muestra, es posible modelar una respuesta futura.

23.3 *METODOLOGÍA DE CÁLCULO*

La secuencia de cálculo comienza con la selección de las precipitaciones máximas anules-mensuales en una serie de datos estacionarios de las correspondientes estaciones climatológicas a analizar. La metodología

de ILRI (1978), indica que al seleccionar la lluvia máxima que es seleccionada al anterior período crítico (mes más lluvioso) anual de la serie histórica, se debe aplicar a los totales móviles correspondientes al mes más lluvioso.

Una vez seleccionados los valores de precipitación máximos se deben ordenar los "n" datos en orden decreciente y asignarles un numero de orden "r" en la serie de cada valor (Pr, r = 1,2,3,.....,n), en donde P1 será el valor más elevado, mientras que Pn el más bajo.

Posteriormente se debe dividir el número de orden (r) entre el número total de observaciones más 1 para obtener la frecuencia de excedencia, a su vez que la frecuencia de no excedería y el periodo de retorno (Tr) en años. Una vez que se calcula el valor de Tr, se calcula la función de distribución de probabilidad de Gumbel Tipo I, en su forma más simple, mediante el cálculo de la desviación típica de la distribución de Gumbel (α), la moda de la distribución (μ); lo anterior permite obtener los valores estimados y poder representar el mínimo de pares de los valores hasta poder gráficamente las curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia.

23.4 *LLUVIAS INTENSAS*

Retomando la metodología de Mora y Vahrson y a fin de poder establece run indice de riesgo con respecto a dicho fenómeno se ha usado la determinación del máximo valor diario de lluvias en 100 años y series de tiempo de 10 años o más.

Lluvias maximas mensuales anuales (mm); n>10 años, Tr=100	Lluvias maximas mensuales anuales (mm); n>10	Rango
< 100	< 50	Muy Bajo
100 a 200	50 a 90	Bajo
201 a 300	91 a 130	Medio
301 a 400	131 a 175	Alto
> 400	> 175	Muy Alto

Tabla (73). Valoración original del factor intensidad de la precipitación LL. Tomado de Gonzáles, 2005.

23.5 *LLUVIAS EXTREMAS*

INTRODUCCIÓN

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra (precipitación en forma sólida, con el tamaño de los gránulos de hielo que no sobrepasa el milímetro y con una forma alargada) granizo; pero no la virga (hidrometeoro que cae de una nube más se evapora antes de alcanzar el suelo), ni neblina ni rocío. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad. La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) que se forman caen a la Tierra por gravedad. Se puede inducir a las nubes a producir precipitación, rociando un polvo fio o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación.

23.6 *PRECIPITACIÓN*

La lluvia (del latín pluvia) es un fenómeno atmosférico iniciado con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm, o de gotas menores pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia sino virga, y si el diámetro es menor, será llovizna.

Las gotas de agua no tienen forma de lágrimas (redondas por abajo y puntiagudas por arriba), como se suele pensar. Las gotas pequeñas son casi esféricas, mientras que las mayores están achatadas. Su tamaño oscila entre los 0.5 y los 6.35 mm, mientras que su velocidad de caída varía entre los 8 y los 32 km/h, dependiendo de su volumen. La lluvia depende de tres factores: presión, temperatura y, en especial, radiación solar. En las últimas décadas se ha producido un fenómeno que causa lluvias con mayor frecuencia cuando la radiación solar es menor, es decir, por la noche.

23.7 *GÉNESIS DE LA LLUVIA*

Cuando el agua condensada alcanza una masa crítica, se hace más pesada que el aire que la circunda y "precipita".

Según el mecanismo por el cual dichas masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones en:

1. **Precipitación frontal:** ocurre cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría (más pesada) y la cálida (más liviana) chocan una con la otra.
2. **Precipitación convectiva:** se produce, generalmente, en regiones cálidas y húmedas cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.
3. **Precipitación orográfia. Efecto Foëhn:** cuando una masa de aire húmedo circula hacia una masa montañosa se eleva hasta llegar a la cima de la montaña. Al ascender se enfría y el agua que contiene se condensa, por lo que se producen las precipitaciones y la masa de aire pierde humedad. Al pasar a la otra ladera de la montaña, el aire seco desciende y se calienta; se genera un viento seco y cálido que puede producir deshielo.

La lluvia no cae en la misma cantidad alrededor del mundo, e incluso, en diferentes partes de un mismo país, la precipitación pluvial se mide en milímetros (mm), que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable.

23.8 *PERIODOS DE RETORNO*

El Período de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas, como por ejemplo: el vertedero de una presa, los diques para control de inundaciones; o una obra que requiera cruzar un río o arroyo con seguridad, como puede ser un puente. El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del m-ésimo evento de los "n" registros.

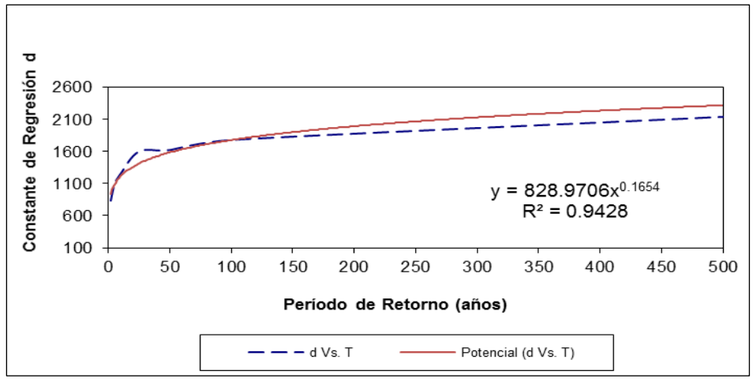
Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	343.38	223.61	173.99	145.61	126.83	113.30	102.99	94.82	88.16	82.59	77.86	73.78
5	399.58	260.21	202.46	169.44	147.59	131.84	119.85	110.34	102.58	96.11	90.60	85.85
10	448.13	291.82	227.06	190.03	165.52	147.86	134.41	123.75	115.05	107.78	101.61	96.28
25	521.48	339.58	264.22	221.13	192.61	172.06	156.40	144.00	133.88	125.43	118.24	112.04
50	584.83	380.84	296.32	248.00	216.01	192.96	175.41	161.49	150.14	140.66	132.61	125.66

Tabla (74).Calculo de Periodos de Retorno Mediante Metodología de Gumbel I, Municipio de San Martín Texmelucan.

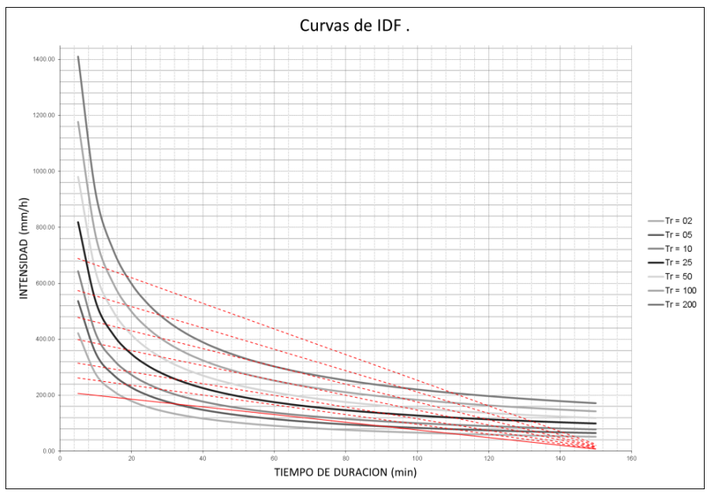
23.9 *SUSCEPTIBILIDAD POR LLUVIAS EXTREMAS*

Las lluvias extremas están directamente relacionadas con los procesos de precipitación máxima, por lo que el estudio de dichas precipitaciones permite identificar como se está presentando y como se desarrolla a su vez dicho fenómeno.

La teoría de los valores extremos con respecto a la distribución de Gumbel Tipo I ha permitido obtener primeramente la secuencia de los máximos valores que han de ser utilizados para la determinación de en el cálculo de los periodos de retorno de cada una de las estaciones.



Gráfica. (14). Regresión Potencial, estación del municipio. Municipio de San Martín Texmelucan.



Grafica (15). Curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia (IDF), estación…. Municipio de San Martín Texmelucan.

24. INUNDACIONES

"Basta de tan solo una barrera natural o artificial para cambiar el curso de un rio, y basta con tan solo ese error para que un desastre por inundación se presente "

24.1 *METODOLOGÍA*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de modelos por el fenómeno de inundación se encuentra constituido por una gama extensa de procedimientos para poder llevarlos a cabo, sin embargo todas las metodologías se entrelazan en tres supuestos primordiales:

A. El hecho de conocer la Precipitación Máxima.
B. El cálculo de los factores superficiales.
C. La geometría de ríos y causes a modelar.

Llegar a la delimitación, clasificación y cartografía de las inundaciones es uno de los procesos más extensos, pues se necesita de una cartografía característica para cada modelo a elaborar, pues no todas las condiciones son las mismas de una zona a otra.

Para realizar una simulación hidráulica o modelo a la inundación en dos dimensiones es necesario tener una base sólida de hidráulica, dinámica fluvial y modelización numérica. Esto ya que para la elaboración de dicho modelo esta constituidito por:

1)Una geometría tipo.
2) Parámetros de Rugosidad, turbulencia, etc.
3) Condiciones de Contorno e iniciales.
4) Tiempos de cálculo numérico
5) Mallado de cálculo base.

Las condiciones de contorno e iniciales, así como la mayor parte de parámetros de entrada se deben asignar tanto sobre la geometría, como sobre la malla sin embargo se debe tener en cuenta que por procesos matemáticos todas las condiciones que son asignadas sobre la geometría se traspasan a la malla al crearla, las condiciones asignadas sobre la malla se pierden al remallar. Por otra parte es de suma importancia que para poder generar una malla es necesario tener una geometría formada por superficies locales.

24.2 *INUNDACIONES*

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones se han convertido en uno de los desastres naturales más frecuentes que afectan a la sociedad, a los seres humano, sus bienes materiales, los recursos culturales y ecológicos (Moss y Monstad, 2007).

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Por otra parte, avenida se define como: "Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad" (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Con lo anterior, se entiende por inundación: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

24.3 *FACTORES CARACTERÍSTICOS DE LA INUNDACIÓN*

Las inundaciones se clasifican entre los fenómenos de inicio súbito, aunque su velocidad depende del tipo:

1) Inundaciones repentinas
2) Inundaciones fluviales (en su mayoría estacionales)
3) Inundaciones costeras, en relación con ciclones tropicales, maremotos o mareas de tempestad.

Los factores que influyen en su gravedad son la profundidad del agua, la duración, la velocidad, el ritmo de subida del agua, la frecuencia con la que se producen y la estación.

24.4 *FACTORES MODIFICADORES DE LA VULNERABILIDAD*

Factores naturales y de origen humano:

a) Asentamientos situados en llanuras aluviales.
b) Edificios y cimientos no resistentes.
c) Ausencia de sistemas de alarma y de concienciación sobre el peligro de inundación.
d) Escasa capacidad de la tierra para absorber la lluvia, por ejemplo, debido a la erosión o al revestimiento con cemento.

PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD

24.5 *REPERCUSIONES DIRECTAS*

En el caso de las inundaciones repentinas y costeras la principal causa de muerte es el ahogamiento. También se pueden producir lesiones mortales durante la evacuación o las actividades de limpieza.

Se observan lesiones, pero generalmente consisten en pequeñas laceraciones o lesiones punzantes por restos de vidrios y clavos. Pueden producirse choques eléctricos.

A corto plazo, las inundaciones tienen escaso impacto en la transmisión de las enfermedades transmisibles, aunque sin duda existe un aumento del riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y por vectores. No obstante, raramente se observan brotes de enfermedades transmisibles.

24.6 *REPERCUSIONES INDIRECTAS*

El impacto en las infraestructuras sanitarias y demás sistemas esenciales para la supervivencia puede ser enorme y ocasionar escasez de alimentos e interrupción de servicios de salud pública básicos, como el abastecimiento de agua.

Teóricamente es posible la contaminación por productos químicos tóxicos durante las inundaciones, pero hasta ahora no se ha observado ni medido una correlación verificable.

24.7 *RIESGO POR INUNDACIÓN*

Uno de los fenómenos que en gran medida afectan al municipio es el que corresponde directamente al fenómeno de lluvias extremas en el cual como factor secundario se desarrollan las inundaciones, debido principalmente a que el volumen de agua que entra en circulación sobre el cauce topográfico fijo se excede y por ende provoca un desbordamiento del cauce natural.

24.8 *ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA Y CAUDAL MÁXIMO.*

INTRODUCCIÓN.

Uno de los procesos que generan mayor erosión a la superficie terrestre, es aquel que tiene como factor activo la cantidad de agua que se precipita por un tiempo determinado, recorre una distancia específica y se concentra en un área determinada, este concepto dentro de la hidrografía se entiende con el termino de avenida hídrica.

El termino hace referencia a la elevación de los niveles de agua que en un cause se vuelven anormales, como crecimiento del caudal que circula por la red hídrica superficial; dicho aumento de caudal, en la mayoría de los casos es una consecuencia directa de las precipitaciones extraordinarias en tiempos relativamente cortos que presentan magnitudes tales que la superficie en donde se proyectan no es capaz de asimilar dicho volumen en su totalidad, produciendo desbordamiento como factor primario y colmatación y erosión como secundario.

En el caso donde la precipitación no se infiltra recibe el nombre de escorrentía superficial, y es aquí en donde discurre rápidamente por la red de drenaje del sistema de cuenca el contenido hídrico hasta llegar a concentrándose en los cauces. Esta red, a su vez, tiene una capacidad de evacuación determinada, en función de sus características.

Cuando el volumen de agua que llega en un momento dado y que no es capaz de evacuarlo en dicho momento, es almacenado en el cauce, lo que provoca como resultado final el incremento en la elevación del nivel natural del agua.

DEFINICIÓN DE PRECIPITACIÓN EXTREMA.

Dentro de la rama que corresponde a la hidrología torrencial tiene especial significado la relación de precipitación-tiempo. Este da lugar al concepto de aguacero.

En un sentido muy amplio se debe entender por aguaceros al conjunto de lluvias asociadas a una perturbación meteorológica concreta; sin embargo lo más correcto es entender al aguacero como una caída repentina de precipitación en un periodo ininterrumpido y cuya duración es netamente corta y no sobrepasa las horas.

La precipitación en un transcurso del tiempo puede medirse por su intensidad o por la altura total de la misma. El conocimiento de la intensidad en cada momento requiere de la utilización de pluviógrafos. Normalmente no se disponen de los mencionados aparatos y lo que se utiliza habitualmente son pluviómetros, que miden alturas totales de lluvia para intervalos de tiempo relativamente grandes, comúnmente 24 horas o incluso mayores (totalizadores).

En ambos casos, la precipitación registrada en cada intervalo de tiempo se supone con intensidad constante durante el mencionado intervalo, ya que no hay información de su distribución dentro de él. Esta suposición, en el caso de datos pluviométricos, se aleja mucho de la realidad y por ello se recurre a la elaboración de hietogramas sintéticos que suplan esta falta de información dentro del intervalo.

METODOLOGÍA.

Para poder entender como una precipitación máxima o aguacero se está desarrollando se debe considerar dicho fenómeno como variables aleatorias puras, de manera que los valores intrínsecos que en ella se encuentren constituyan directamente una población estadística.

Teniendo en cuenta lo anterior es posible tomar una variable que sea “x”, y defina una función de densidad es f(x); tal que la probabilidad de que se presente un valor entre “x y (x+δx)” es “f(x)-δx”.

La probabilidad que la variable aleatoria tome un valor igual o inferior a un cierto número X, viene dada por la función de distribución F(X) de la forma:

$$F(X) = \int_{-\infty}^{X} f(X)dx$$

Luego entonces la probabilidad de que "x" sea mayor que "X" viene dado por una función complementaria: "F1(X)=1-F(X)"

Entonces, la probabilidad que en un año el aguacero ocurrido sea superior a "XT" será "$F1(X^T)$". Si se determina X^T de tal modo que se verifica:

$$F1\ (X^T) = \frac{1}{T}$$

Siendo T un número entero, el valor de T suele recibir el nombre de período de retorno y X^T constituirá el aguacero T anual, interpretándose que sólo se superará el valor X^T una vez cada T años.

La distribución de frecuencias de valores máximos de un evento meteorológico depende principalmente de su naturaleza. La distribución Gumbel (1934) ha sido empleada con buenos resultados para el estudio de frecuencias de valores extremos de las variables meteorológicas, aunque en la actualidad también se utilizan otras distribuciones.

De tal manera que aplicándose a los valores máximos diarios de series anuales de lluvias, se han logrado ajustes muy precisos para los mismos. Esta distribución responde a la expresión: siendo F(X) la probabilidad de "no excedencia", es decir de que en un año no se supere un valor de precipitación "X", e "y" la variable reducida.

$$F(X) = e^{-e^{-y}}$$

$$y = \alpha\ (x - \mu\ )$$

Donde α y μ son unos parámetros que se obtienen de la serie de datos disponible. Partiendo de la media "x_m" y de la desviación típica S de la serie de datos extremos, una de las formas de calcular estos parámetros es aplicando el siguiente sistema de dos ecuaciones.

$$X_m = \mu + \frac{0.5775}{\alpha}$$

$$S^2 = \frac{\pi^2}{6\alpha^2}$$

Dada una determinada probabilidad, la precipitación correspondiente será.

$$X = \frac{-\ Ln\ [\ -Ln\ (\ F(X)\ )\ ]}{\alpha} + \mu$$

Con estos criterios es posible establecer las precipitaciones máximas en 24 horas, para los períodos de retorno variables (2, 5, 25, 50, 100 años etc.).

***ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN, ESTACIÓN* SAN MARTÍN TEXMELUCAN.**

Cálculo variables probabilísticas		Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	206.68 mm					
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$	66.70 mm					
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$	52.01 mm					
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$	176.66 mm					
		Periodo Retorno	*Variable Reducida*	*Precip. (mm)*	*Prob. de ocurrencia*	*Corrección intervalo fijo*
		Años	*YT*	*XT'(mm)*	*F(xT)*	*XT (mm)*
		2	0.3665	195.7199	0.5000	221.1635
		5	1.4999	254.6651	0.8000	287.7715
		10	2.2504	293.6919	0.9000	331.8719
		20	2.9702	331.1274	0.9500	374.1740
		50	3.9019	379.5838	0.9800	428.9297
		100	4.6001	415.8950	0.9900	469.9614
		200	5.2958	452.0738	0.9950	510.8434
		$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$				

Tabla (74). Cálculo inicial de los parámetros necesarios para estimación probabilística de Gumbel. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	20 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24	221.1635	287.7715	331.8719	374.1740	428.9297	469.9614	510.8434
18 hr	X18 = 91%	201.2588	261.8721	302.0034	299.3392	390.3260	427.6649	464.8675
12 hr	X12 = 80%	176.9308	230.2172	265.4975	299.3392	343.1437	375.9691	408.6747
8 hr	X8 = 68%	150.3912	195.6846	225.6729	254.4383	291.6722	319.5737	347.3735
6 hr	X6 = 61%	134.9097	175.5406	202.4418	228.2461	261.6471	286.6764	311.6145
5 hr	X5 = 57%	126.0632	164.0298	189.1670	213.2792	244.4899	267.8780	291.1807
4 hr	X4 = 52%	115.0050	149.6412	172.5734	194.5705	223.0434	244.3799	265.6385
3 hr	X3 = 46%	101.7352	132.3749	152.6611	172.1200	197.3076	216.1822	234.9879
2 hr	X2 = 39%	86.2538	112.2309	129.4300	145.9278	167.2826	183.2849	199.2289
1 hr	X1 = 30%	66.3490	86.3315	99.5616	112.2522	128.6789	140.9884	153.2530

Tabla (75). Precipitación Máxima Pd (mm) en tiempo de duración a 24 horas. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	20 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	1440	9.2151	11.9905	13.8280	15.5906	17.8721	19.5817	21.2851
18 hr	1080	11.1810	14.5484	16.7780	16.6300	21.6848	23.7592	25.8260
12 hr	720	14.7442	19.1848	22.1248	24.9449	28.5953	31.3308	34.0562
8 hr	480	18.7989	24.4606	28.2091	31.8048	36.4590	39.9467	43.4217
6 hr	360	22.4850	29.2568	33.7403	38.0410	43.6078	47.7794	51.9357
5 hr	300	25.2126	32.8060	37.8334	42.6558	48.8980	53.5756	58.2361
4 hr	240	28.7513	37.4103	43.1433	48.6426	55.7609	61.0950	66.4096
3 hr	180	33.9117	44.1250	50.8870	57.3733	65.7692	72.0607	78.3293
2 hr	120	43.1269	56.1154	64.7150	72.9639	83.6413	91.6425	99.6145
1 hr	60	66.3490	86.3315	99.5616	112.2522	128.6789	140.9884	153.2530

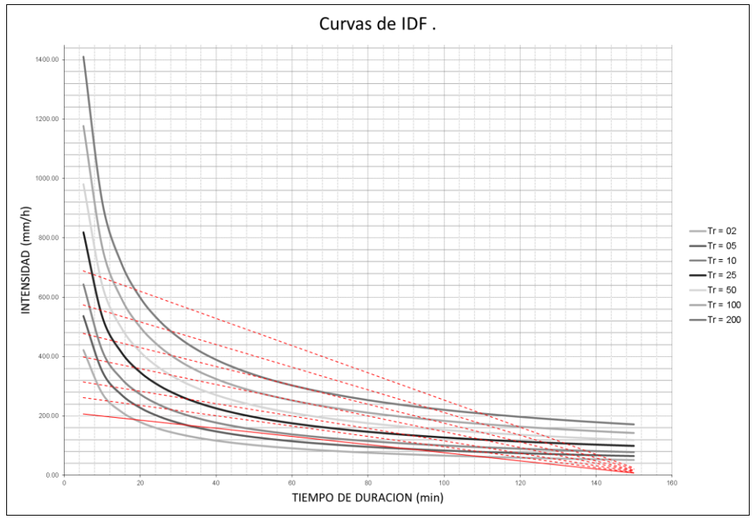
Tabla (76). Intensidad de lluvia (mm/hr) de acuerdo a periodo de retorno. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	836.1141	0.6931	6.7288	4.6640	0.4805
2	5	1087.9276	1.6094	6.9920	11.2532	2.5903
3	10	1254.6499	2.3026	7.1346	16.4281	5.3019
4	20	1543.7259	2.9957	7.3420	21.9945	8.9744
5	50	1621.5794	3.9120	7.3912	28.9144	15.3039
6	100	1776.7008	4.6052	7.4825	34.4582	21.2076
7	200	1931.2562	5.2983	7.5659	40.0867	28.0722
7	387	10051.9541	21.4164	50.6370	157.7991	81.9307
Ln (K) =	6.6976	*K =*	810.4308	*m =*	0.1753	

Tabla (77). Cálculo inicial de los coeficientes correspondientes para valor necesarios para curvas IDF. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	338.01	220.11	171.26	143.33	124.84	111.52	101.38	93.34	86.77	81.30	76.64	72.62
5	396.90	258.46	201.10	168.30	146.60	130.95	119.04	109.60	101.89	95.46	89.99	85.28
10	448.17	291.85	227.08	190.05	165.53	147.87	134.42	123.76	115.06	107.79	101.62	96.29
20	506.07	329.55	256.42	214.60	186.92	166.98	151.78	139.74	129.92	121.72	114.75	108.73
50	594.24	386.97	301.09	251.99	219.49	196.07	178.23	164.09	152.56	142.93	134.74	127.68
100	671.01	436.96	339.99	284.54	247.84	221.40	201.25	185.29	172.27	161.39	152.15	144.17
200	757.70	493.41	383.91	321.30	279.86	250.00	227.25	209.23	194.52	182.24	171.80	162.80

Tabla (78).Valores de Intensidad, Duración y Frecuencia. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Grafica (16). Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

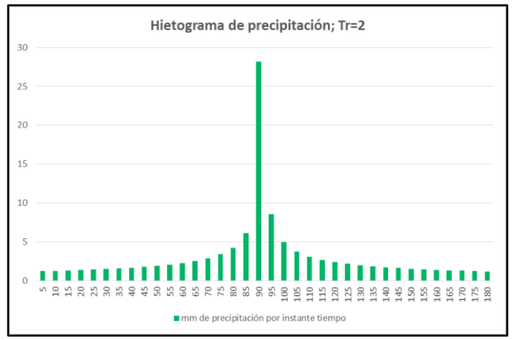
HIETOGRAMA.

