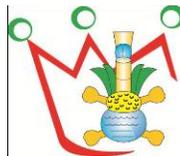




Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz



Diciembre de 2014

Número de expediente: PP14/15070/AE/1/0024

Número de obra: 415070PP003166

La Paz, Estado de México



Master Planning, S.A. de C.V.

Tel. (55) 5256 2025

mp_masterplanning@yahoo.com.mx

“ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTÁ PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.”



Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Objetivo	3
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	3
2.1. Área de Estudio	3
2.2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	5
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	8
3.1. Fisiografía.....	8
3.2. Geomorfología	11
3.3. Geología	12
3.4. Edafología	14
3.5. Hidrología	15
3.6. Cuencas y Sub-cuencas.....	15
3.7. Clima	20
3.8. Uso de suelo y vegetación	22
3.9. Áreas naturales protegidas.....	24
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	25
4.1. Elementos demográficos	25
4.1.1. Dinámica demográfica.....	25
4.1.2. Proyección de población al 2030.....	26
4.1.3. Distribución de población	27
4.1.4. Densidad de población	28
4.1.5. Pirámide de edades.....	29
4.1.6. Natalidad	31
4.1.7. Mortalidad.....	31
4.1.8. Migración.....	32
4.2. Características sociales	32
4.2.1. Escolaridad.....	32
4.2.2. Hacinamiento.....	33
4.2.3. Población con discapacidad	34



4.2.4.	Marginación	36
4.2.5.	Pobreza	37
4.2.6.	Equipamiento.....	38
4.3.	Principales actividades económicas en la zona	39
4.4.	Características de la población económicamente activa	41
4.5.	Reserva Territorial	42
CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL		45
5.1.	Vulcanismo.....	59
5.1.1.	Peligro	66
5.1.2.	Vulnerabilidad.....	67
5.1.3.	Riesgo	67
5.2.	Sismos.....	69
5.2.1.	Peligro	73
5.2.2.	Vulnerabilidad.....	74
5.2.3.	Riesgo	74
5.3.	Tsunamis	77
5.3.1.	Peligro	80
5.3.2.	Vulnerabilidad.....	80
5.3.3.	Riesgo	80
5.4.	Inestabilidad de laderas	81
5.4.1.	Peligro	85
5.4.2.	Vulnerabilidad.....	85
5.4.3.	Riesgo	85
5.5.	Flujos	88
5.5.1.	Peligro	89
5.5.2.	Vulnerabilidad.....	89
5.5.3.	Riesgo	89
5.6.	Caídos o Derrumbes.....	90
5.6.1.	Peligro	91
5.6.2.	Vulnerabilidad.....	92
5.6.3.	Riesgo	93
5.7.	Hundimientos	93
5.7.1.	Peligro	96



5.7.2. Vulnerabilidad.....	96
5.7.3. Riesgo	97
5.8. Subsistencia.....	101
5.8.1. Peligro	103
5.8.2. Vulnerabilidad.....	104
5.8.3. Riesgo	104
5.9. Agrietamientos.....	107
5.9.1. Peligro	109
5.9.2. Vulnerabilidad.....	109
5.9.3. Riesgo	109
5.10. Ondas Cálidas y Gélidas.....	118
5.11. Sequías.....	128
5.12. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas).....	131
5.13. Heladas.....	131
5.14. Tormentas de nieve.....	137
5.15. Tormentas de Granizo.....	138
5.16. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales).....	141
5.17. Tornados.....	142
5.18. Tormentas eléctricas.....	143
5.19. Lluvias.....	145
5.20. Inundaciones.....	149
CAPÍTULO VI. OBRAS DE MITIGACIÓN	162

Ilustraciones

Figura 1. Localización del Municipio de La Paz en la Región III	4
Figura 2. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:15 000	6
Figura 3. Croquis, ejemplo de Mapa base de la Cabecera Municipal escala 1:7 500	7
Figura 4. Elevación del Municipio de La Paz	9
Figura 5. Mapa de Pendientes del municipio de La Paz.	10
Figura 6. Mapa de zonificación geomorfológica del municipio de La Paz	12
Figura 7. Mapa de geología del municipio de La Paz	13
Figura 8. Mapa de edafología del municipio de La Paz	15
Figura 9. Mapa de cuencas hidrológicas de La Paz	16



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 10. Ilustración de cuenca y subcuenca existente en La Paz.	17
Figura 11. Mapa de Límites y canales de comunicación de los principales lagos del Valle de México	18
Figura 12. Mapa de Hidrología	19
Figura 13. Mapa de Climatología	22
Figura 14. Mapa de usos de suelo y vegetación	24
Figura 15. Mapa de zonificación geomorfológica del municipio de La Paz	25
Figura 16. Mapa de distribución de la población	28
Figura 17. Mapa de densidad de población	29
Figura 18. Mapa de hacinamiento	34
Figura 19. Mapa de distribución de población con discapacidad	35
Figura 20. Mapa de distribución de marginación	37
Figura 21. Mapa de Estructura urbana de La Paz.	43
Figura 22. Mapa de Áreas Urbanizables de La Paz.	44
Figura 23. Esquema conceptual de la metodología.	48
Figura 24 Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.	60
Figura 25. Mapa de Peligro por Avalancha de escombros.	61
Figura 26. Mapa de distancia al volcán Popocatepetl.	62
<i>Figura 27. Tomado del Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl, Macías et. al 1995.</i>	63
Figura 28. Mapa de Peligro por Caída de ceniza.	64
Figura 29. Mapa de Peligro por Flujos Piroclásticos.	65
Figura 30. Mapa de Peligro por Lahares.	66
Figura 31. Fotos A y B muestran Depósitos de caída de pómez y bloques, Coordenadas UTM X 504120.63, Y 2138297.04, 1 de octubre de 2014. En las letras C muestran fotografías de dos bancos de materiales, en la foto D se aprecia estratos de pómez. Coordenadas UTM X 504080.02, Y 2138603.10, 1 de octubre de 2014.	67
Figura 32. Mapa de Riesgo por vulcanismo.	69
Figura 33. Regionalización sísmica del país	70
Figura 34. Mapa de los principales epicentros de terremotos en el estado de México, de acuerdo a la tabla 1.	72
Figura 35. Mapa de peligro sísmico	73
Figura 36. Mapa de Riesgo por sismos.	76
Figura 37. Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores	77
Figura 38. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.	78
Figura 39. Mapa de distancia a las costas de México.	79
Figura 40. Mapa de Peligro por Tsunamis.	80
Figura 41. Ilustración de los tipos de inestabilidad de laderas.	82
Figura 42. Mapa de peligros por inestabilidad de laderas.	83



- Figura 43. Foto A ladera de la calle camino vecinal existen asentamientos con alto grado de peligro producto de deslizamientos de tierras, la población se asienta a escasos metros de la pared del volcán y está cayendo constantemente material. La foto B se observa que la construcción está sin cimientos fijos y probables bloques de pueden deslizar. Coordenadas UTM X 504027.40, Y 2138587.37, 1 de octubre de 2014. 85
- Figura 44. Mapa de riesgo por inestabilidad de laderas. 86
- Figura 45. Foto A y B ladera de la calle Camino vecinal existen asentamientos y se puede observar material acarreado por la ladera y para detener los deslizamientos ponen costales para que no continúe cayendo material. Coordenadas UTM X 504027.40, Y 2138587.37, 1 de octubre de 2014. 87
- Figura 46. Mapa de peligro por Flujos 88
- Figura 47. Mapa de peligro por Derrumbes 91
- Figura 48 La Colonia Emiliano Zapata representa un alto potencial de derrumbes y caída de rocas, por alas altas pendientes y el desprendimiento de material. Coordenadas UTM X 502703.62, Y 2138890.20. 1 de octubre de 2014 92
- Figura 49 Vista del volcán La Caldera donde se ubican casas a mas de 25 grados de pendiente. Coordenadas UTM X 502724.51 Y 2138931.81. 1 de octubre de 2014 92
- Figura 50. Foto A Viviendas con alto grado de precariedad por lo que las calles más altas y cercanas al límite de la colonia Emiliano Zapata, representan mayor vulnerabilidad. Coordenadas UTM X 504058.17, Y 2138121.42, 1 de octubre de 2014. Foto B, La colonia Loma encantada y San Gregorio con alto nivel de vulnerabilidad. Coordenadas UTM X 504042.64, Y 2138557.72. 1 de octubre 2014 92
- Figura 51. Foto A ladera de la calle Camino vecinal con alto grado de peligro producto de derrumbes, la población pone llantas y costales para que no continúe cayendo material, en la foto B se puede observar material acarreado por la ladera producto de derrumbes aguas abajo y foto C calles sin pavimentar con material suelto que puede ser acarreado y provocar derrumbes y caída de rocas. 93
- Figura 52. Pozos de extracción de agua e interpolación de valores de extracción en m³/s, que van de 1 hasta 160 m³/s en las zonas planas del interior del municipio. 94
- Figura 53. Mapa de peligro por Hundimientos 95
- Figura 54. Fotos A a D La Barranca del Muerto al oriente del municipio se encuentran siendo rellenada con material de cascajo y basura esto representa un alto grado de peligro producto de hundimientos de tierras, una vez que se encuentra completamente rellena la población se asienta sobre los escombros, por lo que las construcciones están sin cimientos fijos. Coordenadas Fotos A y B UTM X 506802.92, Y 2143329.87, Coordenadas Fotos C y D UTM X 506962.32, Y 2143328.49 1 de octubre de 2014. 96
- Figura 55. Fotos A y B Av. Barranca del Muerto en los límites del municipio está siendo rellenada con material de desperdicio (cascajo) generando suelo inestable y al asentarse la infraestructura genera hundimientos. 97
- Figura 56. Mapa de riesgo por Hundimientos 99
- Figura 57. Mapa de zonificación geotécnica del DF. 100
- Figura 58. Ejemplo de la extracción de pozos de agua del subsuelo y su afectación con los mantos freáticos que producen fenómenos como subducción o hundimientos. 101
- Figura 59. Mapa de peligro por Subsistencia 102
- Figura 60. Foto A y B, Av. Siervo de la Nación en los límites con el Distrito Federal zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno, rompe el asfalto e infraestructura. Coordenadas Fotos A y B UTM X 500870.48, Y 2141374.16, 1 de octubre de 2014. 103