El hietograma es un gráfico que expresa las alturas de lluvia caídas por unidad de tiempo. Para representarlo, en las abscisas se lleva el tiempo en horas o intervalos aún menores, incluso de unos cuantos minutos si interesa y en las ordenadas la lluvia caída en la unidad de tiempo elegida, medida en mm.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 2 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	1
Intesidad de lluvia (mm/h)	36.80
Precipitación en 24 horas (mm)	36.80
Intervalos de tiempo (min)	5

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	338.01	28.17	28.17	338.01	1.20	14.40
10	220.11	36.68	8.52	102.21	1.25	14.94
15	171.26	42.82	6.13	73.57	1.30	15.54
20	143.33	47.78	4.96	59.54	1.35	16.21
25	124.84	52.02	4.24	50.90	1.41	16.95
30	111.52	55.76	3.74	44.92	1.48	17.80
35	101.38	59.14	3.37	40.49	1.56	18.76
40	93.34	62.22	3.09	37.05	1.66	19.87
45	86.77	65.08	2.86	34.28	1.76	21.18
50	81.30	67.75	2.67	32.00	1.89	22.73
55	76.64	70.25	2.51	30.08	2.05	24.63
60	72.62	72.62	2.37	28.43	2.25	27.00

Tabla (79).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 2 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

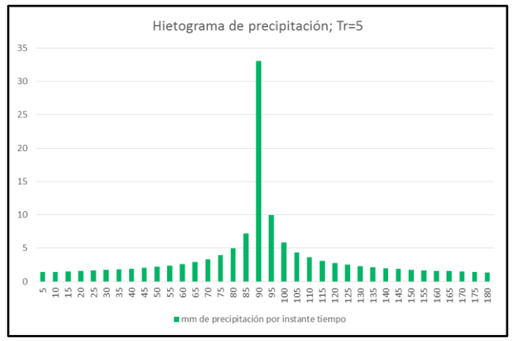


Grafica (17).Hietograma para periodo de retorno a 2 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 5 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	1
Intesidad de lluvia (mm/h)	43.21
Precipitación en 24 horas (mm)	43.21
Intervalos de tiempo (min)	5

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	396.90	33.07	33.07	396.90	1.41	16.91
10	258.46	43.08	10.00	120.01	1.46	17.55
15	201.10	50.27	7.20	86.39	1.52	18.25
20	168.30	56.10	5.83	69.91	1.59	19.03
25	146.60	61.08	4.98	59.76	1.66	19.91
30	130.95	65.48	4.40	52.75	1.74	20.90
35	119.04	69.44	3.96	47.55	1.84	22.03
40	109.60	73.07	3.63	43.51	1.94	23.34
45	101.89	76.42	3.35	40.26	2.07	24.87
50	95.46	79.55	3.13	37.58	2.22	26.69
55	89.99	82.49	2.94	35.32	2.41	28.92
60	85.28	85.28	2.78	33.38	2.64	31.70

Tabla (80).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 5 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

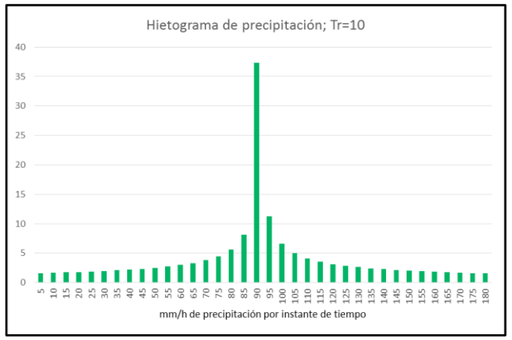


Grafica (18).Hietograma para periodo de retorno a 5 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 10 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	1
Intesidad de lluvia (mm/h)	48.79
Precipitación en 24 horas (mm)	48.79
Intervalos de tiempo (min)	5

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	448.17	37.35	37.35	448.17	1.59	19.09
10	291.84	48.64	11.29	135.52	1.65	19.81
15	227.08	56.77	8.13	97.55	1.72	20.61
20	190.05	63.35	6.58	78.95	1.79	21.49
25	165.53	68.97	5.62	67.48	1.87	22.48
30	147.87	73.94	4.96	59.56	1.97	23.60
35	134.42	78.41	4.47	53.69	2.07	24.88
40	123.76	82.50	4.09	49.13	2.20	26.35
45	115.06	86.29	3.79	45.46	2.34	28.08
50	107.79	89.83	3.54	42.43	2.51	30.14
55	101.62	93.15	3.32	39.88	2.72	32.65
60	96.29	96.29	3.14	37.69	2.98	35.80

Tabla (81).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 10 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

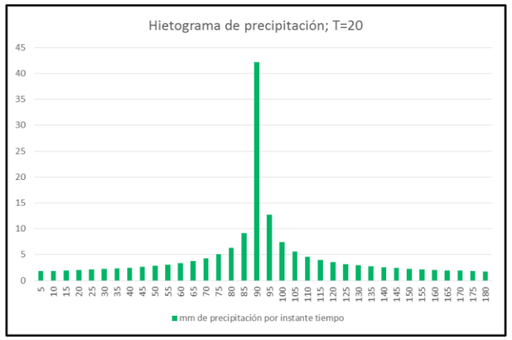


Grafica (19).Hietograma para periodo de retorno a 10 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 20 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	1
Intesidad de lluvia (mm/h)	55.09
Precipitación en 24 horas (mm)	55.09
Intervalos de tiempo (min)	5

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	506.07	42.17	42.17	506.07	1.80	21.56
10	329.55	54.92	12.75	153.03	1.86	22.37
15	256.42	64.10	9.18	110.15	1.94	23.27
20	214.60	71.53	7.43	89.15	2.02	24.27
25	186.92	77.88	6.35	76.20	2.12	25.38
30	166.98	83.49	5.60	67.26	2.22	26.65
35	151.78	88.54	5.05	60.63	2.34	28.09
40	139.74	93.16	4.62	55.48	2.48	29.76
45	129.92	97.44	4.28	51.33	2.64	31.71
50	121.72	101.43	3.99	47.91	2.84	34.04
55	114.75	105.19	3.75	45.03	3.07	36.87
60	108.73	108.73	3.55	42.56	3.37	40.42

Tabla (82).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 20 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

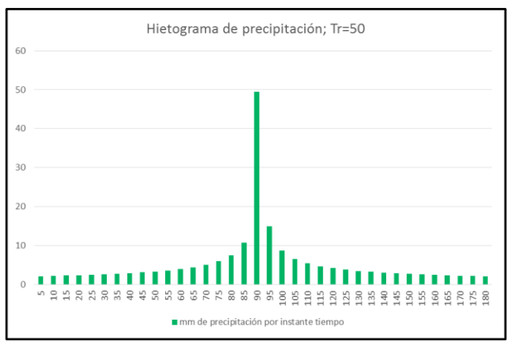


Grafica (20).Hietograma para periodo de retorno a 20 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 50 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	1
Intesidad de lluvia (mm/h)	64.69
Precipitación en 24 horas (mm)	64.69
Intervalos de tiempo (min)	5

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	594.24	49.52	49.52	594.24	2.11	25.32
10	386.96	64.49	14.97	179.69	2.19	26.27
15	301.09	75.27	10.78	129.34	2.28	27.32
20	251.99	84.00	8.72	104.68	2.37	28.49
25	219.49	91.45	7.46	89.48	2.48	29.81
30	196.07	98.03	6.58	78.97	2.61	31.29
35	178.23	103.97	5.93	71.19	2.75	32.98
40	164.09	109.39	5.43	65.14	2.91	34.94
45	152.56	114.42	5.02	60.28	3.10	37.23
50	142.93	119.11	4.69	56.26	3.33	39.97
55	134.74	123.51	4.41	52.88	3.61	43.29
60	127.68	127.68	4.16	49.98	3.96	47.46

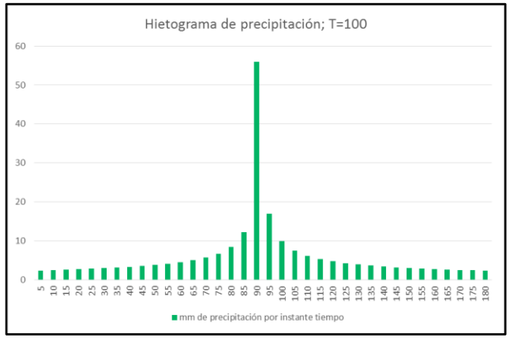
Tabla (83).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 50 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Grafica (21).Hietograma para periodo de retorno a 50 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 100 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)	1					
Intesidad de lluvia (mm/h)	73.05					
Precipitación en 24 horas (mm)	73.05					
Intervalos de tiempo (min)	5					
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	671.01	55.92	55.92	671.01	2.38	28.59
10	436.96	72.83	16.91	202.90	2.47	29.66
15	339.99	85.00	12.17	146.05	2.57	30.85
20	284.54	94.85	9.85	118.20	2.68	32.17
25	247.84	103.27	8.42	101.04	2.80	33.66
30	221.40	110.70	7.43	89.18	2.94	35.33
35	201.25	117.40	6.70	80.39	3.10	37.24
40	185.29	123.53	6.13	73.56	3.29	39.45
45	172.27	129.20	5.67	68.06	3.50	42.04
50	161.39	134.49	5.29	63.53	3.76	45.13
55	152.15	139.47	4.98	59.71	4.07	48.89
60	144.17	144.17	4.70	56.44	4.47	53.59

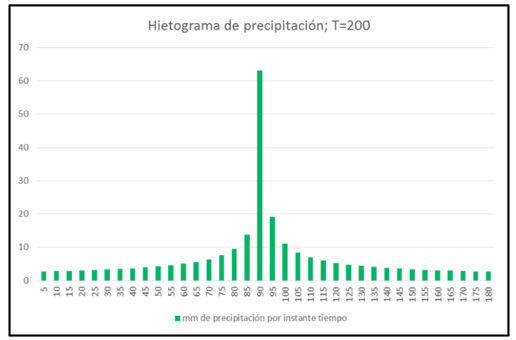
Tabla (84).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 100 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Grafica (22).Hietograma para periodo de retorno a 100 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 200 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)	1					
Intesidad de lluvia (mm/h)	82.49					
Precipitación en 24 horas (mm)	82.49					
Intervalos de tiempo (min)	5					
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	757.70	63.14	63.14	757.70	2.69	32.28
10	493.41	82.23	19.09	229.11	2.79	33.50
15	383.91	95.98	13.74	164.92	2.90	34.84
20	321.30	107.10	11.12	133.47	3.03	36.33
25	279.86	116.61	9.51	114.09	3.17	38.01
30	250.00	125.00	8.39	100.70	3.32	39.90
35	227.25	132.56	7.56	90.77	3.50	42.06
40	209.23	139.49	6.92	83.06	3.71	44.55
45	194.52	145.89	6.40	76.86	3.96	47.47
50	182.24	151.87	5.98	71.73	4.25	50.96
55	171.80	157.49	5.62	67.42	4.60	55.20
60	162.80	162.80	5.31	63.73	5.04	60.52

Tabla (85).Valores de Hietograma para periodo de retorno a 200 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Grafica (23).Hietograma para periodo de retorno a 200 años. Estación San Martín Texmelucan, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

24.9 *CAUDAL MÁXIMO.*

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

La estimación de indicadores de escurrimiento superficial en condiciones naturales es demasiado compleja, debido a que intervienen diversos factores como son: tipos de suelos y rocas, relieve, pendientes, vegetación, área de captación o cuenca, longitud del cauce principal, precipitación-tiempo, condiciones y dimensiones del cauce, que por tratarse de condiciones naturales estos factores presentan variaciones a lo largo de éste, entre otras variabilidades.

Sin embargo se debe entender que por caudales máximos se definirán como aquellos niveles básicos que no deben ser superados por el paso de una corriente hídrica.

METODOLOGÍA.

CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE LA FÓRMULA RACIONAL

Este método, que la literatura inglesa atribuye a Lloyd-George en 1906, si bien los principios del mismo fueron establecidos por Mulvaney en 1850, permite determinar el caudal máximo que escurrirá por una determinada sección, bajo el supuesto que éste acontecerá para una lluvia de intensidad máxima constante y uniforme en la cuenca correspondiente a una duración De igual al tiempo de concentración de la sección.

$$Q_{max} = CiA$$

En donde: Qmáx: Caudal máximo en la sección de cálculo, C: Coeficiente de escorrentía medio ponderado de la cuenca, A: Área total de la cuenca vertiente en la sección de cálculo, i: Intensidad media máxima para una duración igual al tiempo de concentración, de la sección de cálculo.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C

El coeficiente de escurrimiento C representa la fracción de la lluvia que escurre en forma directa y toma valores entre cero y uno, y varía apreciablemente entre una cuenca y otra, y de una tormenta a otra, debido a las condiciones de humedad iniciales. Sin embargo, es común tomar valores de C representativos de acuerdo con ciertas características de las cuencas como la vegetación, pendientes del terreno y uso de suelos.

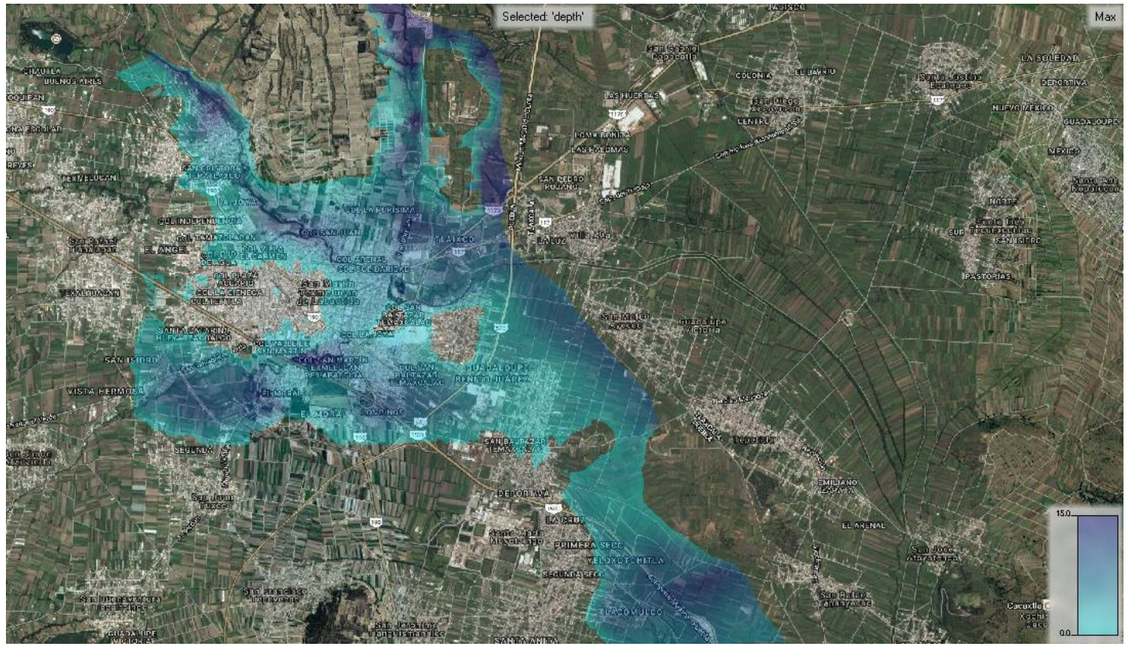
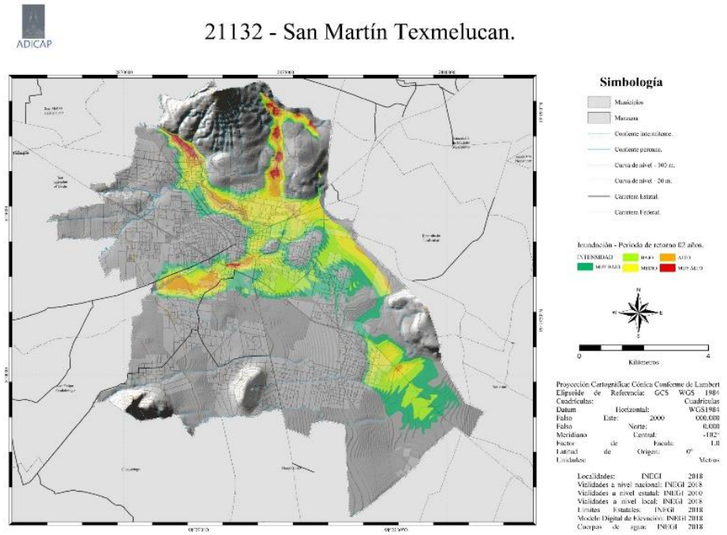
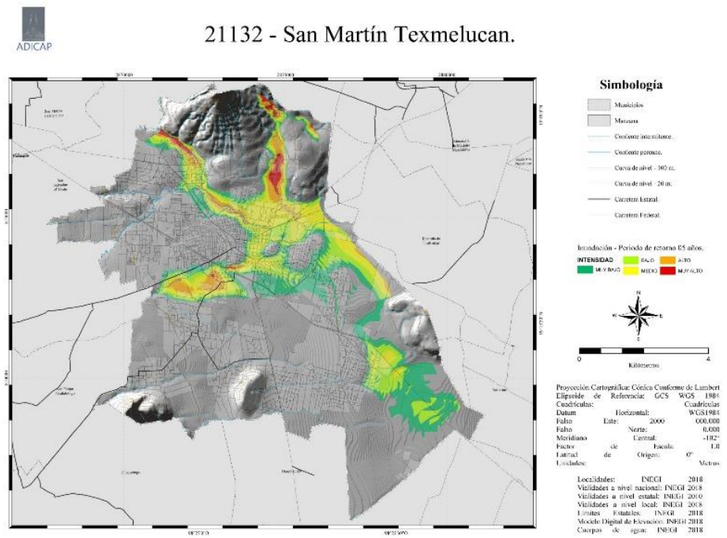


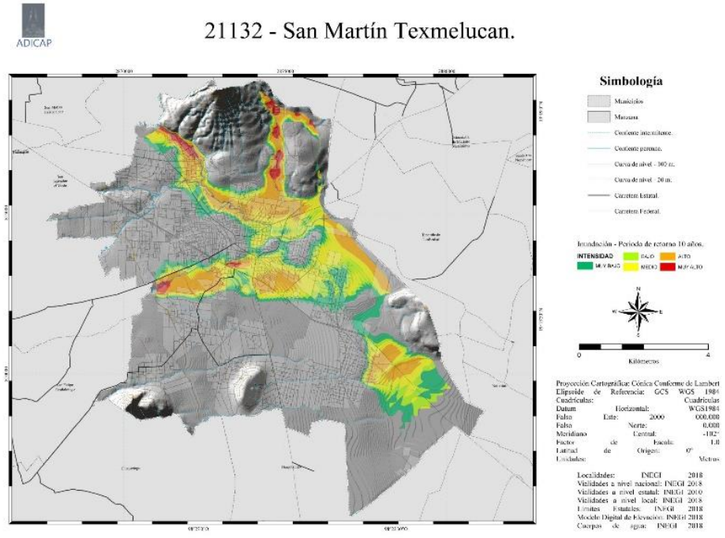
Figura (49) Modelo simulado de zonas de inundación