Figura 61. Ejemplificación de subsidencia en zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno y la estructuras (casas, calles, puentes, etc) en los límites se agrietan.	103
Figura 62. Ejemplificación de edificios colapsados en áreas de subsidencia, debido al peso del edificio y la compactación de las arcillas del suelo se genera el asentamiento e inestabilidad de las construcciones.	104
Figura 63. Foto A y B Av. Siervo de la Nación en los límites con el Distrito Federal, áreas de riesgo por inestabilidad en el terreno y provoca daños a las infraestructura, como se observa en las fotos, depresiones y levantamiento de banquetas. Coordenadas Fotos A y B UTM X 500870.48, Y 2141374.16, Coordenadas 1 de octubre de 2014.	105
Figura 64. Mapa de riesgo por Subsidencia	107
Figura 65. Mapa de peligro por Agrietamientos	108
Figura 66. Foto A, Av. Siervo de la Nación en los límites con el distrito Federal se localizan varios sistemas de fallas activas con alto grado de peligro producto de los movimientos que generan grietas en la infraestructura como en las paredes y banquetas según se muestra, UTM X 500736.71, Y 2140877.88. Fotos B Calle helechos se presentan aberturas entre las casas producto del agrietamiento del suelo Coordenadas UTM X 501194.68, Y 2141313.65 1 de octubre de 2014.	109
Figura 67. Foto A, Av. Siervo de la Nación en los límites con el distrito Federal se localizan varios sistemas de fallas activas con alto grado de peligro producto de los movimientos por sismos, se aprecia la avenida con fallas que hacen resaltar grietas, Coordenadas UTM X 500813.89, Y 2141164.81. 1 de octubre de 2014.	110
Figura 68. Mapa de riesgo por Agrietamientos	112
Figura 69. Mapa del trabajo de campo y los fenómenos observados en cada punto de verificación.	116
Figura 70. Zonas inundables determinadas en campo y con información de PCM La Paz.	150
Figura 71. Zona con amenaza de inundación ribereña en el canal de la Compañía	151
Figura 72. Inundaciones ribereñas	152
Figura 73. En las zonas altas del cerro El Pino se identificaron pendientes mayores a 50° (sin embargo no hay ningún asentamiento en esa zona).	153
Figura 74. Inundaciones repentinas.	154
Figura 75. Segmentación de cauces e identificación de pendientes.	155
Figura 76. Asignación de valores por vértices para generar raster.	155
Figura 77. Asignación de valores a puntos para inundaciones repentinas.	156
Figura 78. Normalización de variables.	156
Figura 79. Raster resultado de la interpolación de valores (asociados a inundaciones repentinas)	157
Figura 80. Las pendientes en el Volcán La Caldera alcanzan hasta 45° y con suelos pavimentados se puede escurrir hasta un 90% del agua de lluvia (después de varias horas de precipitación). Las pendientes son parte del cálculo para avenidas repentinas.	158
Figura 81. Raster interpolado, clasificado y convertido a vectores	159
Figura 82. Semivariograma donde la varianza real se ajusta a una distribución teórica; ésta se aplicó para la estimación de pesos para avenidas repentinas en La Paz.	160
Figura 83. Cuencas en el municipio. De la 1 a la 3 corresponden al volcán La Caldera, mientras el resto son de El Pino.	161



Figura 84. Desazolve del canal de desagüe. Obstruye el corrimiento de agua y genera acarreo de material hacia las viviendas, con esto se evitaría flujos de lodo y caída de rocas.	164
Figura 85. Muro de contención o pequeño gavión en las colonias Loma encantada y Emiliano Zapata. Para evitar el corrimiento de rocas por inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación hacia las viviendas que se ubican cerca de las laderas.	165
Figura 86. Mapa de obras de mitigación, muro de contención o pequeño gavión en las colonias Loma encantada y Emiliano Zapata. Para evitar el corrimiento de rocas por inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación hacia las viviendas que se ubican cerca de las laderas.	166
Figura 87. Ejemplo de cimentaciones realizadas con pilotes columna y pilotes de control.	167
Figura 88. Mapa de seguimiento de fallas y grietas.	168

Gráficas

Gráfica 1.- Municipio de La Paz y Los Reyes Acaquilpan. Crecimiento demográfico 1990 – 2014	26
Gráfica 2.- Municipio de La Paz. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2000-2010.	30
Gráfica 3. Municipio de La Paz. Proporción de personas según condición de pobreza, 2010.	38
Gráfica 4. Municipio de La Paz. Principales ramas de actividad y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008	40
Gráfica 5. Participación de la PEA por sector económico, 1990-2010.	41
Gráfica 6.- Niveles de ingreso de la población ocupada, 2010	42

Cuadros

Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos	2
Cuadro 2. Niveles de análisis y representación cartográfica	8
Cuadro 3. Población y crecimiento promedio anual 1970-2010 y sus proyecciones al año 2030.	27
Cuadro 4. Distribución de la población según tamaño de localidad en La Paz, 2010.	27
Cuadro 5. Fecundidad en el municipio de Tlalnepantla, 2010	31
Cuadro 6. Mortalidad en La Paz, 2010.	32
Cuadro 7. Población migrante en el municipio de La Paz, 2010	32
Cuadro 8. Localidades con Grado de Marginación Muy Alto y Alto, 2010.	36
Cuadro 9 Equipamiento educativo por nivel escolar 2010-2011	38
Cuadro 10 Equipamiento cultural 2011	39
Cuadro 11 Unidades médicas en servicio del sector salud por municipio y nivel de operación según institución	39
Cuadro 12. Indicadores de la participación del Municipio de La Paz en la economía estatal	40
Cuadro 24. Marco de vulnerabilidad socioeconómica	50
Cuadro 25. Vulnerabilidad socioeconómica de las localidades del municipio para la determinación de riesgos	56



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 26. Matriz de ponderación de la vulnerabilidad en función al tipo de peligro	57
Cuadro 16. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio.	68
Cuadro 17. Sismos de mayor magnitud en el estado de México	71
Cuadro 18. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	73
Cuadro 19. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	75
Cuadro 20. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	76
Cuadro 21. Escalas de intensidad y áreas afectadas.	83
Cuadro 22. Criterios de la metodología para los niveles de peligro para deslizamientos de ladera.	84
Cuadro 23. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	87
Cuadro 24. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	87
Cuadro 25. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	90
Cuadro 26. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	95
Cuadro 27. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	98
Cuadro 28. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	98
Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	102
Cuadro 30. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	106
Cuadro 31. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	106
Cuadro 32. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	109
Cuadro 33. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	111
Cuadro 34. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	111
Cuadro 35. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en La Paz, Estado de México.	115
Cuadro 36. Registro de Temperaturas Máximas en las Estaciones Meteorológicas	118
Cuadro 37. Registro de Temperaturas Mínimas en las Estaciones Meteorológicas	133
Cuadro 38. Tipos de lluvia	147



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. Introducción

El presente Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de La Paz se inscribe dentro del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU).

Este instrumento brindará a las autoridades municipales el insumo básico para diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias; también coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a amenazas de diversos orígenes y mejorar la calidad de vida en zonas específicas del municipio, permitiendo identificar a la población en condición de riesgo.

Para ello, el Atlas incorpora información geográfica de los peligros de origen natural que se presentan en el municipio, para identificar zonas expuestas a peligro y definir las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas.

En primera instancia, se presenta el universo de los fenómenos que integran al peligro (agente perturbador), entendiéndose como el sistema capaz de originar calamidades que pueden impactar a la comunidad y su entorno. Los agentes perturbadores considerados en el estudio, incluyen los fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico.

Los fenómenos geológicos consideran: la sismicidad; el deslizamiento; el colapso de suelos; los hundimientos y agrietamientos. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos se incluyen: las lluvias torrenciales; las granizadas y nevadas; las inundaciones y flujos de lodo; las tormentas eléctricas; las temperaturas extremas y la erosión.

Asimismo, se vinculan los peligros con las repercusiones que éstos tendrían en el Municipio de La Paz, que puede ser siniestrado por diversos peligros en más de un sentido, por lo que este trabajo aborda a la población afectada como un todo, denominado como el sistema afectable (éste comprende a la población, sus bienes y el ecosistema). Para determinar el riesgo, se identifican las condiciones socioeconómicas de las familias y las viviendas emplazadas en las zonas consideradas críticas por el Atlas.

El contenido del presente documento se enmarca en el capitulado citado en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos 2014, de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (SEDATU) y se menciona en la siguiente tabla.



Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN	Introducción Antecedentes Objetivo
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	Determinación de niveles de análisis y escalas de representación gráfica
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	Fisiografía Geomorfología Geología Edafología Hidrología Cuencas y subcuencas Clima Usos del suelo y vegetación Áreas Naturales Protegidas
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	Elementos demográficos Características sociales Principales actividades económicas Características de la PEA Reserva territorial
CAPÍTULO 5. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico Erupciones volcánicas Sismos Tsunamis Inestabilidad de laderas Flujos Caídos o derrumbes Hundimientos Subsidencia Agrietamientos Erosión
	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico Ondas cálidas y gélidas Sequías Heladas Tormentas de granizo Tormentas de nieve Ciclones tropicales Tornados Tormentas polvo Tormentas eléctricas Lluvias extremas Inundaciones
CAPÍTULO 6. OBRAS DE MITIGACIÓN	
CAPÍTULO 7. ANEXO	Glosario de términos Bibliografía Cartografía empleada Fichas de campo Memoria fotográfica Nombre de la consultoría y personas que participaron en la elaboración del Atlas
CAPÍTULO 8. METADATOS	



1.2. Antecedentes

Las inundaciones son una constante en el territorio municipal, tan sólo en los últimos registros del año 2013, se tienen reportes de inundaciones que afecto una superficie de 1,890 km² del municipio de La Paz, afectando a una población de 8,505 habitantes. La zona del territorio municipal donde se tiene más afectaciones por inundaciones, es la zona que colinda con el municipio de Nezahualcóyotl, particularmente en las colonias Rincón de los Reyes, Valle de Los Reyes, Valle de Los Pinos, así como las ubicadas cerca del metro La Paz. Las colonias anteriores se ubican en las partes más bajas del polígono municipal (ver mapa de Fisiografía C-1b), al igual que la zona de la estación del metro La Paz, se localizan entre dos elevaciones, las cuales debido a su fisiografía, reciben altos niveles agua por las intensas precipitaciones en temporada de lluvias.

Un registro más de inundaciones y encharcamiento vial dentro del territorio municipal, fue la acontecida en el año 2007, las colonias afectadas fueron Los Reyes Acaquilpan, San Sebastián Chimalpa, Carlos Hank González, Emiliano Zapata, Bosques de la Magdalena, El Salado y La Magdalena Atlipac, todas ellas con población afectada entre 1,500 y 5,300 habitantes.

1.3. Objetivo

Contar con un documento de análisis espacial que diagnostique, pondere y detecte los peligros naturales y la vulnerabilidad presentes en el municipio de La Paz, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias para generar zonificaciones y cartografía de riesgos, a fin de contar con una herramienta que sirva de base para la adopción de estrategias territoriales y el diseño de medidas y acciones de prevención de desastres y reducción de riesgos.