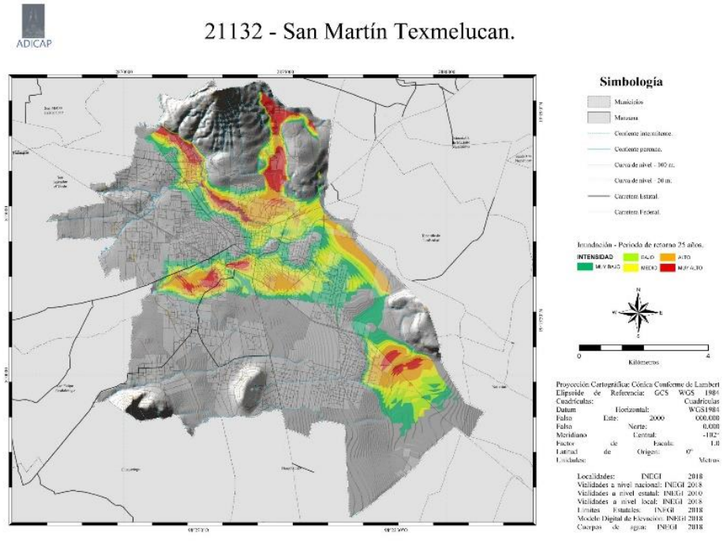
Mapa (95) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 2 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



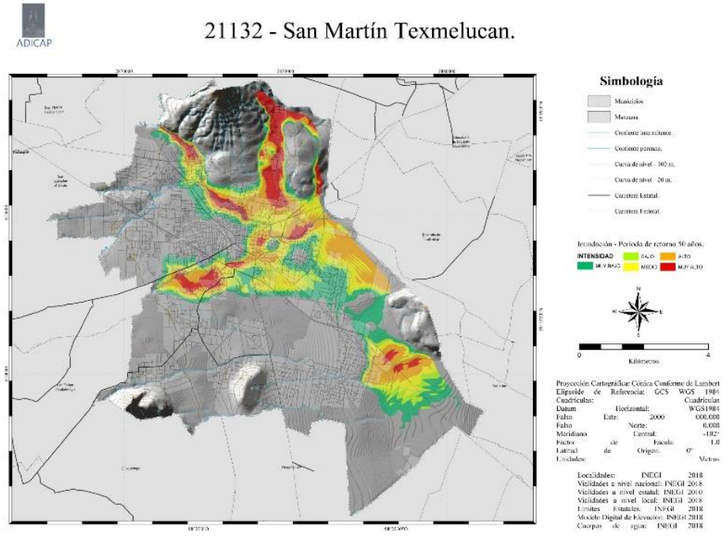
Mapa (96) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 5 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



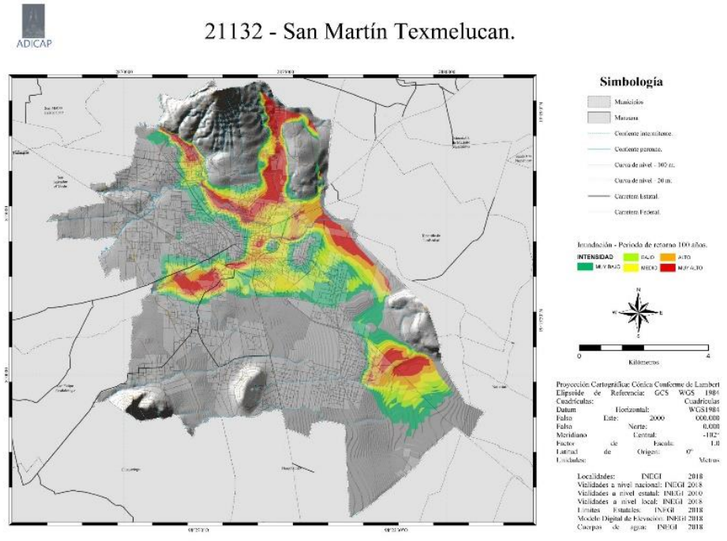
Mapa (97) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 10 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



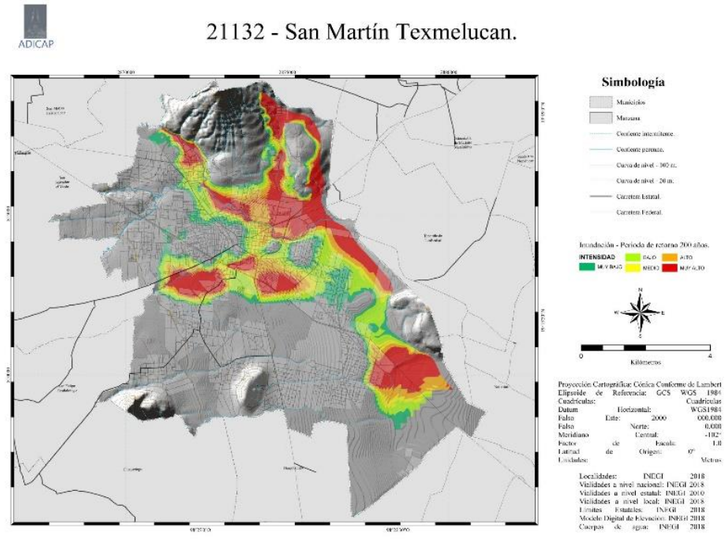
Mapa (98) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 25 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Mapa (99) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 50 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Mapa (100) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 100 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.



Mapa (101) Riesgo por Inundaciones, T. Retorno a 200 años., Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

25. FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

"El ser humano está en función de las condiciones de la naturaleza y a su vez en su propia función, es así que si la ecosistema no genera riesgo alguno para este, el será el encargado de generarlo"

FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS.

25.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad, se han desarrollado satisfactores para las siempre cambiantes condiciones de vida, lo cual implica la obtención, almacenamiento, manejo y transformación de diversas materias primas, como la madera, petróleo, minerales, vegetales, etc.

Desde 1950 se ha acelerado el desarrollo industrial y tecnológico de México, lo que conlleva el uso de una amplia variedad de sustancias químicas, necesarias para la elaboración de nuevos productos para uso doméstico, agrícola e industrial; esto genera residuos de diversos tipos, tanto tóxicos como no tóxicos, los cuales se vierten al suelo, agua y aire, ocasionando la consecuente contaminación del ambiente.

Los peligros químicos o químico-tecnológicos están asociados al uso y manejo de sustancias que poseen cierta capacidad de dañar (peligrosidad). En la normatividad mexicana, las sustancias son consideradas peligrosas por el tipo y nivel de afectación que pueden tener en la salud humana, en el ambiente y en los recursos naturales, debido a las propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables (CRETI) que poseen y a la cantidad con que éstas son utilizadas. Cenapred (2004) las describe de la siguiente manera:

a) Sustancias corrosivas: Sustancias y preparados que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de los mismos.
b) Sustancias reactivas: Sustancias y preparados que en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica.
c) Sustancias explosivas: Sustancias y preparados sólidos, líquidos pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explosionan.
d) Sustancias tóxicas: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad pueden provocar efectos agudos o crónicos, incluso la muerte.
e) Sustancias inflamables: Sustancias y preparados (plaguicidas y residuos peligrosos) que pueden calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía o sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que continúan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, o líquidos cuyo punto de ignición es muy

bajo o que, en contacto con el agua o con el aire húmedo, desprenden gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.

Los eventos pueden ser detonados de múltiples formas, entre las más importantes, Cenapred (2004) señala las siguientes: fenómenos naturales, fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas. Cabe señalar que estos eventos no son excluyentes entre sí, pues un incidente químico puede encadenarse a otros fenómenos químicos y/o naturales, y combinarse entre sí provocando un efecto dominó con la multiplicación y amplificación de los efectos o consecuencias. Las consecuencias de un evento o conjunto de eventos pueden ser innumerables y aunque muchos de los efectos derivados del uso de sustancias químicas se desconocen, éstos pueden clasificarse en:

a) Efectos a la salud de la población a corto y largo plazo, por ejemplo: irritación de ojos y piel, tracto respiratorio, nausea, vómito, daño renal, hepático, gastrointestinal, respiratorio, neurológico, entre otros y, hasta la muerte de quienes están en contacto directo con la fuente del peligro químico o a las personas que habitan en los alrededores de ésta.
b) Efectos en el ambiente: contaminación del suelo, aire y agua (superficial y subterránea).
c) Efectos en las construcciones: daño o destrucción de maquinaria y equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas, comercios, etc.
d) Efectos en la economía: suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos de auxilio a la población afectada. (CENAPRED, 2004).

La magnitud y severidad de los eventos químicos dependen del tipo y de la cantidad de material peligroso involucrado, como también de la localización del incidente, particularmente la localización define la población y los recursos expuestos, así como las condiciones ambientales y atmosféricas que permitirán el desplazamiento del contaminante en el ambiente.

26 . FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES, RIESGO SANITARIO

"Cada día se consume más de lo que realmente se necesita y cada día el planeta nos lo recuerda de una manera u otra".

FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES – RIESGO SANITARIO

26.1 *INTRODUCCIÓN*

Se define el fenómeno sanitario-ecológico como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos (artículo 2, fracción XXV de la Ley General de Protección Civil).

La clasificación del SINAPROC agrupa en esta categoría los eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas.

Las características de la clasificación SINAPROC pueden ser definidas de la siguiente manera:

- Contaminación Ambiental. Se caracteriza por la presencia de sustancias en el medio ambiente que causan un daño a la salud y al bienestar del hombre o que ocasionan desequilibrio ecológico. Esto sucede cuando las sustancias contaminantes exceden ciertos límites considerados tolerables; se trata en general de fenómenos que evolucionan lentamente en el tiempo y su efecto nocivo se manifiesta por un deterioro progresivo de las condiciones ambientales.

La contaminación puede darse en aire, agua y suelo, y en cada caso presenta características propias que requieren medidas de prevención y combates peculiares, que son prerrogativa del sector de protección al ambiente, y normalmente quedan fuera del ámbito de la protección civil.

- Desertificación. Consiste en un proceso mediante el cual la tierra pierde progresivamente su capacidad para sostener y reproducir vegetación. Las causas pueden ser una evolución natural del clima o, más frecuentemente un manejo inadecuado de la explotación de recursos hídricos o de suelo, como el sobre-pastoreo, los desmontes, o los asentamientos humanos mal planeados.

Las zonas de clima árido o semiárido son las más propensas a sufrir este fenómeno, que por sus características de generación lenta y por sus consecuencias principalmente agrícolas no es atendido generalmente dentro del ámbito de la protección civil. El fenómeno está muy ligado al de erosión, sobre el cual se trata en el capítulo de riesgos de origen hidrometeorológico.

Epidemias. Este hecho se da cuando una enfermedad adquiere durante cierto lapso una incidencia claramente superior a sus valores normales; esto se relaciona esencialmente con las enfermedades de tipo infeccioso y con la aparición de condiciones particularmente favorables a la transmisión de las mismas, sean estas condiciones de tipo ambiental o social.

27. FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES, ZONA INDUSTRIAL

"Según las estadísticas elaboradas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA - SEMARNAT, la mayor parte de las emergencias ambientales ocurren en la cobertura terrestre, por derrame o fuga, principalmente durante el transporte por ducto o por carretera".

FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES – ZONA INDUSTRIAL.

27.1 INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales, comerciales y de servicio involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y materiales peligrosos. Para que cada una de las actividades que conforman el ciclo se lleve a cabo de la mejor manera, es necesario conocer cada una de las características y propiedades de las sustancias y materiales, a fin de poder prevenir y en su caso, mitigar los impactos ante el medio natural y antropogénico que estos lleguen a desarrollar.

Se entiende por sustancia química peligrosa, a todas aquellas sustancias que pos sus propiedades físicas y químicas, al ser manejadas, trasportadas, almacenadas y/o procesadas encuentran en su haber un desarrollo alto o muy alto a la generación de riesgos en términos de salud, inflamabilidad, radioactividad; es por eso que el conocimiento de sus propiedades físicas y químicas, permite cuantificar de manera cualitativa los efectos zonales en los que dicha afectación puede llegar a suscitarse.

Es así que entre las propiedades físicas y químicas que con mayor índice determinan la peligrosidad de dichas sustancias, se puede mencionar el valor relativo de su densidad (ρ), el estado físico en que se encuentran desarrolladas en la naturaleza, su límite (superior e inferior) de inflamabilidad, el porcentaje de volatilidad, su temperatura de ebullición, fusión y auto-ignición, su solubilidad en agua, etc.

27.2 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE SUSTANCIAS Y MATERIALES QUÍMICO-PELIGROSOS.

27.3 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de cualquier sustancia y material químico peligroso consiste en un conjunto de recintos y recipientes que son usados para poder contenerlos; entre dichos recipientes se pueden mencionar los diques de contención, las tuberías de conexión, zonas de instalaciones de carga y descarga y trasiego, etc., siempre y cuando estas sean exclusivas.

Las sustancias químicas en estado líquido y gaseoso se almacenan de acuerdo a su ubicación en tanques aéreos o superficiales y subterráneos, y de acuerdo a la presión, en tanques atmosféricos, a baja presión y a presión. Su tamaño, diseño, materiales, forma e instrumentación dependen del producto y la cantidad a almacenar.

Mientras que aquellas sustancias que se encuentran en estado sólido pueden se almacenan en silos, sacos, tambores, bolsas y cajas.

De acuerdo con la norma NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo", la cual establece la forma de identificación y clasificación de las sustancias. Las propiedades que toma en cuenta son daños a la salud, inflamabilidad y radiactividad, dándole valores en una escala de 0 a 4 para indicar el grado de peligro que presentan, siendo 4 el de mayor peligro.

Esta norma establece dos opciones de identificación, una en forma de rombo y otra de rectángulo, el modelo rombo coincide completamente con el sistema de identificación de materiales peligrosos establecido por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA) en el estándar NFPA 704, mientras que el modelo rectángulo concuerda con el Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS por sus siglas en inglés (Hazardous Materials Identification System) desarrollado por la Asociación Nacional de Pinturas y Recubrimientos, ambos sistemas desarrollados en los Estados Unidos.

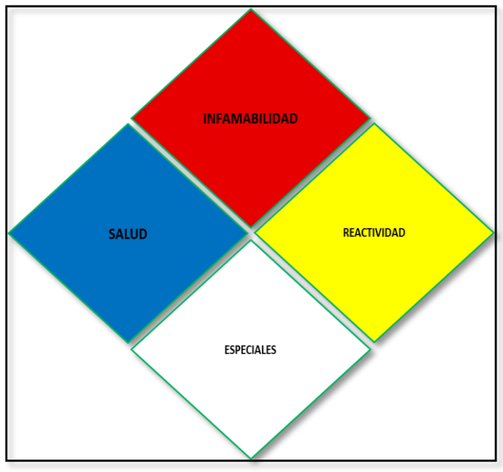


Figura (50). Diagrama de identificación de materiales peligrosos. (National Fire Protection Association, NFPA).

27.4 *TRANSPORTE*

El transporte de los materiales y los residuos peligrosos es inherente a cualquier sociedad con un desarrollo tecnológico. Los procesos industriales dependen de un flujo continuo de sustancias, materiales y residuos, y cuando éste se realiza existe un peligro potencial para la población y el ambiente en caso de una liberación accidental. En México las materias primas, productos terminados y residuos se transportan principalmente por vía carretera y ferroviaria, en esta operación se utilizan diferentes configuraciones y tipos de camiones, autotanques y carrotanques; adicionalmente, diversas sustancias peligrosas son transportadas a través de tuberías.

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) define a una sustancia peligrosa como: todo aquél elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades. De la misma manera la SCT define a un residuo peligroso como toda aquel material de residuo en estado físico variable, que por sus característica corrosivas, toxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, se encuentran representando un peligro para el equilibrio ecológico y/o ambiental.

Por su parte y de acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se define a un material peligroso como: aquella sustancia peligrosa, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

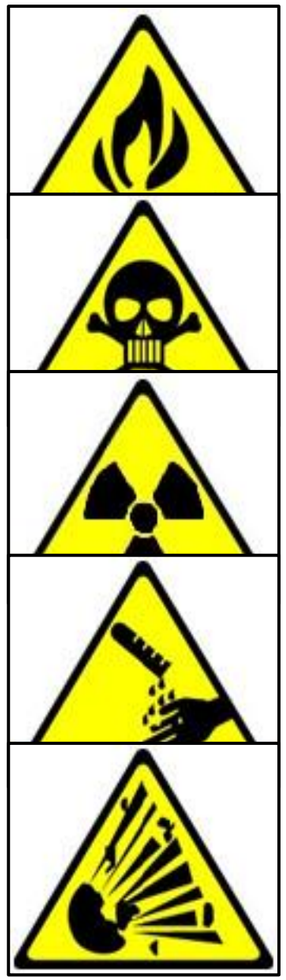
27.5 *ETIQUETAS BASE PARA IDENTIFICAR MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS*

De acuerdo con la NOM-003-SCT2-2008 "Características de las etiquetas de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos", se puede definir a toda aquella etiqueta como: cualquier señal o símbolo escrito, impreso grafico (visual), el cual mediante un código interpretativo indique el contenido, manejo, riesgo y peligrosidad de las sustancias, materiales y/o residuos peligrosos.

Dichas etiquetas deben estar debidamente adheribles, impresas o rotuladas de una manera que se permita fácilmente tener una apreciación visual, su propósito permite reconocer por su aspecto general de color, forma

y símbolo, aquellos envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos, identificar la naturaleza del riesgo potencial del material por residuo peligroso mediante su simbología y prevenir las situaciones de peligro en el manejo y estibado de dichos materiales.

En términos de la estandarización de la simbología utilizada e consideran los siguientes:



- Flama: Considera a peligro por incendios.
- Calavera y tibia cruzadas: Considera peligro por envenenamiento.
- Trébol esquematizado: Considera Peligro por radioactividad.
- Líquido goteando de dos tubos de ensayo sobre una mano y metal: Considera al peligro por corrosión.
- Bomba Explotando: Considera peligro por explosión.

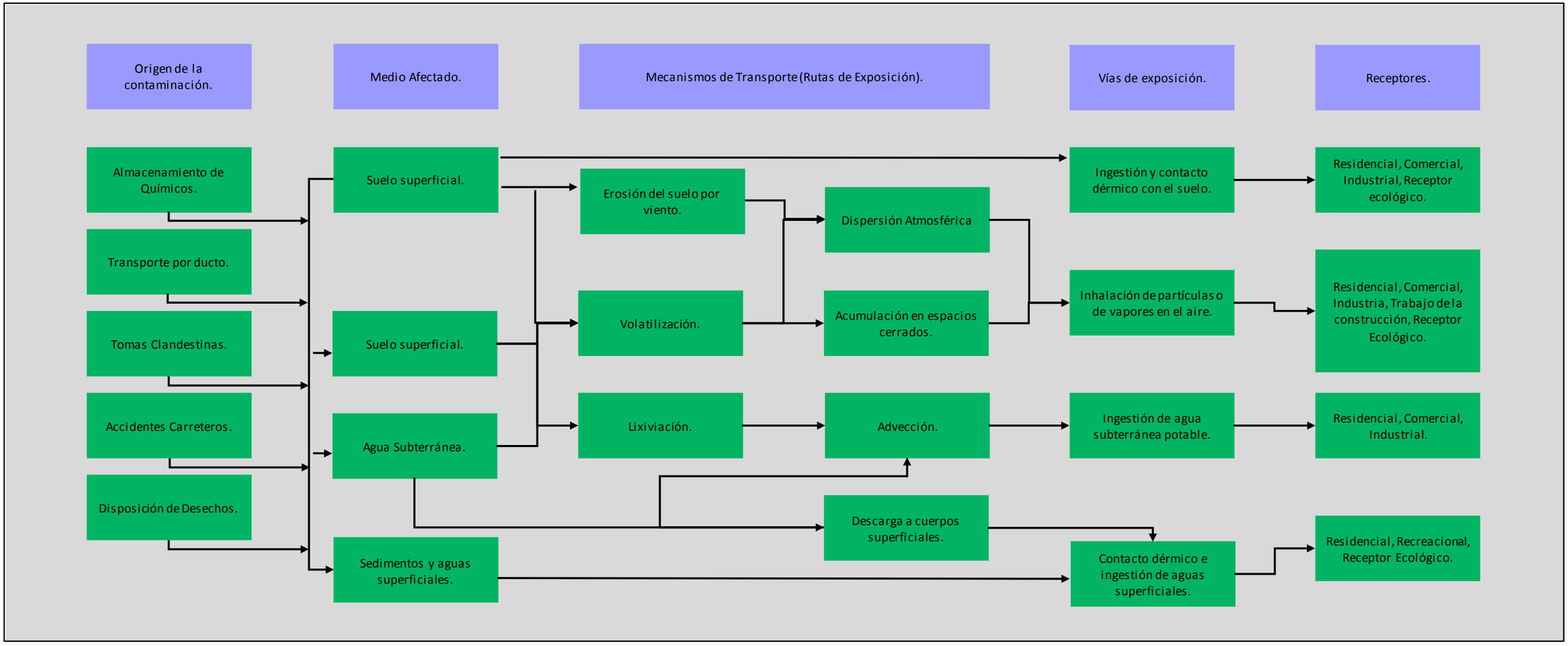


Diagrama (4). Diagrama del flujo de contaminación.