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

En este apartado se establecerán los niveles geográficos de aproximación a la problemática municipal del peligro o riesgo. Se definirán, por medio de aproximaciones y condiciones específicas de las localidades estudiadas. A continuación se explica cómo se llegó a los niveles escalares propuestos en el presente Atlas de Riesgos.

La determinación de la zona de estudio, es un instrumento técnico geográfico que determina las áreas de tratamiento para desarrollar las acciones de nivel territorial que permitan configurar y delimitar representaciones territoriales óptimas. Para la elaboración del mapa de zonificación, se realizó una evaluación integrada de las zonas de peligro y unidades geográficas funcionales; dentro de un análisis de superposición que incluye el mapa base en conjunción con los diferentes temas que se abordarán en el atlas.

2.1. Área de Estudio

El municipio de La Paz se localiza en la parte oriental del Estado de México, en la Región III Chimalhuacán integrada por 4 Municipios. Su territorio se ubica al interior de las coordenadas extremas 98°54'59" y 98°59'53" de longitud oeste; y los 19°19'31" y 19°23'36" de latitud norte, en tanto que la Cabecera Municipal se ubica en las coordenadas 20°22' de latitud norte y 98°59' de longitud oeste, a 2,250 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los municipios de Chimalhuacán y Nezahualcóyotl; al sur, con los municipios de Ixtapaluca, Valle de Chalco Solidaridad y Distrito Federal; al este, con Ixtapaluca; y al oeste con el



Distrito Federal. Consta de una superficie de 36.71 kilómetros cuadrados, representando el 0.16% de la superficie del Estado de México.

Figura 1. Localización del Municipio de La Paz en la Región III



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2013 – 2015, La Paz, Estado de México

Administrativamente el Municipio de La Paz está conformado por su cabecera municipal, ubicada en la Ciudad de Los Reyes Acaquilpan, los pueblos de La Magdalena Atlicpac, San Salvador Tecamachalco y San Sebastián Chimalpa y por 59 colonias con sus respectivas delegaciones y subdelegaciones:

1. Alamedas.
2. Ampliación Arenal (Subdelegación)
3. Ampliación Dr. Jorge Jiménez Cantú.
4. Ampliación Magdalena.
5. Ampliación Mariel
6. Ampliación Los Reyes.
7. Ampliación San Sebastián.
8. Ampliación Tecamachalco.
9. Ancón de Los Reyes.
10. Arenal
11. Bosques de la Magdalena.
12. C.E.A.S. (Subdelegación)
13. Conjunto la Paz (Subdelegación)
14. Cuchilla de la Ancón (Subdelegación).
15. Dr. Jorge Jiménez Cantú.
16. Ejidal El Pino.
17. 20 de Mayo
18. El Salado.
19. Emiliano Zapata.
20. Fraccionamiento Floresta.
21. Geovillas de San Isidro
22. La Cerca (subdelegación)
23. Jardín de Los Reyes (Subdelegación)
24. Las Rosas (Subdelegación).



- | | |
|--|---|
| 25. Libertad (Subdelegación) | 26. Lomas de San Sebastián. |
| 27. Lomas de San Isidro sección El Pino. | 28. Loma Encantada |
| 29. Huertos Familiares | 30. Lomas de AltaVista. |
| 31. Lomas de San Isidro sección I,II,III | 32. Magdalena de Los Reyes. |
| 33. Mariel | 34. Paraje San Antonio. |
| 35. Primavera | 36. Prof. Carlos Hank González. |
| 37. Ricardo Flores Mogón. | 38. Rincón (Subdelegación) |
| 39. Reyes I, II, III | 40. San José Las Palmas. |
| 41. Techachaltitla | 42. Tecontlapexco (Subdelegación) |
| 43. Tecomatlán | 44. Tepetates (Subdelegación) |
| 45. Tlazala (Subdelegación) | 46. Unidad Anáhuac |
| 47. Unidad Habitacional Bosques de la Magdalena. | 48. Unidad Ferrocarril (Subdelegación). |
| 49. Unidad Floresta. | 50. Unidad Tepozanes. |
| 51. Unidad Acaquilpan | 52. Unidad santa Cruz (Subdelegación) |
| 53. Valle de los Pinos. | 54. Valle de Los Reyes 1a Sección |
| 55. Valle de Los Reyes 2ª Sección | 56. Villas San Isidro |
| 57. Villas del Sol (Subdelegación) | 58. Villas la Paz (Subdelegación) |
| 59. Zona Industrial | |

Fuente: Bando Municipal de La Paz 2013.