28 . INCENDIOS

INCENDIOS.

28.1 *INTRODUCCIÓN*

Es el fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita o gradual. Por lo general produce daños materiales, lesiones o la pérdida de vidas humanas. De lo anterior se suelen distinguir cuatro tipos de incendios:

1. ***Incendios en Trasportación:*** Corresponde a aquellos incendios que son originados y/o pueden producirse en vehículos o unidades de trasporte particular o privado durante el traslado de personas o bienes materiales (productos).
2. ***Incendios Industriales:*** Son aquellos que se presentan de forma súbita o gradual en instalaciones particulares, privadas o industriales, en donde se utilizan en gran cantidad ya sea para su transporte o almacenamiento sustancias y materiales químicos con alto grado de inflamabilidad.
3. ***Incendios Urbanos:*** Donde se destruye parcial o totalmente las zonas en donde estos se han desarrollado, siendo estas casas, edificios con alta concentración humana. Este tipo de incendios también podrían ser llamados como incendios de orden antropogénico primario, pues en ellos se tiene como variable explicativa principal a la población.
4. ***Incendios Forestales:*** A este tipo de incendios corresponde, todo incendio que se desarrolle de manera parcial y/o súbita en áreas verdes o de cubierta vegetal, así como en árboles, matorrales y maleza.

28.2 *INCENDIOS FORESTALES*

En específico, los incendios forestales afectan a selvas, bosques o vegetación de zonas áridas o semiáridas, pueden ser causados de forma natural pero en su mayoría son inducidos por el hombre. Esta ocurrencia se debe en gran medida a las actividades humanas, como las prácticas agropecuarias de roza-tumba-quema, por fumadores, fogatas o son provocados intencionalmente.

Los meses durante los cuales ocurre la mayor cantidad de incendios son de enero a mayo, lo cual coincide con la temporada de heladas y sequía, cuando la cantidad de material combustible es relativamente elevada. Existen diversos factores que tienen incidencia en el inicio del fuego, su desarrollo y las medidas para atacarlos, entre

estos se encuentran, el clima, el material combustible, la topografía del terreno y las actividades humanas; los incendios atribuibles a esta última causa representan el 92.85 % del total de los incendios que se producen en el país.

Se distinguen tres tipos de incendios Forestales de acuerdo a los silvicultores, primeramente se tienen aquellos que queman la capa de humus del suelo del bosque, deshidratándolo y secándolo en su totalidad, pero sin quemarlo de forma apreciable; posteriormente se tienen aquellos que queman la parre del sotobosque y todo aquel residuo superficial y finalmente se tienen aquellos incendios de corona, los cuales avanzan por las copas de todo árbol y arbusto o maleza de altura superior al metro.

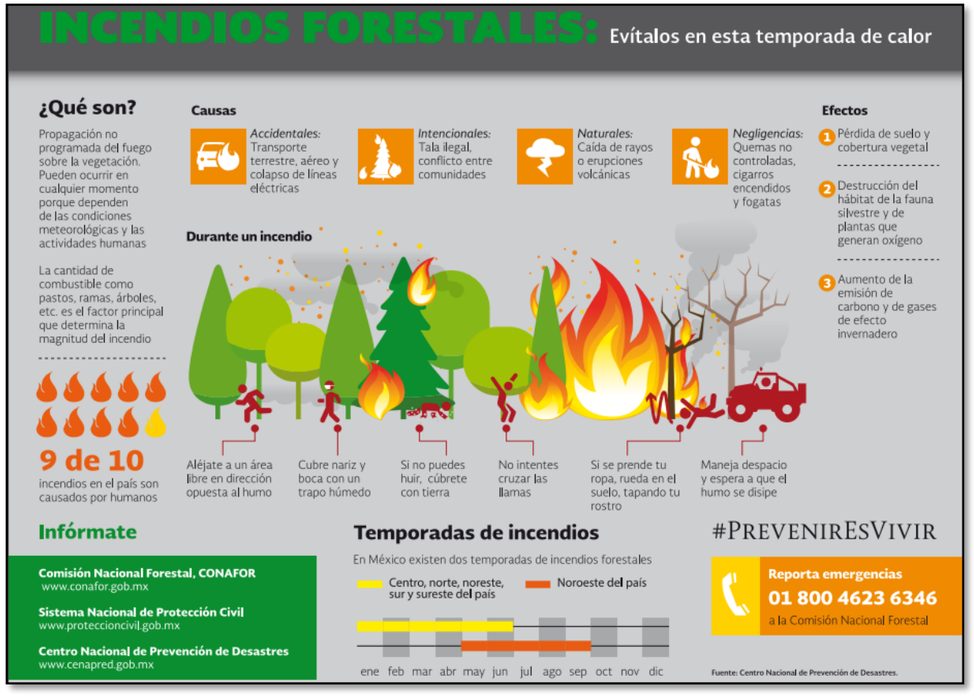


Figura (51). Infografía correspondiente a Incendios Forestales. CENAPRED.

La gran cantidad de dióxido de carbono desprendida por esta anomalía la que contribuye al efecto invernadero, por otra parte la desaparición de árboles y cubierta vegetal es un valor pivote en la destrucción de hábitats, así como en el incremento de los procesos erosivos erosión, pues multiplica la carga de sedimentos de en los ríos, haciendo que las inundaciones estaciónales sean mucho más graves.

Cuando el fuego es oficialmente declarado, es difícil de extinguir, no obstante cuando la capa de humus no es muy profunda, es posible apagarlos con agua o arena. En la mayor parte de los casos, estos se pueden controlan excavando zanjas a su alrededor y dejando que se extingan por sí mismos.

Los fuegos de superficie por su parte se encuentran limitados a toda aquella área adyacente de vegetación baja y restos vegetales, y una manera muy práctica de hacer que su desarrollo se extienda se basa en el hecho de ir haciendo cortafuegos de emergencia y así poder confinar el área.

Finalmente un fuego de corona es muy difícil de extinguir. Se puede dejar que lo haga por sí mismo, o se les puede detener con agua o limitarlos por medio de contrafuegos. Las áreas de contrafuego se crean quemando con cuidado una franja de bosque a sotavento del incendio para que cuando el fuego llegue al área quemada no pueda ir más allá.

28.3 *CONSECUENCIAS DE LOS INCENDIOS*

A diferencia de lo que muchos piensan, el bosque se sustenta en una capa de tierra medianamente fértil de unos 60 centímetros de espesor. Debajo de eso hay capas de suelo gredoso, arenoso, pedregoso y muchos más, todos inútiles para que algo crezca encima. Normalmente esta delgada capa fértil es sostenida por las raíces de los árboles, pero cuando se queman ya nada sujeta esta tierra y entonces es erosionada por el viento y el agua.

Una de las mayores consecuencias por el fenómeno correspondiente incendios es aquella que tiene que ver con el fenómeno de erosión hídrica, esto es debido a que en la etapa final de cualquier incendio la capa vegetal ha sido removida si no bien del todo, si en gran medida, por lo que el agua tiene una mayor accesibilidad a poder movilizar los materiales finos del suelo.

De la misma manera un incendio aumenta los niveles de dióxido de carbono en la atmosfera lo contribuye al aumento en el efecto invernadero y por ende al cambio climático que en los últimos años ha venido intensificándose de marera radical y exponencial; así mismo las cenizas que son generadas en las etapas de combustión limitan el desarrollo de los nutrientes característicos de la zona en donde se produzca este fenómeno.

Aunque el daño para el medio ambiente de un incendio forestal es evidente, en ocasiones, también puede tener consecuencias positivas. Los incendios limpian la materia muerta o en descomposición, lo que permite que crezcan nuevas plantas, por lo que puede ser considerado como una pequeña forma de regeneración.

De la misma manera positiva este fenómeno permite que exista un equilibrio del ecosistema al eliminar insectos nocivos y plantas enfermas. Al destruir árboles y arbustos también se puede aumentar el hecho de que la luz que llegue al suelo, permitiendo que nuevas semillas crezcan. En ocasiones, los incendios forestales aumentan la cantidad de diversidad de plantas y animales en un ecosistema.

Finalmente, la naturaleza no permanece impávida ante el fuego y esta tiene sus mecanismos para recuperarse, pero para esto hay que evitar tocarla, dentro de lo posible. En muchos lugares no es necesario hacer nada. La recuperación se inicia apenas pasa el fuego. Pero donde el daño es mayor se puede requerir la intervención humana para reconstruir lo que la misma mano humana ha destruido. Esto hay que tomarlo con pinzas, ya que es más peligroso hacer mal una recuperación que no tocar el lugar.



Fotografía (24). Incendio representativo de zona boscosa. CONAFOR.

28.4 *PORCENTAJE DE AMENAZA INCENDIOS FORESTALES.*

METODOLOGÍA.

Determinación del componente de combustibles forestales (CCF)

Este componente se encuentra determinado por tres parámetros: carga de combustibles, compuesta por ligeros (cl) y pesados (cp), cama de combustibles (cc) y su profundidad, también llamado profundidad del mantillo (pcc).

La determinación de estos parámetros deberá realizarse en el área de estudio por medio de un muestreo, aplicando la técnica de intersecciones planares (Van Wagner, 1982), como se explica a continuación.

1. Se debe ubicar una línea de 20 m de longitud con una dirección definida aleatoriamente en la zona de estudio.

2. Para cada estrato se deberá llevar a cabo un muestreo.

3. Para superficies en donde un estrato sea mayor a una hectárea, deberán hacerse tantos muestreos como número de hectáreas se tengan.

4. Debido a que la carga de combustible va cambiando a lo largo del año, para el análisis de estas variables es necesario que se realicen muestreos por cada época del año, o si es posible cada mes, dependiendo de la época del año en que se realice el estudio.

En campo, se colocan dos estacas a 20 m, y se tiende un hilo cáñamo a una altura entre 30 y 50 cm, dependiendo de las condiciones del material forestal muerto. Posteriormente, sobre la línea de muestreo marcada por la cuerda, se marcarán las distancias a 1 m, 4 m, 5 m, 10 m, 15 m y 20 m

La carga de combustible forestal, se define como la relación existente entre el peso del material y la unidad de área expresada en kg/m2 y depende de las siguientes variables:

- Diámetro del material leñoso.
- Clasificación del tipo de vegetación, por ejemplo: pino, encino, oyamel, etc.
- Pendiente del terreno.
- Longitud de la línea donde se recolecta la muestra (L).

28.5 *CÁLCULO DE LA CARGA DE COMBUSTIBLES (COMBUSTIBLES LIGEROS Y PESADOS)*

Las caracterizar de los materiales combustibles del sitio, se lleva en razón de un registro de las muestras obtenidas con el siguiente procedimiento:

A. Cuantificación de la cantidad de materiales finos y pesados que intersectan la línea de muestreo y que se encuentren depositados en el suelo.

- a.1 Recolección de ramas y leña que tenga un diámetro entre 0.1 y 2.5 cm, para el primer metro.
- a.2 Recolección de ramas y leña que tenga un diámetro entre 2.5 y 7.5 cm, para los primeros cuatro metros.
- a.3 Recolección de material leñoso con diámetro mayor a 7.5 cm, para los 20 metros
- a.4 Anotar el diámetro de cada uno de los elementos recolectados (d1, d2, d3, . . . , dn) en el rango de materiales que le corresponda.
- a.5 Elevar al cuadrado el valor de cada uno de los diámetros.
- a.6 Sumar todos los diámetros que se elevaron al cuadrado.
- 3.6. calculará c, que es el factor de corrección por pendiente.
- para la estimación de la carga de combustibles superficiales muertos, se aplica la ecuación de Van Wagner (1982).

28.6 *CÁLCULO DE LA CAMA DE COMBUSTIBLE (CC)*

La cama de combustible es un volumen que se compone por material leñoso, hojarasca, y otros tipos de vegetación.

B. La determinación del valor de la cama de combustible se lleva a cabo mediante el siguiente procedimiento:

b.1 Se registrarán las profundidades a los 5 m, 10 m, 15 m y 20 m de longitud sobre la línea de muestreo.

b.2 Posteriormente se calculará el promedio de todas las profundidades en la línea de muestreo, simplemente haciendo la suma de las profundidades (A) y el resultado se dividirá entre cuatro, el valor se anotará en la tabla 3.8 en la celda denominada pc promedio.

b.3 A los 5 m, 10 m, 15 m y 20 m sobre la línea de muestreo, se dibujarán cuadrantes de 50 x 50 cm.

b.4 La hojarasca recolectada en cada cuadrante se pesará en el sitio (in situ).

b.5 De la muestra de hojarasca en cada uno de los cuadrantes, se tomarán 300 g para su posterior secado, este se puede realizar de dos formas; la primera es calentándolo en una estufa durante varias horas hasta que pierda su humedad, y la segunda exponiéndolo a un secado natural, teniendo especial cuidado en que no se pierda ningún elemento del material.

b.6 El material seco del punto anterior se pesará nuevamente.

b.7 El peso por unidad de superficie en kg/m2, se obtendrá de la suma de los pesos de los cuatro cuadrantes (B) y dividiéndolo entre 1 m^2.

b.8 La relación que guardan los 300 g de material que se tomaron de las muestras en los cuatro cuadrantes, dado en unidades de superficie

b.9 El valor del peso seco de los 1,200 g (C), se dividirá entre el resultado de la ecuación 7, con lo cual obtendremos la cantidad de combustible por unidad de superficie, que constituye la cama (cc).

28.7 *OBTENCIÓN DEL COMPONENTE METEOROLÓGICO (CM)*

Esta componente tiene gran influencia en la determinación del índice de peligro, ya que de ésta depende el contenido de humedad del material combustible, situación que regula la ocurrencia de los incendios forestales. Las variables meteorológicas que el modelo considera, son:

- Temperatura media máxima mensual (tmm)
- Precipitación media normal mensual (pnm)
- Orientación de la pendiente (op)

28.8 *OBTENCIÓN DE LA COMPONENTE DE CAUSA (CC)*

Es de gran importancia considerar los agentes causales de los incendios forestales para su integración en el presente modelo, sin embargo se presenta una gran dificultad de representarlo espacialmente, por lo que se realiza un análisis de los rasgos geográficos asociados con actividades humanas (Chuvieco *et al*, 2000, García *et al*., 1999, Almeida, 1994), tales como distancia a vías de acceso al sitio de estudio, distancia a poblados, áreas sometidas a manejo forestal, las cuales se utilizarán en la metodología y se sugieren determinar a través de una carta topográfica.

28.9 *DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE MANEJO FORESTAL (AA)*

Las actividades de manejo forestal engloban la producción maderera comercial, la conservación de la biodiversidad y actividades turísticas en bosques y selvas.

Para determinar el área de manejo forestal en el sitio de estudio, se utilizará la carta de uso de suelo y vegetación, con el fin de identificar las zonas con actividades referentes al aprovechamiento forestal. Una forma de realizar este cálculo, se tratará por medio de cuadrículas, cada vez más pequeñas, estimar el valor de la superficie de un estrato, teniendo en cuenta que se deben de excluir los cuerpos de agua, las zonas urbanas y los pastizales.

28.10 *DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA A VÍAS DE COMUNICACIÓN*

Las vías de comunicación que se considerarán para la aplicación del modelo mediante la determinación de su distancia a la zona de interés son:

Para las tres variables el cálculo de las distancias se deberá llevar a acabo empleando la carta topográfica 1:50,000, y midiendo sobre el mapa la distancia que existe entre el límite de la zona de estudio y la carretera más cercana, para facilitar el cálculo con una regla, se establece que la cuadrícula de la carta es de 1 km por 1 km, o bien, que cada 2 cm representan 1 km.

- Distancia a carreteras (dc).
- Distancia a veredas (dv).
- Distancia a brechas de extracción de madera (db).

29. FUGAS TÓXICAS Y DERRAMES - DUCTOS DE GAS, DIÉSEL Y COMBUSTOLEO

"Trabajar con los combustibles y otros materiales peligrosos sólo se puede hacer de manera segura cuando se tiene una comprensión de las propiedades y los peligros de los materiales.".

29.1 *DUCTOS*

INTRODUCCIÓN

El uso de sistemas de trasporte alternos en el ámbito de materiales estratégicos y/o minerales primarios, como es el caso de los hidrocarburos tiene una importancia estratégica nacional, pues de ello dependen en gran medida los fenómenos de infraestructura que se puedan generar y aportar a su vez una reducción en los costos de transporte y el riesgo de pérdida de los mismos. Un ducto representa hoy en día uno de los medios más eficientes e importantes en el ámbito de transporte de hidrocarburos, esto se debe primordialmente a que los materiales pueden viajar desde las zonas de producción, las plantas de refinancian y petroquímicas, hasta las áreas en donde han de ser utilizados o bien en los puestos destinados a su embarque hacia el extranjero.

El valor estratégico de los ductos radica en la naturaleza de que los productos se movilizan con una mayor eficiencia, pues en ellos se trata el combustible imprescindible para la vida diaria, el cual es insustituible en su calidad como materia prima para el procedimiento de la gran variedad de los productos elaborados, ya sean sencillos y cotidianos o complejos y necesarios. De aquí que la necesidad de contar con una red de ductos que este adecuada a los requerimientos de movilización y sujeta a los procedimientos de optimización de construcción, así como a los modernos sistemas de VIGILANCIA, MANTENIMIENTO y CORRECCION DE FALLAS, es indispensable.

GAS, DISEL Y COMBUSTOLEO

29.2 *COMBUSTOLEO*

El combustóleo es la fracción pesada del petróleo crudo después de someterse a destilación al alto vacío; se prepara por mezcla con otros residuales como residuo catalítico, residuo de reductora y residuo de H-oil (hidrodesintegradora de residuales); se suelen utilizar diluyentes para ajustar las especificaciones requeridas; el combustóleo pesado debe contener 4% en peso máximo de azufre y una viscosidad de 475 a 550 SSF (standard saybolt furol) a 50°C. Se produce en Cadereyta, Cd. Madero, Minatitlán, Salamanca, Salina Cruz y Tula. Es utilizado como combustible industrial en quemadores de flama abierta., para la generación de electricidad, en locomotoras y barcos; en las refinerías se utiliza en los calentadores a fuego directo. Se debe mantener en tanques con calentamiento a una temperatura entre 70° y 80°C.

Propiedades (Unidades)	Valor
Azufre (% Peso)	*4*
Temperatura mínima de inflamación (°C)	*66*
Temperatura Mínima de Inflación (°C)	*15*
Temperatura de auto ignición (°C)	*254 - 285*
Gravedad específica a 20/4°C	*1.0 Máxima*
Color	*Líquido viscoso obscuro*
Olor	*Característico a hidrocarburo*
Viscosidad cinemática a 50 °C (mm²/s)	*636 - 1166*
Poder Calorífico neto Mínimo (MJ/Kg)	*40*
Solubilidad en agua (g/100ml a 20°C)	*Insoluble*

Tabla (86).Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias. HDSS: PR-405/2008 COMBUSTÓLEO PESADO. Subdirección de Auditoría en Seguridad y Protección Ambiental de Pemex-Refinación. 2014.

29.3 *DIÉSEL*

La producción de diésel es menos compleja que la producción de gasolina; pero se trata también de una mezcla de hidrocarburos de composición química no definida en su totalidad. La composición química del diésel depende en mayor medida del tipo de crudo procesado, debido a que son pocos los procesos químicos destinados a transformar el petróleo crudo en diésel. El diésel se obtiene mayormente de procesos de fraccionamiento o destilación. Un volumen importante proviene del proceso de destilación primaria del cual se separa la fracción de hidrocarburos que destilan aproximadamente entre los 175 y los 370 grados Celsius.

Dentro de los tipos de diésel que produce Petróleos Mexicanos, ya sea automotriz, industrial o marino, predominan los hidrocarburos no volátiles de tipo parafínico, arreglados principalmente en cadenas lineales de entre 11 y 22 átomos de carbono, también están presentes algunos compuestos de la familia de los aromáticos, cuya concentración por cuestiones normativas, no puede ser superior a 30% en volumen.

Por lo anterior, es prácticamente imposible hablar de una composición química generalizada y definida para los hidrocarburos que componen el diésel que se vende en el país. En consecuencia, las especificaciones para la industria petrolera establecen las características que debe cumplir el diésel en función de los requerimientos tecnológicos de los motores y equipos, independientemente de la composición química. Aun cuando la normatividad establece especificaciones diferenciadas para el diésel automotriz, industrial y marino, Pemex ha mencionado que todo el diésel producido en sus refinerías se enfoca a satisfacer las especificaciones del diésel automotriz, por lo que se infiere que prácticamente es el mismo que se utiliza para aplicaciones industriales y marinas.

29.4 *DIÉSEL ULTRA BAJO AZUFRE (UBA)*

Es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo como destilados intermedios. Este producto se emplea como combustible automotriz. Su contenido máximo de azufre total, es de 15.0 mg/kg. Este se produce principalmente en las refinerías de Tula, Salamanca, Minatitlán y Cadereyta. En la actualidad Pemex distribuye diésel de ultrabajo azufre en las zonas metropolitanas de Valle de México y Monterrey, así como en las principales ciudades de la Frontera Norte. En tanto que en la ZM Guadalajara la cobertura es parcial.

Propiedades (Unidades)	Valor
Aromáticos (% Volumen Máximo)	*35*
Azufre (mg/Kg Máximo)	*15*
Temperatura Máxima para el 10% de destilación (°C)	*275*
Temperatura mínima de inflación (°C)	*45*
Temperatura de auto ignición (°C)	*254 - 285*
Gravedad especifica 20/4 °C	*Menor a 1*
Color (ASTM D1500)	*2.5 (máximo)*
Olor	*Característico a hidrocarburo*
Viscosidad Cinemática a 40 °C (mm²/s)	*1.9 - 5.8*
Limites de explosividad	*0.6 inferior - 6.5 superior*
Solubilidad en agua (g/100ml a 20°C)	*Insoluble*

Tabla (87).Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias. HDSS: PR-323/2008 PEMEX DIÉSEL UBA. Subdirección de Auditoría en Seguridad y Protección Ambiental de Pemex-Refinación.2014.