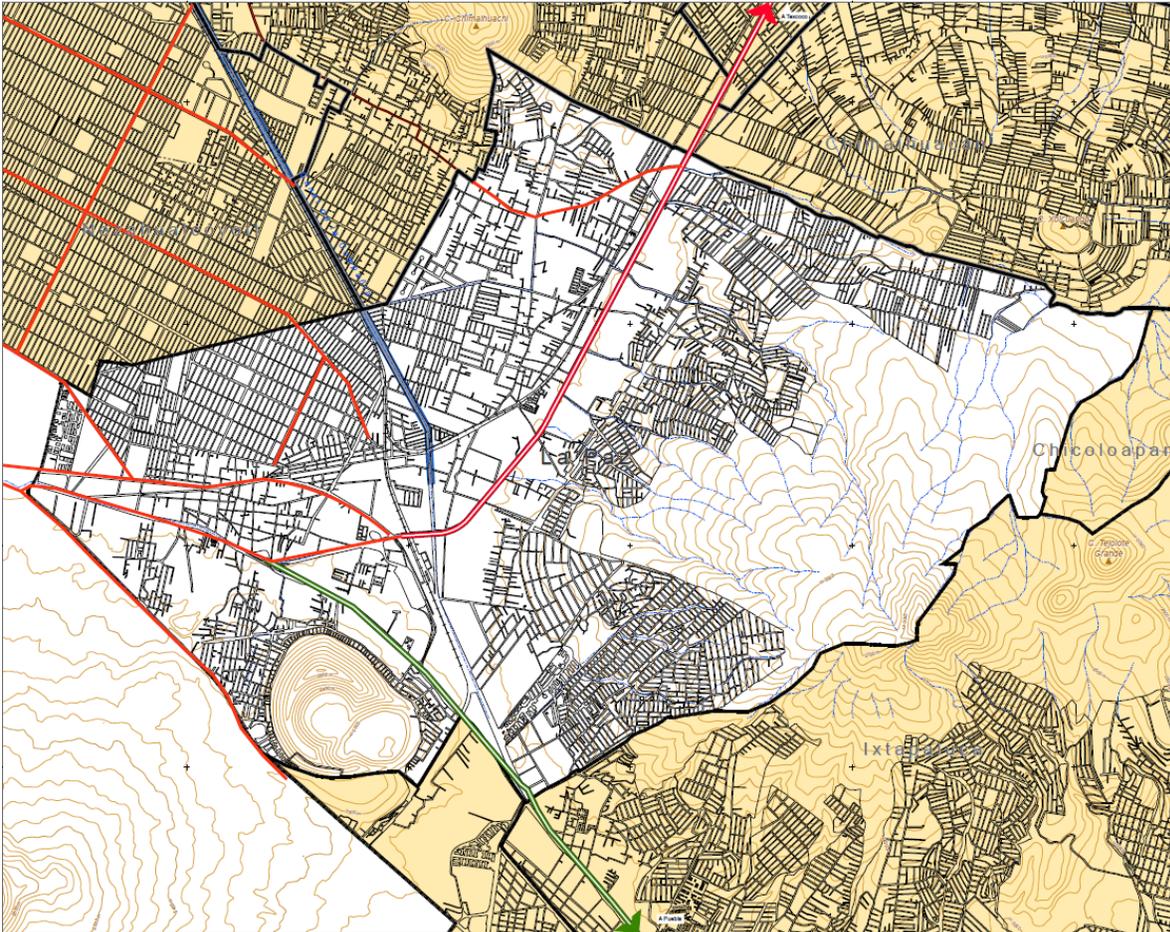
2.2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

La metodología utilizada para la determinación de las escalas de representación gráfica del presente atlas, ha sido estructurada a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis y la organización territorial, cuya finalidad es definir y delimitar y/o redelimitar el número apropiado de niveles y escalas de estudio.

La Paz es un municipio con características geográficas de superficie y forma que hacen posible el estudiarlo integralmente en escala a 1:15 000 para representaciones cartográficas impresas en 90 cm por 60 cm, como se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 2. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:15 000



Fuentes: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI y Límite Municipal proporcionado por el IGECEM.

En áreas que son potencialmente susceptibles a ser afectadas por algún tipo de evento o fenómeno natural, lo cual las hace vulnerables, se orientará la zonificación hacia áreas susceptibles y a la evaluación de niveles de vulnerabilidad por fenómenos naturales, por lo que a partir del mapa base municipal se analizarán las características propias del territorio municipal en relación con sus condiciones y propensión a ser impactado por alguno de los fenómenos naturales que se especificarán más adelante. Con base en este nivel de análisis, la representación cartográfica será adecuada a cada una de las condiciones mencionadas para visualizar los fenómenos desde una perspectiva a mayor detalle que será expresada gráficamente en el espacio con mapas a nivel centro de población en los que se emplearán escalas 1:7 500 o mayores.

En la figura siguiente se ilustra el nivel de un mapa urbano en el que se puede representar a nivel de manzanas el peligro o riesgo de la población ante determinados fenómenos, con este nivel de detalle se permitirá establecer bases para futuros estudios de riesgo y también para evaluar otras áreas con



Cuadro 2. Niveles de análisis y representación cartográfica

Peligro / Riesgo	Nivel de Análisis	Escala cartográfica
Vulcanismo	Nivel 1.	1:15 000
Sismos	Nivel 1.	1:15 000
Tsunamis	Nivel 1.	1:15 000
Inestabilidad de laderas	Nivel 2.	1:7 500
Flujos	Nivel 1.	1:7 500
Caídos o Derrumbes	Nivel 2.	1:7 500
Hundimientos	Nivel 1.	1:15 000
Subsidencia	Nivel 1.	1:15 000
Agrietamientos	Nivel 1.	1:7 500
Ondas cálidas y gélidas	Nivel 1.	1:15 000
Sequías	Nivel 1.	1:15 000
Heladas	Nivel 1.	1:15 000
Tormentas de granizo	Nivel 1.	1:15 000
Tormentas de nieve	Nivel 1.	1:15 000
Ciclones Tropicales	Nivel 1.	1:15 000
Tornados	Nivel 1.	1:15 000
Tormentas de polvo	Nivel 1.	1:15 000
Tormentas eléctricas	Nivel 1.	1:15 000
Lluvias extremas	Nivel 1.	1:15 000
Inundaciones	Nivel 2.	1:7 500

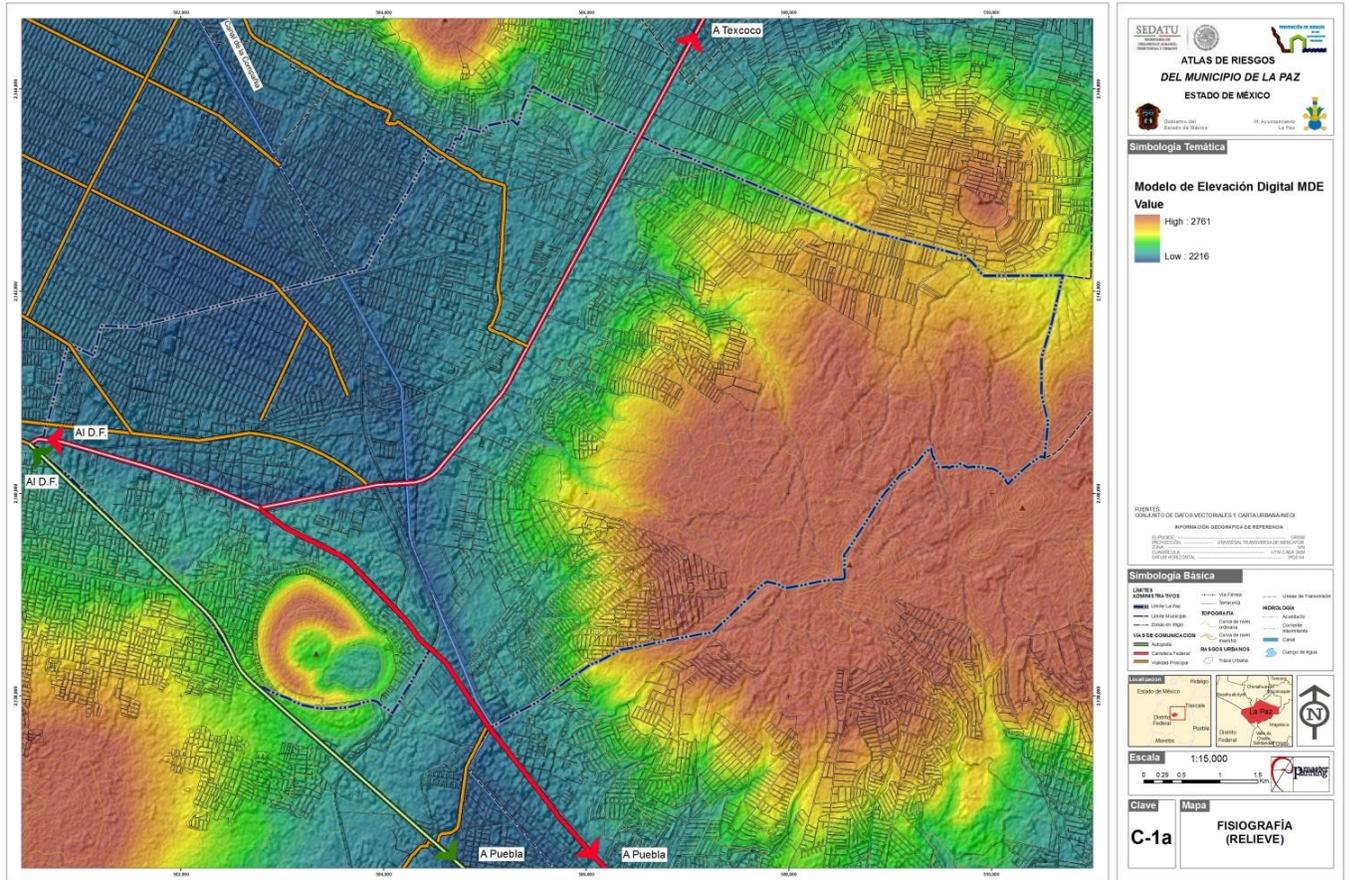
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1. Fisiografía

El municipio de La Paz cuenta con una altitud que va desde los 2,216 hasta los 2,761 msnm, por lo tanto el relieve es muy diverso, desde terrenos prácticamente planos hasta pendientes que rebasan los 15 grados. Los sitios más planos se ubican en el poniente de la zona de estudio, en la colindancia con los municipios de Chimalhuacán y Nezahualcóyotl, mientras que los terrenos con pendientes más pronunciadas se localizan al oriente y sur poniente. Las pendientes más pronunciadas forman parte de las tres elevaciones existentes en el municipio; estas son; el antiguo volcán La Caldera, el cerro Tejolote Grande y el cerro El Pino; estas dos últimas se encuentran ubicadas parcialmente en el municipio, ya que además comparten ubicación con los municipios Ixtapaluca y Chimalhuacán.