29.5 *DIÉSEL INDUSTRIAL BAJO AZUFRE*

Este producto es para uso exclusivo en quemadores de flama abierta, no debe ser utilizado en motores de combustión interna, por no satisfacer los requerimientos necesarios para su uso; y sus especificaciones permiten que se pueda usar como diésel industrial en la ZMVM. Su contenido máximo de Azufre total, es de 500 mg/kg.

Propiedades (Unidades)	Valor
Azufre (mg/Kg Máximo)	*500*
Temperatura máxima de escurrimiento (°C)	*10*
Temperatura Mínima de Inflación (°C)	*52*
Temperatura de auto ignición (°C)	*254 - 285*
Gravedad específica a 20/4°C	*Menor a 1*
Color (ASTM D1500)	*5 (Máximo)*
Olor	*Característico a hidrocarburo*
Viscosidad cinemática a 40 °C (mm²/s)	*1.9 - 5.8*
Límites de explosividad	*0.6 inferior - 6.5 superior*
Solubilidad en agua (g/100ml a 20°C)	*Insoluble*

Tabla (88).Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias. HDSS: PR-304/2008 DIÉSEL INDUSTRIAL BAJO AZUFRE. Subdirección de Auditoría en Seguridad y Protección Ambiental de Pemex-Refinación. 2014.

29.6 *DIÉSEL MARINO*

Esta mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos y aromáticos, está derivado del procesamiento del petróleo crudo como destilados intermedios. Se emplea como combustible en motores de embarcaciones. Su contenido máximo de azufre total es de 500 mg/kg.

Propiedades (Unidades)	Valor
Azufre (mg/Kg Máximo)	*500*
Temperatura máxima para el 90% de destilación (°C)	*350*
Temperatura Mínima de Inflación (°C)	*60*
Temperatura de auto ignición (°C)	*254 - 285*
Gravedad específica a 20/4°C	*Menor a 1*
Color (Visual)	*Morado*
Olor	*Característico a hidrocarburo*
Viscosidad cinemática a 40 °C (mm²/s)	*1.9 - 4.1*
Límites de explosividad	*0.6 inferior - 6.5 superior*
Solubilidad en agua (g/100ml a 20°C)	*Insoluble*

Tabla (89).Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias. HDSS: PR-303/2008 DIÉSEL MARINO ESPECIAL. Subdirección de Auditoría en Seguridad y Protección Ambiental de Pemex-Refinación. 2014.

29.7 *GAS NATURAL SECO*

El gas natural Seco, también conocido como gas metano, es un combustible compuesto de hidrocarburos paranínficos que se encuentran en el subsuelo de los campos y pozos petrolíferos. Procede de la descomposición de los sedimentos de materia orgánica atrapada entre estratos rocosos y es una mezcla de hidrocarburos ligeros en la que el metano (CH_4) se encuentra en grandes proporciones, acompañado de otros hidrocarburos y gases cuya concentración depende de la localización del yacimiento. El gas natural extraído de los yacimientos, es un producto incoloro e inodoro, no tóxico y más ligero que el aire.

En la República Mexicana este producto se obtiene a partir del gas natural asociado al petróleo o del gas natural no asociado de los pozos de gas del norte del país. El gas natural seco es distribuido a través del sistema nacional de gasoductos (SNG) que cuenta con casi 10, 000 km de ductos para transportar este energético. El sistema

cuenta con 15 estaciones de compresión. En el sur el sistema parte de Nuevo Pemex y sus principales ramales llegan a la Ciudad de México, la Ciudad de Guadalajara, la Ciudad de Monterrey y Ciudad Juárez.

Propiedad	Valor
Metano (CH-4)-Min.	*84*
Oxígeno (02)-Max.	*0.2*
Bióxido de Carbono (CO2)-Max	*3*
Nitrógeno (N2)-Max.	*4*
Etano-Max.	*11*
Humedad (H2O)-Max	*110*
Ácido Sulfhídrico (H2S)-Max	*6*
Azufre Total (s)- Max	*150*

Tabla (90). Especificaciones de Gas Natural, NOM-001-SECRE-2010. IMP, 2014.

29.8 *GAS LP*

El gas Licuado de petróleo es producto de la mezcla de gas butano y gas propano en proporción aproximada de 65% butano y 35% propano; contiene como impurezas principales propileno o butileno. En su estado natural el gas L.P. no tiene olor ni color, por lo mismo es difícil y sumamente peligroso su manejo. Para facilitar su aprovechamiento y poder detectar fácilmente una posible fuga, se le agrega un odorizante, que generalmente es Mercaptano, sustancia que tiene consistencia aceitosa y que se diluye fácilmente en gas L.P el cual debe de suministrarse en una proporción promedio de 1.0 litro por cada 104.0 litros por olorizar en volumen líquido.

Propiedad	Unidad	Resto del País	ZMVM
Presión de vapor en exceso a la atmosférica a 37.8°C	*kPa (lb/pulg²)*	*688 (100) mínimo; 1379 (200) máximo*	*896 (130) mínimo; 1379 (200) máximo*
Temperatura máxima de destilación del 95%	*°C*	*2*	*2*
Composición: Etano Propano n-butano + iso-butano Pentano y más pesados Olefinas totales	*% Vol*	*2.5 máximo* – – *2 máximo* –	*2.5 máximo* *60 mínimo* *40 máximo* *2 máximo* *2 máximo*
Residuo de la evaporación de 100 ml	*ml*	*0.05 máximo*	*0.05 máximo*
Peso específico a 15.6°C	*kg/dm³*	*informar*	*0.504 a 0.54*
Azufre total	*ppm (en peso)*	*140 máximo*	*140 máximo*
Agua libre	*Visual*	*Nada*	*Nada*

Tabla (91). Especificaciones de gas LP. NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005. IMP, 2014.

En fase liquida, cuando el gas L.P. se evapora, arrastra consigo el odorizante y este es el olor característico del "gas", que recuerda a los sulfuros. El gas L.P. se vuelve explosivo cuando se encuentra mezclado con oxígeno y existe una temperatura suficientemente alta para iniciar la reacción. La energía mínima para iniciar la ignición de una mezcla explosiva es de 0.25 milijoules para el propano (en otras palabras, con la chispa de la ropa sintética o la chispa de un apagador se puede iniciar una explosión de gas LP).

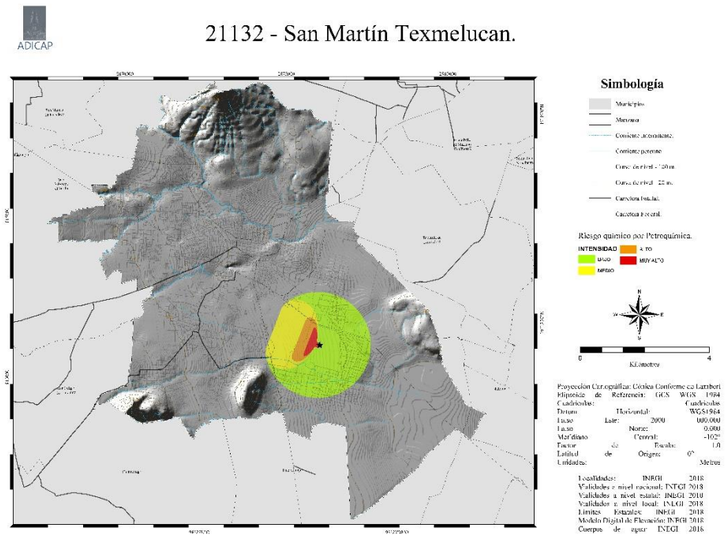
29.9 *SUSCEPTIBILIDAD AL RIESGO POR DUCTOS*

29.10 *METODOLOGÍA*

Dentro de la metodología utilizada, se realizaron recorridos y verificaciones en campo, para poder detectar la existencia de dichos ductos, sin embargo la problemática surgió a partir de la misma población que no permite dar información acertada de la continuidad de los ductos.

Para la determinación de la zona de peligro, se partió del supuesto de las distancias múltiples estimadas a partir de las cuales pueden presentarse afectaciones directas y de alto impacto, es así que aquellas que se localizan sobre la parte superior del trazo del ducto, presentan la mayor afectación o buffer de susceptibilidad.

De lo anterior se generó una matriz de cinco rangos específicos con distancias variables que pudieran representar las zonas de influencia a las cuales se encuentra sujeta la zona en razón a la infraestructura. La clasificación de los cinco rangos está marcada de 0m a 40m; 41m a 80m; 81m a 120m; de 121m a 160m y de 161m a 200m.



Mapa (102) Riesgo Químico por Petroquímica, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

30 . CUANTIFICACIÓN DE SUPERFICIES, VIVIENDAS Y POBLACIÓN ASENTADA EN ZONAS PONDERADAS A UN FENÓMENO

30.1 *CUANTIFICACIÓN DE SUPERFICIES, VIVIENDAS Y POBLACIÓN ASENTADA EN ZONAS PONDERADAS A UN FENÓMENO*

La identificación de los peligros y las características de los mismos es llevada a cabo mediante un análisis ponderado con respecto a las poblaciones que se localizan dentro de cada uno de los eventos caracterizados. La primera caracterización se presenta con la superposición de los fenómenos calculados con respecto a la distribución territorial y a las localidad que ahí se localizan, a fin de identificar desde el punto de vista del fenómeno a la población que se encuentra más expuesta, esto se expresa tanto en el área afectable, el número de viviendas existentes por la localidad y el factor AGEB.

De acuerdo a las reglas de estandarización en la elaboración de un catálogo para representar el Riesgo emitidas por SEDATU (2015) es necesario contar con una escala de intensidades, esta escala está directamente relacionada con el impacto que los fenómenos causan sobre la población.

INTENSIDAD DEL PELIGRO	CROMÁTICA	VALOR
MUY BAJO	¤	1
BAJO	¤	2
MEDIO	¤	3
ALTO	¤	4
MUY ALTO	¤	5

Tabla (92).Nomenclatura para representación de factores ponderados en áreas locales en base a SEDATU.

PELIGRO	TIPO	CODIGO
Geológico	Vulcanismo	G0V
	Sismicidad	G0S
	Tsunami	G0T
	Deslizamiento	G0D
	Caídos	G0C
	Flujos	G0F
	Hundimientos	G0H
	Subsidencia	G0B
	Agrietamiento	G0A
Hidrometeorológicos	Onda Calida	H0C
	Onda Gelida	H0G
	Sequia	H0Q
	Helada	H0H
	Tormenta de Granizo	H0TG
	Tormenta de Nieve	H0TN
	Ciclones Tropicales	H0CT
	Tornados	H0T
	Tormenta de Polvo	H0TP
	Tormenta electrica	H0TE
	Lluvia extrema	H0LE
	Inundaciones	H0I
Químico y Tecnologico	Incendios	QT0I
	Explosiones	QT0E
	Derrames y Fugas	QT0D
	Radiacion	QT0R

Tabla (93).Peligro, tipo y código de identificación de fenómeno. Municipio de San Martín Texmelucan.

Una vez que son tomadas estas consideraciones se ha desarrollado un sistema tabular en este se identifica cada uno de los fenómenos con su respectivo valor ponderado a la intensidad del peligro, esto haciendo referencia directa al posicionamiento y la distribución de dicho fenómeno.

30.2 *SUSCEPTIBILIDAD DE POBLACIÓN EN LAS LOCALIDADES POR FENÓMENOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEROROLÓGICOS*

Una vez que se identifica la susceptibilidad de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, es necesario identificar y calcular cada una de las localidades que están sujetas a dicha susceptibilidad; dentro de este contexto se toma el total de habitantes que recaen dentro de los valores ponderados de la matriz de susceptibilidad (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo) para poder definir el porcentaje de la población que se encuentra sujeta a dicho fenómeno.

Es así que las siguientes tablas permiten observar el grado de susceptibilidad que le corresponde a cada una de las localidades y por ende entender que fenómeno se encuentra con amplio desarrollo en la región y que valores en términos de la población afectada le corresponde.

30.3 *FENÓMENOS GEOLÓGICOS*

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0V	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	0	0	0.00
	BAJO	9	8,200	13.78
	MUY BAJO	22	51,326	86.22

Tabla (94). Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Piroclastos. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0D	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	2	277	0.47
	MEDIO	0	0	0.00
	BAJO	2	2,980	5.01
	MUY BAJO	27	56,269	94.53

Tabla (95). Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Deslizamientos. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0C	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	1	256	0.43
	MEDIO	1	2,978	5.00
	BAJO	1	21	0.04
	MUY BAJO	28	56,271	94.53

Tabla (96) .Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Caídos y Derrumbes. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0F	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	2	258	0.43
	MEDIO	3	6,179	10.38
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	26	53,089	89.19

Tabla (97).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Flujos. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0H	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	0	0	0.00
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	31	59,526	100.00

Tabla (98).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Hundimientos. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
G0B	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	0	0	0.00
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	31	59,526	100.00

Tabla (99).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Subsidencia. 2018.

30.4 *FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS*

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0C	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	30	59505	99.96
	BAJO	1	21	0.04
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (100).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Ondas Cálidas. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0G	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	1	6	0.01
	MEDIO	30	59520	99.99
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (101).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Ondas Gélidas. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0Q	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	31	59526	100.00
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (102).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Sequias. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0H	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	0	0	0.00
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	31	59,526	100.00

Tabla (103).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Heladas. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0TG	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	24	41,117	69.07
	MEDIO	7	18,409	30.93
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (104).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Tormentas de Granizo. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0TE	MUY ALTO	0	0	0.00
	ALTO	0	0	0.00
	MEDIO	31	59,526	100.00
	BAJO	0	0	0.00
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (105).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Tormentas Eléctricas. 2018.

FENOMENO	SUSCEPTIBILIDAD	No. LOCALIDADES	T. Habitantes	% Municipal
H0I	MUY ALTO	2	1,360	2.14
	ALTO	2	3,203	5.38
	MEDIO	2	10,105	16.98
	BAJO	29	44,858	75.36
	MUY BAJO	0	0	0.00

Tabla (106).Matriz de números de localidad, valor total y porcentaje de habitantes. Susceptibilidad a Ondas Gélidas. 2018.

31. VULNERABILIDAD

31.1 VULNERABILIDAD

INTRODUCCIÓN

De forma general se puede entender a la vulnerabilidad como aquella condición en la que el factor principal de medición es el daño que se puede producir ante una determinada población; la vulnerabilidad es directamente en proporción al termino social en el cual se encuentra delimitada, esto indica que las condiciones sociales globales dentro de un grupo o comunidad humana, caracterizan los rasos de susceptibilidad en términos de ser receptáculos de daños por la ocurrencia d un impacto natural o antropogénico determinado.

La vulnerabilidad da una idea de la sensibilidad de las personas, de los sistemas económicos y de los ecosistemas, de ser potencialmente afectados. El concepto de vulnerabilidad, tal como lo describe la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2012), se refiere a la cualidad de vulnerable, es decir a la posibilidad de ser herido o recibir alguna lesión física o moral.

Por otra parte, la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ONU/EIRD, 2004), indica que vulnerabilidad es una "condición determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto por amenazas".

Para el Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2007; 2012) "la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos".

La vulnerabilidad debe analizarse como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar, y al igual que el peligro, la vulnerabilidad es dinámica.

Macías (1992) plantea que la noción de vulnerabilidad no es estática sino dinámica, en tanto lleva implícito un contenido temporal y espacial que remite a procesos causantes de la condición de susceptibilidad, toda vez que opera el cambio de una determinada condición —de vulnerabilidad— a otra —después de recibir el daño—. Por tanto, la vulnerabilidad no es una condición autocontenida, sino definida por las amenazas que determinan su grado de exposición. Es imprescindible aclarar que una amenaza no afecta de igual manera a los grupos sociales, es decir, aquellos con elevado poder económico residentes en regiones peligrosas no son igual de vulnerables que los pobres que habitan las zonas de peligro. Mientras los primeros tienen acceso a tecnologías antirriesgos y disponen de una elevada capacidad de recuperación, los segundos no cuentan con tecnología ni tienen capacidad de respuesta.

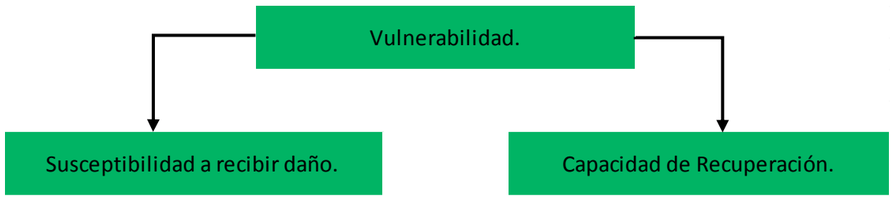


Diagrama (5). Flujo de la Vulnerabilidad. Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007; 2012.

Cuando hablamos de vulnerabilidad y desastres, ésta se puede entender en dos aspectos, como susceptibilidad a recibir daño o capacidad de recuperación. La vulnerabilidad es el potencial de pérdida y el potencial de recuperarse de un desastre y que por lo tanto no es exclusivo del momento de la emergencia.

31.2 *VULNERABILIDAD SOCIAL.*

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad es definida como una situación latente caracterizada por la convergencia de circunstancias que aumentan la probabilidad de las personas y hogares de sufrir contingencias que disminuyan dramáticamente su bienestar. Es un concepto multidimensional que busca identificar factores que refuerzan la reproducción de procesos que deterioran el nivel de vida de hogares e individuos.

La vulnerabilidad tiene su origen en la interacción de factores internos y externos a los hogares, que configuran su situación en un momento y espacio determinado. Los factores internos son los recursos de los que disponen los individuos y hogares, y las diversas estrategias de acción que estos les permiten desplegar para hacer frente a factores externos (shocks de origen natural o social).

La noción de vulnerabilidad social ayuda a identificar a grupos sociales, hogares e individuos, que por su menor disponibilidad de activos materiales y no materiales, quedan expuestos a sufrir alteraciones bruscas y significativas en sus niveles de vida.

Las denominadas "condiciones de vida" aluden al equipamiento y/o provisión de bienes del hogar en relación a la cantidad de miembros, a las características de la inserción ocupacional de los miembros, a los niveles de educación alcanzados por los mismos, al acceso a los beneficios sociales y a la posibilidad de expresión y participación en la vida pública.

Así la "vulnerabilidad social" está vinculada directamente con la pobreza y es planteada como una herramienta analítica que permite estudiar lo que ocurre en ese gran espacio de marginación y de pobreza, cuyos límites son difusos y móviles, identificando así las situaciones diversas y las distintas condiciones de riesgo.

Para determinar la vulnerabilidad de las personas es necesario plantearse dos preguntas:

¿A qué amenaza o peligro son vulnerables las personas?

¿Qué les hace vulnerables a la amenaza o el peligro?

Para contrarrestar la vulnerabilidad es necesario:

Reducir en la medida de lo posible los efectos del propio peligro (mediante mitigación, predicción y alerta, y preparación);

Fortalecer la capacidad para resistir y hacer frente a los peligros; abordar las causas subyacentes a la vulnerabilidad, como la pobreza, el mal gobierno, la discriminación, la desigualdad y el acceso insuficiente a recursos y medios de subsistencia.

Una definición de vulnerabilidad social, puede ser entendida "Como una condición social de riesgo, de dificultad, que inhabilita e invalida, de manera inmediata o en el futuro, a los grupos afectados, en la satisfacción de su bienestar -en tanto subsistencia y calidad de vida- en contextos sociohistóricos y culturalmente determinados."

Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como "Una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia su rehabilitación y recuperación frente a un desastre."

De lo, es posible definir a la vulnerabilidad social, para efecto de la metodología planteada por CENAPRED como

"El conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población."

31.3 *INDICADORES SOCIOECONÓMICOS*

Los indicadores socioeconómicos se dividen en cinco grandes categorías: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, pues son estos los que influyen de manera directa en las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de la población de una comunidad y una sociedad en general.

Gran parte de las condiciones de vulnerabilidad que se presentan en una población, dependen directamente del nivel de desarrollo que está presente. La vulnerabilidad social se encuentra reflejada en la predisposición del sistema a sufrir un daño, en función directa de sus condiciones y/o capacidades de desarrollo. El desarrollo de los individuos depende principalmente del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, así como el de recibir atención médica, los cuales, entre otros, son los elementos básicos constituidos de un desarrollo.

Estos indicadores están enfocados principalmente a la identificación de las condiciones que inciden e incluso acentúan los efectos de un desastre. La vulnerabilidad social es una condición íntimamente ligada a las capacidades de desarrollo de una población.

32. SALUD

"En los últimos años se ha manifestado una creciente necesidad del efecto de la pobreza en las condiciones de salud de la población, tanto en México, como a nivel mundial."

SALUD

32.1 *INTRODUCCIÓN*

Los indicadores son variables que intentan medir u objetivar en forma cuantitativa o cualitativa, sucesos colectivos (especialmente sucesos biodemográficos) para así, poder respaldar acciones políticas, evaluar logros y metas. La OMS los ha definido como "variables que sirven para medir los cambios". Los indicadores de salud son instrumentos de evaluación que pueden determinar directa o indirectamente modificaciones dando así una idea del estado de situación de una condición.

Algunos indicadores pueden ser sensibles a más de una situación o fenómeno. Por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil es indicador del estado de salud de la población sensible también para evaluar el bienestar global de una población.

Sin embargo, puede no ser específico respecto de ninguna medida sanitaria determinada porque la reducción de la tasa puede ser consecuencia de numerosos factores relacionados con el desarrollo social y económico. Los indicadores de salud y relacionados con la salud, con frecuencia utilizados en diversas combinaciones, se emplean en particular para evaluar la eficacia y los efectos.

32.2 *MÉDICOS POR CADA MIL HABITANTES*

Uno de los principales indicadores de desarrollo se encuentra reflejado en las condiciones de salud en las que se encuentra conferida la población, es por eso que el conocimiento que esta tiene como un servicio básico es un gran indicativo para saber qué tan vulnerable se encuentra una localidad.

La Secretaria de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada mil habitantes, por lo que el indicador calculado con respecto a la salud, reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada 1,000 habitantes en un periodo determinado.

La baja proporción de médicos se refleja en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que puede acentuar en caso de emergencia o desastre.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
SALUD	Cobertura de Servicios de Salud.	De 0.20 - 0.39 Por cada mil hab.	Muy Alto.	1	1.13	1
		De 0.40- 0.59 Por cada mil hab.	Alto.	0.75		
		De 0.6- 0.79 Por cada mil hab.	Medio.	0.5		
		De 0.8 - 0.99 Por cada mil hab.	Bajo.	0.25		
		1 o más por cada mil hab.	Muy Bajo.	0		

Tabla (107).Índice de Vulnerabilidad por cobertura en servicios de Salud para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

32.3 *TASA DE MORTALIDAD INFANTIL*

Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido a sobrevivir en su primer año de vida. Se toma en cuenta que el riesgo de muerte es mayor en los primeros días, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indica en gran medida las condiciones de atención a la salud de la población.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
SALUD	Tasa de Mortalidad Infantil.	De 57.0 a más.	Muy Alto.	1	16.72	0
		De 47.1 a 56.9	Alto.	0.75		
		De 37.1 a 47.0	Medio.	0.5		
		De 27.2 a 37.0	Bajo.	0.25		
		De 17.2 a 21.1	Muy Bajo.	0		

Tabla (108).Índice de Vulnerabilidad por Tasa de Mortalidad Infantil para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

32.4 *PORCENTAJE DE POBLACION NO DERECHOHABIENTE*

Este indicador muestra el porcentaje de la población que no presenta ningún privilegio de atención por parte del sector salud, el cual, en términos pertinentes, indica a la población con menor acceso a servicios de salud y en consecuencia la que sufre en menor o mayor medida los efectos degradatorios de las enfermedades. Esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
SALUD	% de Población NO Derechohabiente.	De 83.52 o más.	Muy Alto.	1	55.83	0.5
		De 67.5 a 83.51	Alto.	0.75		
		De 50.58 a 67.4	Medio.	0.5		
		De 34.11 a 50.57	Bajo.	0.25		
		De 17.63 a 34.10	Muy Bajo.	0		

Tabla (109).Índice de Vulnerabilidad para el porcentaje de población que no tiene ningún derecho a los servicios de Salud para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

33. EDUCACIÓN

"El estudio de la escolaridad tiene interés no sólo porque muestra la situación educativa de la población escolarizada en un momento concreto, sino porque refleja una prospección de futuro, ya que las mejoras posteriores en los niveles de instrucción dependen de la escolarización alcanzada previamente."

EDUCACIÓN

33.1 INTRODUCCIÓN

Los indicadores educativos, como el resto de los indicadores sociales, han experimentado en los últimos años una gran difusión. Varias son las causas que lo han hecho posible (Olivera Poll, A., 1997: 695) y, entre ellas, destacan como más relevantes: el proceso de globalización que propicia las comparaciones espaciales sobre los niveles de bienestar y que incluye entre sus parámetros de medición los indicadores educativos.

Por ello, cada vez con más frecuencia se habla de indicadores de la educación, en contextos muy diferentes y haciendo referencia a realidades muy distintas. Se trata de procedimientos que proporcionan información relevante acerca de algún aspecto significativo de la situación educativa.

Las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, ayudan a mejorar los conocimientos sobre los fenómenos y los riesgos. La educación es un derecho fundamental de todo individuo y es una herramienta que influye en los niveles de bienestar del mismo.

Se consideran tres indicadores principales, los cuales proporcionan un panorama general del nivel educativo de una región determinada.

33.2 PORCENTAJE DE ANALFABETISMO

Este indicador muestra el retraso en el desarrollo educativo de una población determinada, mismo que se ve reflejado en la desigualdad por parte del sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los elementos y factores claves con respecto a la vulnerabilidad social de una localidad. Este tipo de indicador se encuentra considerando directamente la falta o carencia de saber leer y escribir.

Es importante recordar que este indicador considera a la población de 15 años y más entre el total de la población que presenta este déficit social.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EDUCACIÓN	% de Analfabetismo.	De 60.20 o más.	Muy Alto.	1	5.12	0
		De 45.42 a 60.19	Alto.	0.75		
		De 30.64 a 45.41	Medio.	0.5		
		De 15.86 a 30.63	Bajo.	0.25		
		De 1.07 a 15.85	Muy Bajo.	0		

Tabla (110). Índice de Vulnerabilidad para el porcentaje de analfabetismo para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2015.

33.3 *PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE 6 A 14 AÑOS QUE ASISTE A LA ESCUELA*

Este indicador se ve ajustado directamente a la población que está en condición de poder demandar los servicios con respecto a la educación básica (Primaria, Secundaria y Preparatoria). Este indicador es fundamental para poder continuar con la capacitación consecutiva para poder proporcionar todas las herramientas para acceder a futuro a un mercado laboral competente.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EDUCACIÓN	% de Población de 6 a 14 años que asiste a la Escuela.	De 42.72 a 54.14	Muy Alto.	1	69.57	0.5
		De 54.18 a 65.62	Alto.	0.75		
		De 65.63 a 77.07	Medio.	0.5		
		De 77.08 a 88.52	Bajo.	0.25		
		De 88.53 o más	Muy Bajo.	0		

Tabla (111). .Índice de Vulnerabilidad para el porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2015.

33.4 *GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD*

Este indicador refleja a toda la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, recordando que la educación secundaria es obligatoria para poder concluir un nivel básico de educación. El valor considera a la población mayor a los quince años que no ha concluido su educación secundaria y la cuantifica como una población con un alto grado de rezago educativo.

El indicador incluye a la población de quince años y más que ha concluido satisfactoriamente su nivel secundaria educativo, y excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel de educación, así como a toda la población que no especifica su grado de escolaridad.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EDUCACIÓN	Grado de Promedio de escolaridad.	De 1 a 3.2	Muy Alto.	1	8.3	0.25
		De 3.3 a 5.4	Alto.	0.75		
		De5.5 a 7.6	Medio.	0.5		
		De 7.7 a 9.8	Bajo.	0.25		
		De 9.9 o más	Muy Bajo.	0		

Tabla (112). .Índice de Vulnerabilidad por el grado de promedio de escolaridad para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2015.

34 . VIVIENDA

"La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es en este lugar en donde se desarrollan gran parte de la actividad diaria y de la vida."

VIVIENDA.

34.1 INTRODUCCIÓN

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es en este lugar en donde se desarrollan gran parte de la actividad diaria y de la vida. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de una determina población.

En relación con los desastres de origen natural, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayor afectación, los daños a esta resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros con los que se cuenta para poder medir la magnitud de un desastre. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que resultan por los diversos fenómenos, resulta en un porcentaje alto de daños y las amenas a la salud de sus habitantes se eleva de manera exponencial.

La vulnerabilidad de una vivienda, es una de sus tantas facetas, se refleja tanto en los materiales de construcción, como en los servicios básicos con los que esta cuenta y/o carece. Por lo que el uso de seis indicadores de acuerdo a CENAPRED permite establecer el grado de vulnerabilidad de la población con respecto a su vivienda y la calidad que esta representa.

Los indicadores se refieren al número de viviendas que no cuentan con los servicios básicos como lo es el agua, la luz y el drenaje, ya que en ellos se refleja un aproximado de la cantidad de viviendas que no cuentan con una satisfacción en sus necesidades básicas y de saneamiento, factor que índice directamente tanto en la comodidad, como en las condiciones de salud.

34.2 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE AGUA ENTUBADA

La falta de agua entubada es uno de los factores más importantes en términos de salubridad, puesto que es este servicio el que permite mantener las condiciones óptimas de limpieza en cualquier tipo de vivienda. La carencia de este servicio repercute en gran medida cuando de un desastre se trata, pues llega a retrasar las labores de atención, puesto que el llevar agua con las características mínimas de salubridad tarda tiempo y regularmente la obtención y almacenamiento de este bien en las viviendas que no cuentan con un sistema de alcantarillado los vuelve un factor de algo riesgo insalubre.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	% de Viviendas sin Servicio de Agua entubada.	De 79.85 o más.	Muy Alto.	1	12.4	0
		De 59.89 a 79.84	Alto.	0.75		
		De 39.93 a 59.88	Medio.	0.5		
		De 19.97 a 39.92	Bajo.	0.25		
		De 0 a 19.96	Muy Bajo.	0		

Tabla (113).Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

34.3 *PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE DRENAJE*

La carencia del servicio de drenaje en una vivienda aumenta de manera significativa la vulnerabilidad frente a enfermedades de tipo gastrointestinal, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	% de Viviendas sin Servicio de Drenaje	De 80.22 o más.	Muy Alto.	1	5.52	0
		De 60.47 a 80.21	Alto.	0.75		
		De 40.72 a 60.46	Medio.	0.5		
		De 20.97 a 40.71	Bajo.	0.25		
		De 1.21 a 20.96	Muy Bajo.	0		

Tabla (114). Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de viviendas sin Servicio de Drenaje para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

34.4 *PORCENTAJE DE VIVIENDAS SIN SERVICIO DE ELECTRICIDAD*

Este indicador manifiesta la falta de servicio con respecto a la energía eléctrica, factor que aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a un desastre natural, ya que al no contar con este servicio se excluye directamente a la población de toda forma de comunicación que requiera electricidad y por ende a comunicados de rescate y atención por ambas partes.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	% de Viviendas sin Servicio de Electricidad.	De 79.05 o más.	Muy Alto.	1	0.97	0
		De 59.29 a 79.04	Alto.	0.75		
		De 39.53 a 59.28	Medio.	0.5		
		De 19.77 a 39.52	Bajo.	0.25		
		De 0 a 19.76	Muy Bajo.	0		

Tabla (115). Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de viviendas sin Servicio de Electricidad para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

34.5 *PORCENTAJE DE VIVIENDAS CON PAREDES DE MATERIAL DE DESECHO Y LÁMINAS DE CARTÓN*

La vulnerabilidad de la vivienda es uno de los sectores que resultan con las mayores afectaciones ante la acción de los fenómenos sísmicos y la acción del viento generado por los huracanes, produciéndose anualmente cuantiosas pérdidas económicas. Por lo que este indicador muestra el número de viviendas que por las características del material con el que ha sido construida pueden llegar a presentar altos grados de vulnerabilidad frente a ciertos tipos de fenómenos naturales y antropogénicos.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	% de Viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón.	De 15.37 o más.	Muy Alto.	1	0.13	0
		De 11.53 a 15.36	Alto.	0.75		
		De 7.69 a 11.52	Medio.	0.5		
		De 3.85 a 7.68	Bajo.	0.25		
		De 0 a 3.84	Muy Bajo.	0		

Tabla (116).Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

34.6 PORCENTAJE DE VIVIENDAS CON PISO DE TIERRA

Este indicador pondera la relación que existe entre la población total y la población que no cuenta con un piso de concreto. Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de los habitantes frente a cualquier tipo de desastre natural, más aun en las inundaciones, pues es este riesgo el que genera grandes arrastres de materiales y desechos que pueden terminar en el hecho de contraer enfermedades en mayor o menor proporción.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	% de Viviendas con piso de Tierra.	De 78.73 o más.	Muy Alto.	1	7.79	0
		De 59.43 a 78.72	Alto.	0.75		
		De 40.13 a 59.42	Medio.	0.5		
		De 20.83 a 40.12	Bajo.	0.25		
		De 1.52 a 20.82	Muy Bajo.	0		

Tabla (117). Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de viviendas con piso de Tierra para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

34.7 DÉFICIT DE VIVIENDA

El crecimiento demográfico de una población y/o comunidad genera condiciones precarias de vida y por ende condiciones insuficientes en términos de solvencia constructiva de hogares; este indicador es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, pues en él se refleja la inequitativa distribución de la riqueza de una localidad, la falta de financiamiento por parte de los sectores gubernamentales en proyectos sociales para mejorar la calidad de vida y/o adquirir una vivienda. Además es posible visualizar dentro de este indicador el problema como una relación directa entre la insuficiencia de la vivienda y las condiciones de la misma.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
VIVIENDA	Deficit de Vivienda.	De 50.00 o más.	Muy Alto.	1	36.14	0.5
		De 37.91 a 49.99	Alto.	0.75		
		De 25.82 a 37.90	Medio.	0.5		
		De 13.73 a 25.81	Bajo.	0.25		
		De 1.63 a 13.72	Muy Bajo.	0		

Tabla (118). Índice de Vulnerabilidad por déficit de vivienda para el Municipio de San Martín Texmelucan, 2018.

35. EMPLEO E INGRESOS

"Los costos crecientes de la canasta básica generan en las poblaciones una incipiente demanda de trabajo que no está llegando a ser satisfecha."

EMPLEO E INGRESOS.

Este indicador es fundamental, pues aporta elementos acerca de la generación de los recursos que posibilitan el sustento de las personas. La importancia de este indicador nunca debe dejarse a lado, ya que las cifras en México demuestran la existencia de una gran desigualdad en la distribución de los ingresos hacia una comunidad y más aún hacia sus pobladores.

Por su parte aquellos indicadores que hablan de la condición de empleo e ingresos se encuentran referidos directa y principalmente a una situación vulnerable tanto en un plazo inmediato, en donde las condiciones de vida son precarias y las familias de bajos ingresos solo pueden atender sus necesidades básicas inmediatas y no pueden cubrir el costo de los productos de una canasta básica, y en un largo plazo, se puede ver reflejado este fenómeno en la capacidad de prevención y respuesta que potencializa la vulnerabilidad en caso de un desastre.

35.1 PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA) QUE RECIBE INGRESOS DE MENOS DE 2 SALARIOS MÍNIMOS

A pesar de que existen diferentes factores que llegan a influir directa e indirectamente en la determinación de todos y cada uno de los salarios, las remuneraciones de estos guardan una estrecha relación con la productividad de un trabajador en su obra laboral; este indicador proporciona de manera aproximada el porcentaje de aquella población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud y artículos varios.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EMPLEO E INGRESOS	% de Población Económicamente Activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos.	De 82.78 o más.	Muy Alto.	1	52.25	0.5
		De 66.69 a 82.77	Alto.	0.75		
		De 50.60 a 66.88	Medio.	0.5		
		De 34.51 a 50.59	Bajo.	0.25		
		De 18.41 a 34.50	Muy Bajo.	0		

Tabla (119). Índice de Vulnerabilidad por el porcentaje de población económicamente activa que recibe ingresos de menos de dos salarios mínimos para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

35.2 *RAZÓN DE DEPENDENCIA*

Este indicador refleja directamente una dependencia entre toda la población menores de quince años y mayores de sesenta y cuatro que son consideradas como personas dependientes con respecto a aquellas personas que por su edad se identifican como personas económicamente productivas (mayores a 15 y menores a 64). Mientras Mayor sea la razón de dependencia, se presenta una desventaja mayor frente a un desastre de origen natural, esto es, porque la dependencia ante las acciones frena la respuesta inmediata, ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente puede llegar a valores nulos.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EMPLEO E INGRESOS	Razón de dependencia.	De 117.60 o más.	Muy Alto.	1	61.45	0.25
		De 97.64 a 117.60	Alto.	0.75		
		De 77.67 a 97.63	Medio.	0.5		
		De 57.70 a 77.66	Bajo.	0.25		
		De 37.72 a 57.69	Muy Bajo.	0		

Tabla (120).Índice de Vulnerabilidad por razón de dependencia para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

35.3 *TASA DE DESEMPLEO ABIERTO*

Considerado como un indicador que relaciona el número de total de personas económicamente activas con el número de personas sin alguna actividad económica, es posible que se pueda referir directamente a la situación de desempleo que está influyendo sobre la capacidad de consumo de una población, así como en la capacidad de poder generar un recurso que posibilite la adquisición de bienes satisfactorios y bienes primarios.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
EMPLEO E INGRESOS	Tasa de desempleo abierto.	De 12.37 o más.	Muy Alto.	1	2.87	0
		De 9.28 a 12.36	Alto.	0.75		
		De 6.19 a 9.27	Medio.	0.5		
		De 3.10 a 6.18	Bajo.	0.25		
		De 0 a 3.09	Muy Bajo.	0		

Tabla (121). Índice de Vulnerabilidad por tasa de desempleo abierto para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

36 . POBLACIÓN

"La población crece a un ritmo acelerado y los recursos ya no son los suficientes para poder subsistir."

POBLACIÓN.

Una población se caracteriza por estar conformada por personas con características diversas, que comparten entre otras cosas el territorio, la historia, el idioma y algunas costumbres.

El INEGI realiza cada 10 años los Censos Nacionales de Población y Vivienda y en los años intermedios terminados en 5, los Conteos de Población. En complemento a los eventos censales, lleva a cabo encuestas que permiten obtener información más detallada sobre algunas características de la población.

Para efectos de los factores indicativos se considera únicamente a tres aspectos sociales de la población: dos de ellos se refieren a la distribución y dispersión de los asentamientos humanos y un tercero hace referencia a los grupos étnicos en donde las condiciones de vida se asocian a las diferencias cultuales y sociales, y que a su vez se encuentran relacionados a los grupos más marginados del país.

36.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN

La densidad de población, más que un problema de sobrepoblación a nivel mundial, refleja un problema de su mala distribución en los entornos con características competentes para que se lleve a cabo un asentamiento humano; adema de que esta tasa de crecimiento es elevada, el problema se ve agudizado por la migración del medio rural hacia las ciudades por la esperanza de obtener mejores condiciones de vida. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada el surgimiento de un desastre natural puede tener un impacto mayor.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
POBLACIÓN	Densidad de Población	Más de 5,000 Hab/Km²	Muy Alto.	1	357	0.25
		De 1,000 a 4,999 Hab/Km²	Alto.	0.75		
		De 500 a 999 Hab/Km²	Medio.	0.5		
		De 100 a 499 Hab/Km²	Bajo.	0.25		
		De 1 a 99 Hab/Km²	Muy Bajo.	0		

Tabla (122). Índice de Vulnerabilidad por Densidad de Población para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

36.2 *PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA*

Las oportunidades precarias en las que se encuentra situada una población de habla indígena, más que un problema de posicionamiento geográfico, debe entenderse como un problema cultural actual, en el cual los sistemas sociales predominantes desplazan a las zonas más marginadas a aquellas personas que por características privilegiadas en el uso de lenguas nativas se les considera como personas ajenas a los tiempos actuales.

La mayoría de los municipios donde se asienta una población indígena, presenta una estructura de oportunidades bajas y casi nulas para su desarrollo social y tecnológico, lo cual se ve reflejado en todas las condiciones de vulnerabilidad a las cuales se ve expuesta la población.

SECTOR.	VARIABLE.	PEDOMINANCIA INDÍGENA.	CONDICIÓN DE	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
POBLACIÓN	% de Población de habla indígena.	Más del 40% de la Población.	Predominantemente Indígena.	1	1.4	0
		Menos del 40% de la Población.	Predominantemente no Indígena.	0		

Tabla (123). Índice de Vulnerabilidad por porcentaje de población de habla indígena para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

36.3 *DISPERSIÓN POBLACIONAL*

La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en las localidades pequeñas en cuyas condiciones de escases y rezago con respecto a la disponibilidad de servicios públicos representa un problema fundamental de su situación actual y futura. Las localidades que presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de los servicios básicos (agua, drenaje, luz, caminos) son las poblaciones con mayor posibilidad de desarrollo en sufrir este fenómeno de dispersión.

SECTOR.	VARIABLE.	INTERVALO.	GRADO.	VALOR.	RANGO MUN.	CALIFICACIÓN.
POBLACIÓN	Dispersión Poblacional.	De 40 o más.	Muy Alto.	1	S/N	S/N
		De 30 a 39.9	Alto.	0.75		
		De 20 a 29.9	Medio.	0.5		
		De 10 a 19.9	Bajo.	0.25		
		De 0 a 9.9	Muy Bajo.	0		

Tabla (124). Índice de Vulnerabilidad por Dispersión de Población para el Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

36.4 *CAPACIDAD MUNICIPAL DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA*

La capacidad de prevención y respuesta es considerada el segundo indicador de vulnerabilidad social, este indicador se refiere principalmente a la preparación antes y después de un evento por parte de las autoridades y de la población. Este indicador está compuesto por el grado de respuesta del municipio ante un evento de orden natural, esta respuesta es directamente proporcional a las capacidades preventivas en la ejecución de las emergencias.

De acuerdo a la metodología de CENAPRED se procedió a ejecutar una serie de preguntas que forman la base de la encuesta necesaria para el cálculo correspondiente del índice de vulnerabilidad; esta encuesta es aplicada a los organismos Municipales de protección civil, con el fin de ponderar el índice debido.

Los valores obtenidos en esta encuesta es posible vislumbrar si la unidad de protección civil municipal cuenta con los recursos, programas y los planes necesarios para actuar en caso de un incidente natural.

NO.	Pregunta	SÍ	NO
1	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	0	1
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?	0	1
3	¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	0	1
4	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p.ej.manual de organización)?	0	1
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?	0	1
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?	0	1
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuáles se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia?	0	1
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	0	1
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?	0	1
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	0	1
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?	0	1
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?	0	1
13	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DINCOSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	0	1
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?	0	1
15	¿Cuenta con un número de personal activo?	0	1
16	¿El personal esta capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	0	1
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	0	1
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.?	0	1
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	0	1
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	0	1
21	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?	0	1
22	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en su localidad?	0	1
23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
24	¿Qué actividades realizan normalmente?		
	Total	**12**	

iente: Elaboración CENAPRED

Serie de Preguntas correspondientes a la encuesta necesaria para la obtención del índice de vulnerabilidad. CENAPRED, 2015.

Los valores obtenidos en esta encuesta es posible vislumbrar si la unidad de protección civil municipal cuenta con los recursos, programas y los planes necesarios para actuar en caso de un incidente natural. Es de este cuestionario que al Municipio de San Martín Texmelucan. le corresponde un puntaje de "NUEVE", el cual en base a las respuestas de orden afirmativo permiten detectar que se tiene una buena relación con las diferentes dependencias del Municipio, puesto que todas se relacionan de manera positiva a fin de agilizar la respuesta ante las emergencias.

VALOR DE RESPUESTA				
No. de pregunta	**folio 01**	**folio 02**	**folio 03**	**folio 04**
1	0	0	0	0
2	1	1	1	1
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	0	0	0	0
8	1	1	1	1
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	1	1	1	1
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	1	1	1	1
18	0	0	0	0
19	1	1	1	1
20	0	0	0	0
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1

36.5 ***PERCEPCIÓN LOCAL***

La precepción local con respecto a un fenómeno natural varía de una persona a otra, algunos pueden resentir dicho fenómeno con mayor intensidad y algunos tan solo pueden siquiera vislumbrarlo. Este tipo de percepción ha sido aplicada principalmente a aquellas personas cuya edad se encuentra entre los 60 y más; esto fue considerado con la primicia de que cada una de las vivencias que ellas han experimenta a lo largo de su vida les ha permitido ver como el sistema se ha modificado, esto parte de la lógica en la que la vejez tiene la experiencia necesaria para poder contarnos acerca de aquellos procesos que los más jóvenes no han podido vislumbrar.

GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL ASOCIADA A DESASTRES

Una vez que han sido calculados cada uno los subíndices es necesario el cálculo del valor total correspondiente al Grado de Vulnerabilidad Social que es asociado a desastres; dicho indicador correlaciona los factores sociales, la respuesta en la capacidad de la prevención del riesgo y la percepción local del mismo, a fin de poder obtener un numero el cual represente el grado de vulnerabilidad de toda una población.

$$GVS = (R1 * 0.50) + (R2 * 0.25) + (R3 * 0.25)$$

Donde, R1 corresponde al valor de la vulnerabilidad social, R2 la capacidad de respuesta y R3 la percepción local ante el riesgo. Este indicador incluye tanto las condiciones socioeconómicas, como la percepción y las políticas de los planes contra desastres naturales. El rango de medición de la vulnerabilidad social varia en un umbral de 0 a 1, en donde 0 representa el grado más bajo de vulnerabilidad social y 1 representa el valor más alto.

RANGOS DE VULNERABILIDAD SOCIAL	
Valor Final	**Grado de Vulnerabilidad Social Asociada a Desastres (GVS)**
De 0 a 0.20	**MUY BAJO**
De 0.21 a 0.40	**BAJO**
De 0.41 a 0.60	**MEDIO**
De 0.61 a 0.80	**ALTO**
Mayor a 0.80	**MUY ALTO**

Tabla (125). Valor y Grado de vulnerabilidad social asociada a los desastres. CENAPRED.

36.6 *ÍNDICE DE VULNERABILIDAD POR LOCALIDAD*

EL análisis de la vulnerabilidad por localidad permite observar y entender cómo se encuentran desarrolla ciertas variables y por ende permite entender las carencias, necesidades y limitaciones a las cuales se encuentra limitada una localidad. Este indicador es de suma importancia puesto que no puede entenderse a un Municipio si no se entienden primeramente sus localidades.

Es de lo anterior que las variables a analizar tienen relación directa con los cada uno de los sectores determinados como lo es SALUD, EDUCACION, LENGUA INDIGENA, POBLACION, SERVICIOS (AGUA, LUZ, DRENAJE). Estas variables se encuentran en términos porcentuales de acuerdo a las reglas de operación para el cálculo de la vulnerabilidad social.

Variable	Código	Descripción
POB1	VH01	*Población Total de la Localidad*
VIV6_R	VH02	*Número de viviendas particulares habitadas con piso de tierra*
VIV15_R	VH03	*Número de viviendas particulares sin luz*
VIV17_R	VH04	*Número de viviendas particulares sin agua*
VIV23_R	VH05	*Número de viviendas sin drenaje*
DISC1_R	VH06	*Población con discapacidad*
DISC7_R	VH07	*Población con limitaciones para caminar o moverse*
INDI1_R	VH08	*Población de 3 años o más que hablan lengua indígena*
EDU28_R	VH09	*Población de 15 años y más analfabeta*
SALUD2_R	VH10	*Población sin derecho a servicios de salud*
ECO4_R	VH11	*Población ocupada.*

Tabla (126).Descripción de variables e indicadores utilizados para el cálculo de la vulnerabilidad

Los valores de vulnerabilidad al igual que los de Peligros, han sido categorizados siguiendo la misma cromática con el fin de que se puedan entender de una mejor manera.

VULNERABILIDAD LOCAL	
Valor	**RANGO DE VULNERABILIDAD**
1	**MUY BAJO**
2	**BAJO**
3	**MEDIO**
4	**ALTO**
5	**MUY ALTO**

Tabla (127).Valor asignado a la Vulnerabilidad social para los sistemas locales de San Martín Texmelucan.

37. RIESGO

"El riesgo no depende sólo de la peligrosidad de un fenómeno; también influye la exposición, es decir, la cantidad de personas y bienes materiales que pueden sufrir el acontecimiento peligroso."

RIESGO

37.1 INTRODUCCIÓN

La identificación del peligro y el análisis de la vulnerabilidad, son elementos fundamentales para la estimación del riesgo, antes que ocurra desastre. El riesgo (victimas, daños, pérdidas y afectación del ambiente) constituye una información fundamental para el diseño y ejecución de medidas de prevención así como para una respuesta adecuada cuando un fenómeno natural se suscite.

El riesgo queda definido como la estimación matemática en la pérdida de vidas, daño a los bienes materiales, a la propiedad y a la economía, para un periodo especifico y área conocidos, de un evento especifico de emergencia.

Es así que dicho riesgo no es más que la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas y está en relación directa con la vulnerabilidad y el peligro, amenaza o susceptibilidad.

La relación matemática del Riesgo queda definida por la siguiente ecuación.

RIESGO= [AMENAZA (SUSCEPTIBILIDAD, PELIGRO)] x [VULNERABILIDAD]

37.2 EL RIESGO

El riesgo no depende sólo de la peligrosidad de un fenómeno; también influye la exposición, es decir, la cantidad de personas y bienes materiales que pueden sufrir el acontecimiento peligroso. Por lo que un riesgo es ampliamente diversificado.

Existen diferentes interpretaciones de esta variable como: "Un riesgo natural se puede definir como la probabilidad de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario (en resumen, riesgo = peligrosidad x vulnerabilidad x exposición)".

Por el contrario, los riesgos antrópicos son riesgos provocados por la acción del ser humano sobre la naturaleza, como la contaminación ocasionada en el agua, aire, suelo, sobreexplotación de recursos, deforestación, incendios, entre otros.

El resultado de la interacción entre el Peligro y la vulnerabilidad de cada una de las localidades permite así determinar los valores de riesgo y a su vez puntualizar en que localidades se encuentran potencialmente expuestas al RIESGO.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
PIROCLASTOS	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	S/N	S/N	S/N
	MEDIO	S/N	S/N	S/N
	BAJO	9	8,200	1,710
	MUY BAJO	22	51,326	11,090

Tabla (128). Índice de riesgo por piroclastos. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
DESLIZAMIENTO DE LADERA	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	S/N	S/N	S/N
	MEDIO	2	277	53
	BAJO	2	2,980	577
	MUY BAJO	27	56,269	12,170

Tabla (129). Índice de riesgo por deslizamiento de laderas. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
CAÍDOS Y/O DERRUMBES	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	1	256	49
	MEDIO	1	2,978	576
	BAJO	1	21	21
	MUY BAJO	28	56,271	12,154

Tabla (130). Índice de riesgo por cálidos y derrumbes. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
FLUJOS	MUY ALTO	1	21	4
	ALTO	2	258	50
	MEDIO	3	6,179	1,216
	BAJO	S/N	S/N	S/N
	MUY BAJO	25	53,068	11,530

Tabla (131). Índice de riesgo por flujos. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
ONDAS CÁLIDAS	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	S/N	S/N	S/N
	MEDIO	30	59,505	12,796
	BAJO	1	21	4
	MUY BAJO	S/N	S/N	S/N

Tabla (132). Índice de riesgo por ondas cálidas. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
ONDAS GÉLIDAS	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	1	6	2
	MEDIO	30	59,520	12,798
	BAJO	S/N	S/N	S/N
	MUY BAJO	S/N	S/N	S/N

Tabla (133). Índice de riesgo por ondas gélidas. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
TORMENTAS DE GRANIZO	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	24	41,117	8,728
	MEDIO	7	18,409	4,072
	BAJO	S/N	S/N	S/N
	MUY BAJO	S/N	S/N	S/N

Tabla (134). Índice de riesgo por tormentas de granizo. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

FENOMENO	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN.	No. LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE VIVIENDAS
LLUVIAS EXTREMAS	MUY ALTO	S/N	S/N	S/N
	ALTO	21	28,082	6,053
	MEDIO	10	31,444	6,747
	BAJO	S/N	S/N	S/N
	MUY BAJO	S/N	S/N	S/N

Tabla (135). Índice de riesgo por lluvias extremas. Municipio de San Martín Texmelucan. 2018.

37.3 *ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO.*

METODOLOGÍA.

CORRELACIÓN Y CONVOLUCIÓN EN 2D

La convolución es una operación matemática en que consiste simplemente en una suma "pesada" de píxeles vecinos del píxel fuente. En donde los pesos son determinados por una matriz llamada máscara de convolución, que determina los coeficientes a aplicar sobre los puntos de una determinada área.

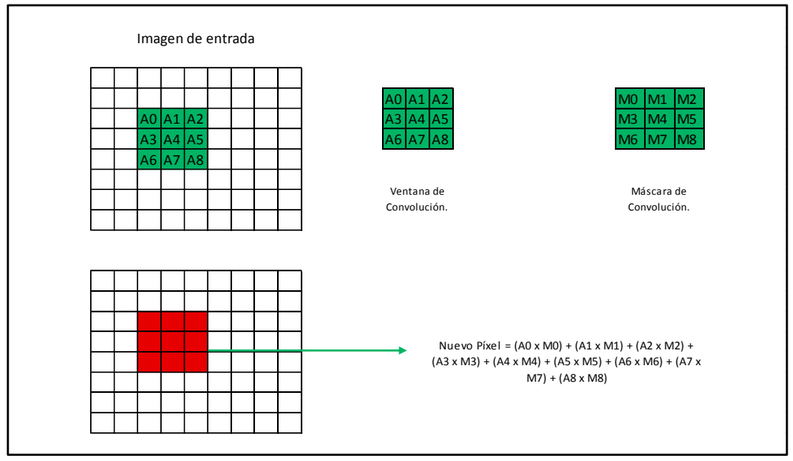


Fig. (52). Matriz de Convolución.

Las dimensiones de la matriz son normalmente impares e iguales, de forma que se pueda determinar un centro de una matriz cuadrada y siendo una posición del valor central la que corresponda con la posición del píxel de salida.

La suma de los pesos en la máscara de convolución afecta directamente a la intensidad general de la los valores resultantes, así como un intervalo de valores comprendidos entre 0 a 1 que son clasificados de acuerdo de a un umbral que permita identificar el valor de la matriz resultante.

Es importante mencionar que el índice de exposición al riesgo, pondera únicamente las zonas que tendrían una mayor afectación en términos de que se desarrolle algún fenómeno natural y/o antropogénico; por lo que dicho índice no expone de manera rotunda el valor económico que corresponde al Riesgo como tal.

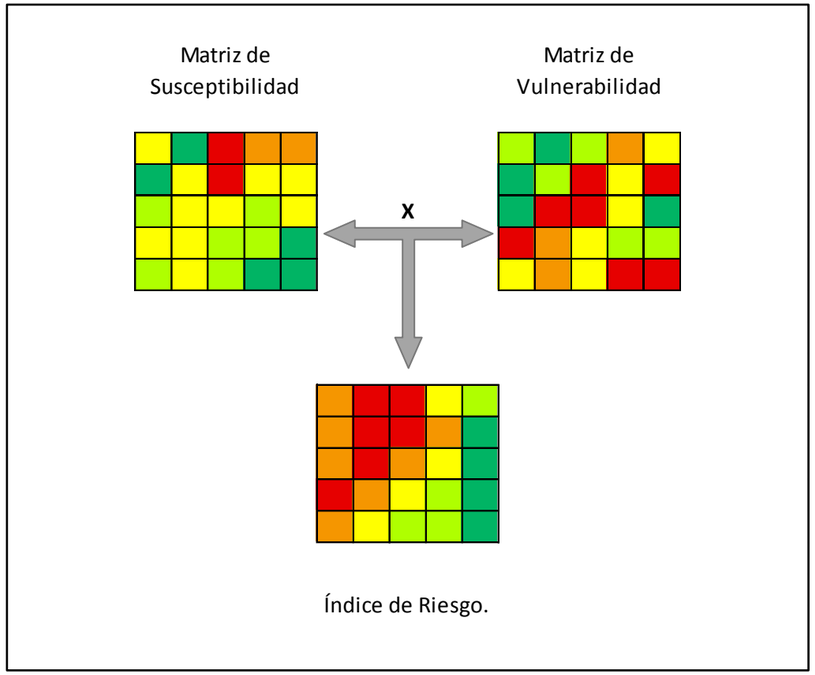


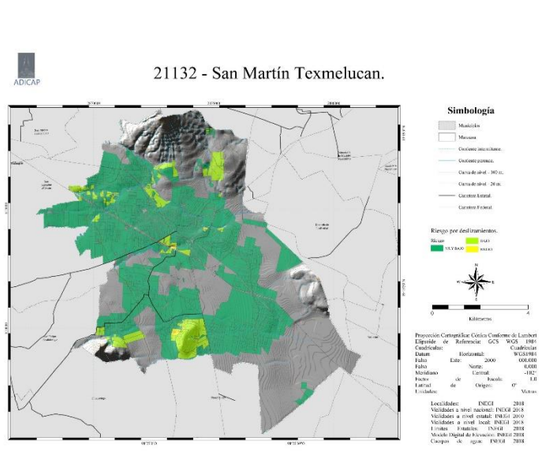
Fig. (53). Matriz de Convolución relacionada al cálculo del índice de exposición al riesgo.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO.

Dentro del índice de Exposición al Riesgo correspondiente al Municipio de San Martín Texmelucan, se han ponderado únicamente aquellos que dentro de la matriz de convolución presentaron los mayores valores de exposición y que por ende tendrían que ser considerados sistemas en desarrollo potencial a futuro con alto potencial de afectación directa sobre la población.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS.

El índice de exposición al riesgo por el fenómeno de inestabilidad de laderas dentro del Municipio de San Martín Texmelucan se pondera en los intervalos de MUY BAJO, BAJO y MEDIO, se ve marcado principalmente en las zonas elevadas al norte y al sur del municipio



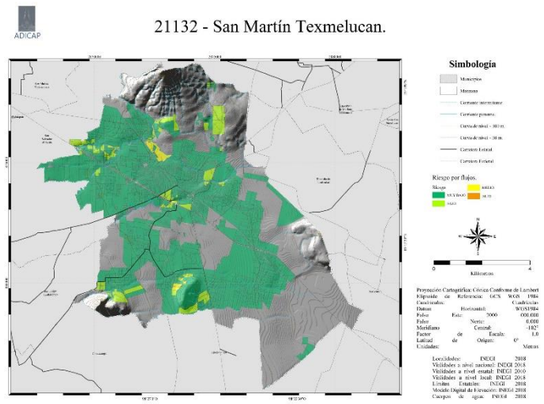
Mapa (103) Índice de exposición ante el deslizamiento de laderas, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR FLUJOS.

Como se ha hecho mención en el capítulo correspondiente a flujos, este llega a desarrollarse por dos causas principales, la saturación de los materiales contenidos en la parte somera y profunda, y el valor de la pendiente y el tipo de red hídrica los cuales le permiten poder tener la movilidad, alcanzar grandes velocidades y terminar en eventos catastróficos.

En términos de este índice, se ha identifica a cinco localidades que están en un constante riesgo, esto debido a que se localizan en las márgenes y en la parte previa a la deposición en donde de acuerdo en términos geológicos es donde gran parte de la energía se llega a concentrar por la gran cantidad de materiales que ya han sido acarreados por la corriente.

La parte baja del Municipio correspondiente a las cotas 2300msnm y 2200msnm, son zonas en donde el índice de exposición al riesgo es de nulo orden.



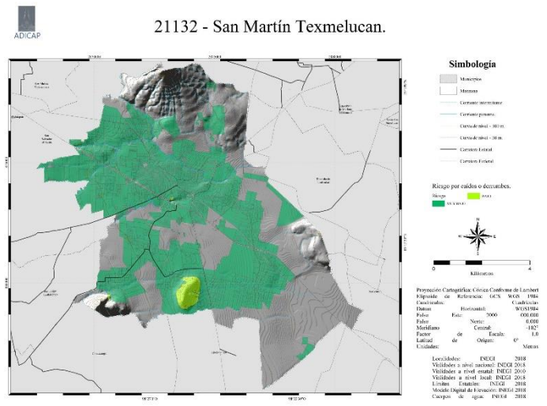
Mapa (104) Índice de exposición ante Flujos, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR CAÍDOS Y/O DERRUMBES.

Un caído y/o derrumbe se genera cuando un macizo rocoso desarrolla planos de fallas y/o fracturas propiciando que las fuerzas internas se desestabilicen. Dicho fenómeno sucede por acciones muy variadas, pero depende en gran medida como sus anteriores del valor promedio de la pendiente al cual se encuentra sujeto, así como el tipo de geología característica y los procesos erosivos a los cuales se encuentre sujeto.

La localidad que cumple con las características antes mencionas y que de acuerdo a sus valores de vulnerabilidad y el cálculo mediante la matriz de convolución están desarrollando la presencia de dicho índice de exposición al riesgo, es la localidad de San Francisco Tepeyac.

Las poblaciones de la parte baja no tienen presencia en el desarrollo de dicho fenómeno.



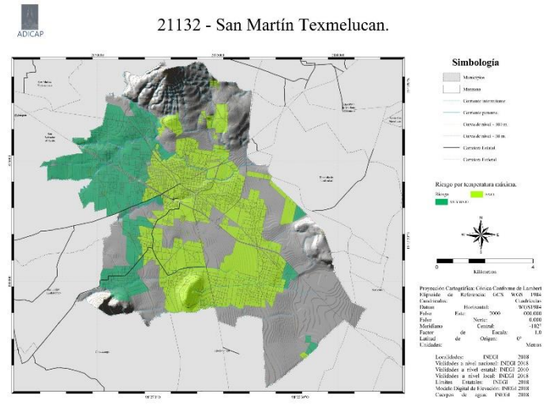
Mapa (105) índice de exposición ante caídos y/o derrumbes, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS y MÍNIMAS.

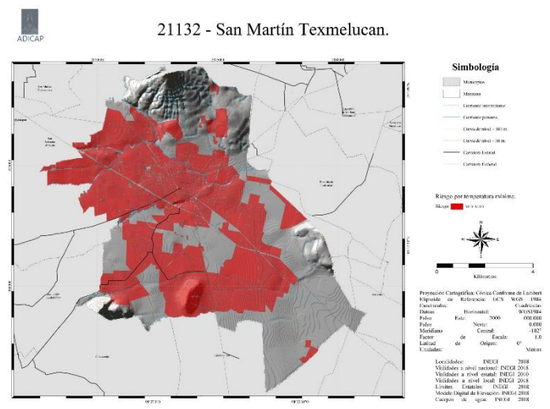
El clima es uno de los fenómenos más invariante en el tiempo y a pesar de ser cíclico en los últimos años ha presentado una crecida y repentina disminución en las temperaturas tipo y/o características de hace algunos años, esto debido a factores complejos que han sido propiciados directa e indirectamente por otros más.

Dentro de muchos contextos las temperaturas máximas se han visto incrementadas en las últimas décadas y el Municipio de San Martín Texmelucan dentro del cálculo de sus periodos de retorno presenta un desarrollo exponencial culminando tanto con temperaturas elevadas como temperaturas mínimas; por otra parte el índice de vulnerabilidad es de orden BAJO y MUY BAJO para las altas temperaturas y de MUY ALTO para las bajas temperaturas.

Sin embargo dentro del proceso de convolución de ambas matrices, los valores obtenidos corresponden a este fenómeno a un intervalo de MEDIA EXPOSICION, tanto para temperaturas máximas como mínimas; es así que el valor que se desarrolla dentro de todas y cada una de las localidades, indicando claramente un nivel medio exposición.



Mapa (106) Índice de exposición ante temperaturas máximas, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

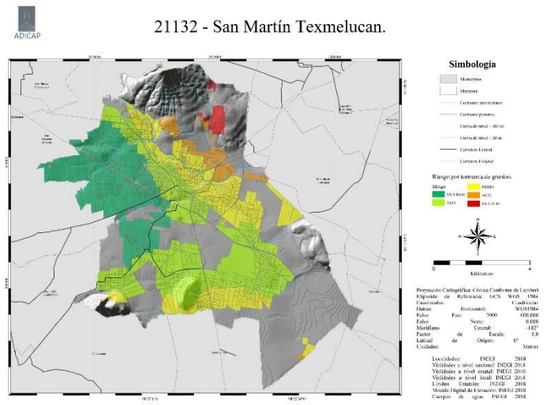


Mapa (107) Índice de exposición ante temperaturas mínimas, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. 2018.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR GRANIZO.

Las precipitaciones y los elementos que de ellas se pueden desprender son variados y complejos, pues dependen de un sinfín de variables, sin embargo el granizo como se hiso mención en el capítulo correspondiente el granizo es considerado en términos generales como piedra de agua por el simple hecho de que no es más que el congelamiento de la misma, la cual alcanza diámetros que varían entre 2 milímetros y 13 centímetros, siendo esta última medida la que se considera tiene mayor afectación en la siembra y plantíos, así como en la vivienda de tipo precario y las infraestructuras de sanidad cuando forma un conjunto el cual llega a solidificarse formando grandes masas uniformes y pesadas de hielo y nieve.

El índice de exposición al riesgo correspondiente al Municipio de San Martín Texmelucan, vislumbra faces bien marcas, siendo la que mayor afectación presenta la que se localiza en la parte más baja del mismo y que colinda con la carretera México-Puebla, es ahí donde la localidades de Santa Ana Xalmimilulco, Santiago Mextla y Real de la Poste tienennorte del Municipio donde se pondera el riego como MUY ALTO grado de índice de riesgo.

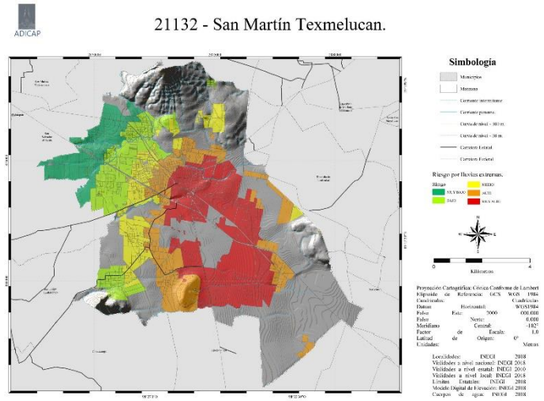


Mapa (108) Índice de exposición ante granizo, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla 2018.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR LLUVIAS EXTREMAS.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) que se forman caen a la Tierra por gravedad. La lluvias intensas son desarrolladas cuando él los valores de precipitación incrementa considerablemente en intervalos de tiempo variables y que afectan al punto de generar inundaciones.

El índice de exposición al riesgo para el Municipio de San Martín Texmelucan, presenta un mayor desarrollo en la parte c en donde adquiere un índice central del municipio donde se tienen ponderado como de MUY ALTO grado; mientras que para la parte austral en los límites con los Municipios de San Salvador el Verde se encuentran valores de orden medio representados por índice de exposición MUY BAJO.



Mapa (109) Índice de exposición ante lluvias extremas, Municipio de San Martín Texmelucan, Puebla, 2018.

38 TIANGUIS DE SAN MARTIN TEXMELUCAN

38.1 ***Análisis parcial de riesgos del Tianguis de San Martín Texmelucan, Puebla.***

Diferentes tipos de riesgos están latentes en los espacios públicos, en particular en aquellos que concentran grandes conglomerados de personas, como es el caso del Tianguis de San Martín Texmelucan, Puebla. Con el fin de hacer un acercamiento a los riesgos de este tianguis, se presenta a continuación un análisis que deriva del trabajo de campo en el lugar.

El método utilizado fue el etnográfico, que consistió en la visita y la recopilación de testimonios con visitantes, locatarios y expertos en la materia de prevención de riesgos. Sin embargo, hay que resaltar que la investigación se puede considerar como parcial, en tanto se puede profundizar en los riesgos a los que está expuesto el tianguis de Texmelucan, para lo cual sería necesario la implementación de un proyecto holístico que se esboza en el anteproyecto presente en la segunda parte de este texto.

Son dos las dimensiones más importantes que atañen a los riesgos en el tianguis de Texmelucan. Por un lado, se encuentran los riesgos físicos, que tienen que ver con la existencia o no de las condiciones físicas necesarias para la seguridad de los actores, sean locatarios o visitantes. Por el otro lado, los riesgos socioculturales, que tienen que ver con el conocimiento que tienen los actores ante un siniestro y su correcto uso del espacio.

38.2 ***Riesgos físicos.***

En el tianguis de Texmelucan se encontraron diversos riesgos de tipo físico, que ponen en riesgo la integridad de los locatarios y los visitantes, es decir, de los actores sociales del lugar. Asociados a los riesgos físicos se encontraron tres aspectos que ponen en riesgo a los actores, debido a la ausencia de recursos y la mala organización del tianguis.

1. Señalética.
2. Equipo.
3. Espacios riesgosos.

1. En el caso de la señalética, se encontró la ausencia de este recurso en el lugar. No cuenta con las señales de rutas de evacuación, tampoco están acotados y señalados debidamente los espacios de tránsito de peatones, de transporte de carga interno no motorizado, y de transporte automotriz. Además, no están debidamente pintadas los pasos de cebra en los cruces.

2. En el caso del equipo, se notó la insuficiencia de equipo en el caso de incidentes como incendios, es decir, extinguidores. Lo cual se agrava por la extensión del tianguis que queda fuera de los limites regulares, es decir, por los locatarios que se encuentran a las orillas de la carretera, situación que expone particularmente a los actores de estas zonas del tianguis. Tampoco se notan botiquines de emergencia, ni elementos del sector salud resguardando la zona en caso de algún incidente. Además se encontró que los botes de basura son insuficientes, lo cual ocasiona que la gente tira la basura en los andadores, lo que obstaculiza un libre tránsito peatonal y con ello el riesgo de un accidente.

3. El tianguis, por las deficiencias de señalética y equipo, se convierte en una zona de riesgo. Sin embargo, hay espacios particularmente más vulnerables físicamente. Entre estos, destaca la invasión de los tianguistas a las carreteras, donde se mezcla el tránsito peatonal con el automovilístico, y expone a los transeúntes, más aún por la ausencia de personal capacitado que indique la debida circulación de unos y otros. Otro de los espacios de riesgo, y que es muy común en el tianguis, son las dimensiones de los pasillos dentro de la estructura destinada para el tianguis, en este caso el riesgo se acentúa debido a la invasión de los locatarios que hacen hacia estos. Además, la cercanía de la estructura del tianguis a la carretera expone sustancialmente tanto a locatarios como a visitantes.

38.3 ***Riesgos socioculturales.***

Los riesgos socioculturales están asociados al conocimiento de la población del uso debido del espacio, y al conocimiento que tiene para actuar en un incidente. Los cuales se pueden dividir en 1) capacitación y 2) cultura.

1. La capacitación, entendida como un conjunto de enseñanzas-aprendizajes, que en este caso, están dirigidos a la acción ciudadana en caso de algún siniestro. En este caso, se pudo corroborar que existen las capacitaciones, sin embargo, es necesario hacer una investigación más profunda que pueda informarnos del grado de capacitación y/o conocimiento que la gente tiene para actuar en caso de un siniestro.

2. En el caso de la cultura, la cual se comprende como la educación y conocimiento que tiene la persona para usar un lugar, se pudieron observar diferentes escenas de riesgo. Por un lado, la cultura del automovilista no está orientada hacia el respeto del peatón, por lo que la población está en constante riesgo en este escenario donde convive tensamente la población con los automovilistas. Por su parte, la población tampoco sabe usar los espacios, por ejemplo, no respeta semáforos, lo que puede derivar en un accidente grave. Otro de los riesgos que deriva del mal uso del espacio está asociado al uso de depósitos de basura, debido a que los objetos tirados en los andadores se vuelven obstáculos para los transeúntes.

38.4 ***Conclusiones***

Tanto los riesgos físicos como socioculturales están presentes en el tianguis de Texmelucan. En este reporte, se han incluido los hallazgos más relevantes y que urge ser entendidos. Sin embargo, para comprenderlos y afrontarlos de manera más significativa se recomienda hacer una investigación más profunda.

38.5 ***Consciencia, cultura y práctica del tianguis de San Martín Texmelucan como escenario de riesgo.***

Este texto, es un anteproyecto que plantea el análisis y la comprensión de la práctica y uso del tianguis de San Martín Texmelucan como un escenario de riesgo. Este tipo de análisis es necesario para la posterior implementación de medidas enculturantes que conduzcan al buen uso y práctica de espacios de riesgo, tal como es el caso del tianguis de Texmelucan. Así, es importante comprender en qué medida la población visitante y los locatarios son conscientes de los riesgos ante los posibles siniestros que podrían enfrentar en estos escenarios. Dicha consciencia, entendida como la comprensión de las acciones que debiera realizar en caso de algún siniestro. Junto con la valoración de lo que podríamos comprender la cultura de la acción ante los siniestros, está la cultura de la prevención. Esta dimensión, abarca desde el análisis de las acciones individuales cotidianas que podrían poner en riesgo a las personas hasta las prácticas individuales y/o colectivas que podrían derivar en un siniestro mayor, así como la medida en que las personas tienen interiorizada una cultura de la prevención, adscrita en su cotidianidad. Además, hay que tomar en cuenta los factores materiales, por lo que es imprescindible el estudio de las condiciones materiales y su disposición a las catástrofes.

En este proyecto se plantean cuatro fases de investigación para la construcción.

1) La construcción de un marco teórico y metodológico que guía en la comprensión del fenómeno a estudiar.
2) La creación de los instrumentos más adecuados para la construcción de los datos.
3) La recopilación y construcción de los datos para comprender el fenómeno de estudio.
4) La redacción de un texto final, donde se expongan los resultados de la investigación.

Tras un acercamiento preliminar al objeto de estudio, se puede adelantar que el marco teórico estaría respaldado por algunos conceptos provenientes de la corriente teórica socioantropológica estructural-constructivista. Esta posición comprende al agente social como un sujeto dotado de un *habitus*, es decir una carga de disposiciones socioculturales que son practicadas en la vida cotidiana. El habitus comprendido también como estructura estructurante, permite conocer y comprender las prácticas que son parte de su andar cotidiano. La importancia de basarse en este marco teórico, entonces, es porque permite comprender las prácticas que son parte inherentes del sujeto social. Así, se propone enfocar la atención en las prácticas de los comerciantes y el público en general, lo que significa saber en qué medida los actores del mercado tienen una cultura de: saber manejarse en una catástrofe, de la prevención de riesgos, tiene disposiciones a generar catástrofes… Junto con ello se propone un análisis de las condiciones materiales, que son comprendidas como las medidas de seguridad, tales como señalética, rutas de evacuación, existencia de materiales para combatir siniestros…

En cuanto a los instrumentos de análisis, se sugeriría una investigación de tipo cualitativa. En donde sea vector un cuestionario, así como entrevistas abiertas, enfocadas al análisis del *habitus* social o de los actores que participan en el mercado. El análisis tendría dos vertientes, una para los compradores y otra para los vendedores. Para el análisis de las condiciones materiales, se propone la técnica de observación directa, con la que se pueda valorar las disposiciones y carencias de un sistema de seguridad.

En la redacción del texto final, se incorporaría por un lado los las disposiciones socioculturales de los sujetos vinculado a la práctica y uso del mercado como un escenario de riesgo, y por el otro un apartado de recomendaciones. Las recomendaciones serán orientadas a evitar siniestros en el tianguis, según sea el esquema encontrado. Así, las recomendaciones dependerán de si las disposiciones de riesgo se encuentren en la población visitante, los comerciantes o de las condiciones materiales del inmueble, o alguna variante que empalme dos o más problemáticas.

39 . GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero: formación o formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas subterráneas.

Afloramiento: proceso por el cual el material rocoso o hídrico, es elevado a la superficie de una baja o alta profundidad

AGEB: Área Geoestadística Básica

Agente perturbador: tienen origen natural y antrópico. Los primeros no pueden ser controlados pues dependen de la naturaleza. Tienen una clasificación como previsibles y no previsibles. Con los agentes previsibles como erosión, contaminación, e incendios se pueden tomar acciones de prevención.

Mientras que los agentes no previsibles se presentan de manera espontánea por la actividad dinámica de la tierra; tales como sismos, nevadas, tornados, entre otros.

Alófono: pequeñas partículas minerales del suelo, que funcionan como intercambiadores de iones.

Antrópico: relativo al ser humano, a consecuencia de, ó propio del ser humano.

Antropogénico: efectos derivados de la acción del hombre.

Caldera volcánica: depresión volcánica originada por diferentes factores geográficos.

Coladas lávicas: derrame de lava emitido por un volcán que ha sido solidificado.

Conos cineríticos: edificios volcánicos formados por la acumulación de fragmentos de lavas eyectados a la atmósfera.

Cuenca: área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial.

Desastre: incidente centrado en tiempo y espacio a causa del impacto de un agente perturbador sobre un sistema afectable. Los efectos ocasionados pueden ser prevenidos o mitigados.

Deslizamientos: movimiento pendiente debajo de una ladera, formado por materiales naturales como roca y suelo.

Diatomea: clase de alga unicelular.

Diatomita: roca silícea, sedimentaria compuesta por esqueletos fosilizados de las diatomeas.

Edafología: estudio de la naturaleza y las condiciones que presentan los suelos.

Erosión eólica: trabajo destructivo del viento que se manifiesta tanto por el arrastre como por la dispersión del material arenoso y arcilloso.

Erosión fluvial: destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles y rebajamiento de la superficie.

Escurrimiento: parte de la precipitación que aparece en las corrientes superficiales.

Escala de Mercalli: también llamada Escala de Intensidad, se asigna en función de los daños o efectos causados al hombre y sus construcciones.

Escorrentía: agua procedente de la lluvia que circula por la superficie creando sistemas de desagüe o drenaje natural.

Estratigrafía: estudio de las rocas situándolas en espacio y tiempo geológico.

Estrato-volcanes: también conocidos como volcanes compuestos, son el tipo de volcanes más peligrosos debido a su carácter explosivo, su estructura atestigua periodos alternantes de erupciones explosivas y tranquilas.

Exposición: Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos. Es un parámetro que varía con el tiempo, el cual está ligado al crecimiento y desarrollo de la población y su infraestructura.

Falla: discontinuidad de la corteza terrestre que ocurre de forma natural por la propagación de una fractura en una estructura de la misma corteza originada por la aplicación de una energía cinética en dicho cuerpo.

Fractura: formación de planos de separación en la roca, se pierden las fuerzas cohesivas y permanecen friccionantes.

Geología: ciencia que estudia la tierra a través del tiempo; origen, evolución y los procesos dinámicos que en ella actúan, así como su composición rocosa (litología).

Geomorfología: rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie y los procesos que las generan.

Graben: depresión limitada en ambos lados por fallas paralelas.

Hidrología: ciencia que estudia la distribución, cuantificación y utilización de los recursos hídricos disponibles en el globo terrestre.

Hummocks: pequeños montículos formados por avalanchas de un volcán en su etapa eruptiva.

Intensidad: es una medida de la fuerza con que se manifiesta el fenómeno en un sitio dado. Por ello un fenómeno tiene una sola magnitud, pero tantas intensidades como son los sitios en que interese determinar sus efectos.

Litología: parte de la geología que se encarga del estudio de las rocas.

Lixiviados: líquido o fluido proveniente de la descomposición de los residuos sólidos y basura.

Lomerío: montañas de pequeña elevación expuestas a fenómenos de erosión e intemperismo.

Magnitud es una medida del tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera.

Material Piroclástico: nube de cenizas o fragmentos de lava que circulan a través del aire y del vapor, a velocidades muy rápidas.

Mitigación: se basa en diseñar acciones y programas para reducir el impacto de los desastres antes que ocurran, se desarrollan una vez identificados los riesgos a los que se expone la población.

Capacitación a la población, planes de desarrollo urbano, de uso de suelo, sistemas de alertamiento; serían algunas medidas de prevención. De igual manera la construcción de obras civiles como represas, colectores para la conducción del agua pluvial.

Peligro: Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso de tiempo. La potencialidad se mide por su intensidad y su periodo de retorno.

Periodo de retorno: es el lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad. Y la forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno

Reología: estudio de la deformación de los materiales. El efecto reológico es provocado por las deformaciones que experimentan los materiales en el transcurso del tiempo.

Riolítico (a): relativo a las rocas ígneas Riolitas; con alto contenido de cuarzo, feldespatos potásicos, y minerales accesorios como oligoclasa y biotita.

Rocas clásticas: rocas sedimentarias que se componen de fragmentos de roca y minerales, formadas a partir de rocas anteriores a causa de erosión y que han sido transportadas por agua, viento o hielo.

Rocas ígneas: formadas por el enfriamiento, solidificación y cristalización del magma. Existen Rocas Ígneas Intrusivas formadas en el interior de la corteza, Ígneas extrusivas o volcánicas, y Rocas Porfídicas.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos. En la mayoría de los fenómenos pueden distinguirse dos medidas, una de magnitud y otra de intensidad.

Zonificación: instrumento técnico y dinámico de planeación con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo de amortiguamiento. Proceso de ordenamiento territorial en función de ciertas características homogéneas.

40 . BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Quesada, F., López-Blanco, J., Martin del Pozzo, A.L., 2006. Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y SIG en el área del Nevado de Toluca, centro de México. Revista mexicana de Ciencias Geológicas, 23, 113-124.
- Alcántara Ayala, I. 2000. Landslide: ¿Deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones Geográfias, Núm. 41, 7-25.
- Anaya, N., 2002. Mapa de Riesgo de Erosión de Suelo para la Cuenca del Rio Yagüez en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez. Departamento de Ingeniería Civil 16 pp.
- Capra, L., Norini, G., Groppelli, G., Macías, J.L., Arce, J.L., 2008. Volcanic hazard zonation of the Nevado de Toluca volcano, México. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 176, 469- 484.
- Cortés T. H. G, 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M. C. Colegio de postgraduados, Montecillos, México.
- Figueroa S., B, et al., 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. CREZAS. CP. SARH.
- Gutierrez Elorza, M., 2008. Geomorfología. Perason Prentice Hall, Madrid, España. 898 pp.
- Leonidas Ramos C., 2001. Modelamiento ambiental para análisis de susceptibilidad Erosiva en la Cuenca Media y Alta del Rio Cañete y Determinación del Mapa de Erosión. Universidad Nacional Agraria la Molina. 26 pp.
- Macías, J.L., 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. En: Alaniz-Álvarez, S.A., Nieto-Samaniego, Á.F., (Eds.), Volumen Conmemorativo del Centenario. Temas Selectos de la Geología Mexicana. Tomo LVII, Núm. 3: 379-424.
- Pasquarè, G., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1987b. Morphological and structural model of the Mexican Volcanic Belt. Geofísica Internacional 26: 159-176.
- Suter, M., Aguirre, G., Siebe, C., Quintero, O., Komorowski, J.-C., 1991. Volcanism and active faulting in the central part of the Trans-Mexican Volcanic Belt, Mexico. En: Walawender, M.J., Hannan, B.B. (Eds.). Geological Excursions in Southern California and Mexico. Guidebook for the 1991 Annual Meeting, Geological Society of America, San Diego, California, October 21-24, 1991. 224-243.

GOBIERNO MUNICIPAL

SAN MARTÍN TEXMELUCAN



C. MARÍA NORMA LAYÓN AARÚN

PRESIDENTA MUNICIPAL

ESTRUCTURA ORGÁNICA MUNICIPAL ENCARGADA DEL CUMPLIMIENTO Y REALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGO Y/O PELIGROS DEL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.

C. ANGELICA CORTÉS GARCÍA
REGIDORA DE PROTECCION CIVIL MUNICIPAL

LIC. EUGENIO FRANCO HIDALGO
DIRECTOR DE PROTECCIÓN CIVIL, BOMBEROS Y SERVICIOS PRE-HOSPITALARIOS DEL MUNICIPIO

EQUIPO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN, EDICIÓN Y DISEÑO DEL ATLAS DE RIESGO Y/O PELIGROS DEL MUNICIPIO DE SAN MARTIN TEXMELUCAN, 2018.

C. JOSE LUIS BOLAÑOS SAAVEDRA
PROPIETARIO ADICAP S.A de C.V.

C JUAN DE DIOS BOLAÑOS GARCIA
RESPONSABLE TECNICO

IGF. LUIS MANUEL CUETO VILLAGRÁN

IGF. RICARDO ARTURO LADINO ÁLVAREZ

M.C. NOEL PÉREZ VARGAS

M.C. JESSICA MIRIAM SÁNCHEZ MAYORAL

M.C. ANDREA CONTRERAS CRUZ

BIOL. ADOLFO PÉREZ VARGAS

GOBIERNO MUNICIPAL
SAN MARTIN TEXMELUCAN

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL MÉXICO

41 AGRADECIMIENTOS

Se hace un agradecimiento especial a la Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), presidida por la Lic. Rosario Robles Berlanga.

Al Lic. Armando Saldaña Flores, Director General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo

Al Lic. Juan Manuel López Arroyo, Delegado Estatal en Puebla.

Al C.P. Francisco Javier Malagón Mosqueda, Subdelegado del Programa de Prevención de Riesgos

Por su colaboración y apoyo para hacer posible la validación de este Documento por parte del Programa de Prevención de Riesgos, de la Subsecretaria de Ordenamiento Territorial de la SEDATU.

42 ANEXO CARTOGRAFICO