Figura 4. Elevación del Municipio de La Paz

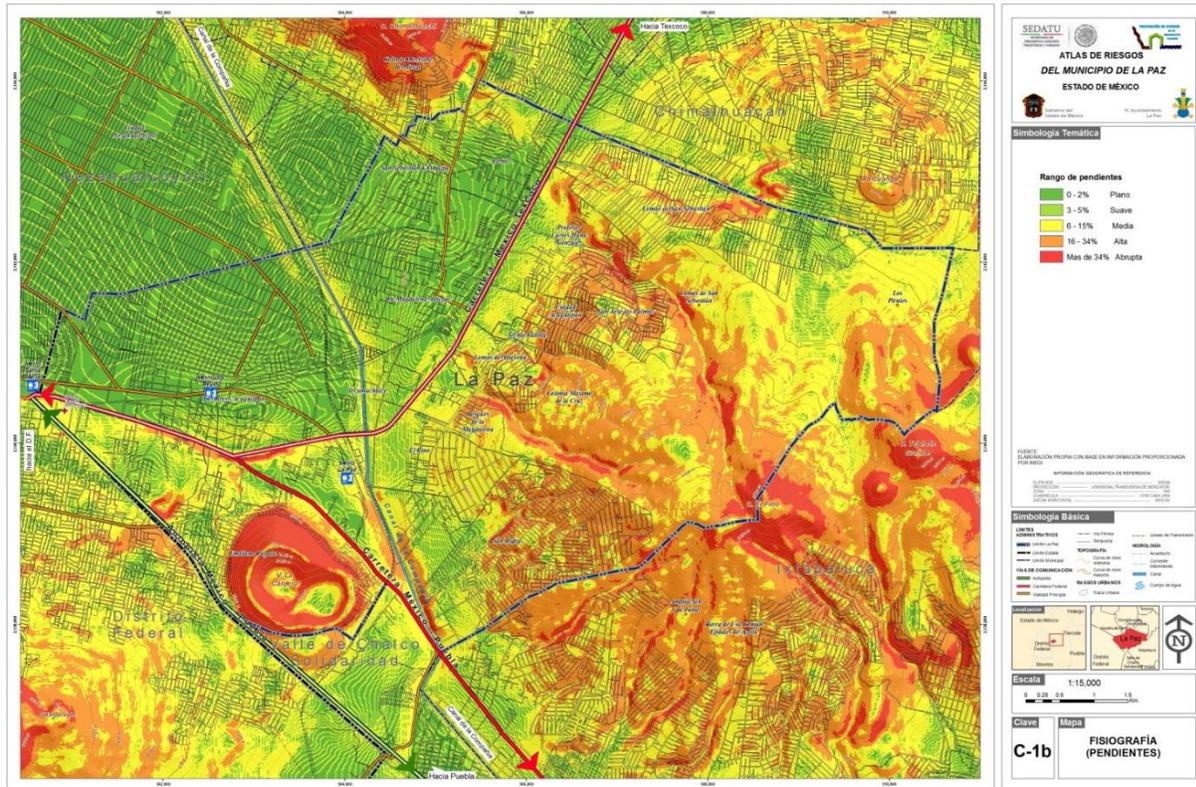


Fuente: Elaboración propia con base a datos del INEGI.

La Paz cuenta con más de la mitad de suelo con pendientes superiores al 5%, las pendientes superiores al 15% se encuentran en la zona superior de las elevaciones existentes, estas zonas representan el 41% de la superficie del municipio de La Paz. La elevación de Tecolote Grande tiene en sus faldas gran número de asentamientos las cuales se ubican en pendientes de más del 15% y que prácticamente han llegado al nivel más alto del cerro.



Figura 5. Mapa de Pendientes del municipio de La Paz.



Fuente: Elaboración propia con base a datos del INEGI.

El siguiente cuadro describe el área que ocupa cada rango de pendientes, así como el nivel de inclinación. Cuadro de pendientes de La Paz

Rango de Pendientes	Clave	Área (Ha)	Nivel
De 0-2% Plano	1	812.29	Muy Bajo
3 - 5% Suave	2	1363.93	Bajo
6 - 15% Media	3	918.33	Medio
16 - 34% Alta	4	351.16	Alto
Más de 34% Abrupta	5	249.3	Abrupta
Total		3695.01	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI



3.2. Geomorfología

La zona de estudio se conforma por distintos rubros:

- a) Vaso Lacustre Salino. Esta representa el 20.63% del territorio municipal, es una zona con riesgos como inundaciones, debido a su poca permeabilidad. Esta topografía se ubica en los límites con Chimalhuacán y Nezahualcóyotl.
- b) Lomerío de Basalto. Representa el 74.24% del total del territorio, Los lomeríos presentan pendientes pronunciadas en las partes altas, en el caso de la zona de estudio representa una gran parte de las elevaciones existentes las cuales no son aptas para uso urbano.
- c) Vaso Lacustre. Esta representa el 5.03% de la zona de estudio, esta topografía sólo se presenta en las faldas del antiguo volcán La Caldera, particularmente en la zona poniente.
- d) Vaso Lacustre con Lomerío. Esta representa sólo el 0.10% del territorio municipal, y se encuentra en la zona que colinda con Chimalhuacán.
- e)

El área de cada una de las topografías se describe en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	Área (Ha)	Porcentaje
VASO LACUSTRE SALINO	758.59	20.63%
LOMERÍO DE BASALTO	2729.71	74.24%
VASO LACUSTRE	184.93	5.03%
VASO LACUSTRE CON LOMERÍO	3.82	0.10%
Total	3677.05	100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI



3.4. Edafología

El municipio de La Paz cuenta con dos tipos de suelo predominantes el Solonchak gléyico y el Feozem háplico. Estos tipos de suelo se caracterizan por ser suelos en los que se acumula el salitre, como los lechos de los lagos. Normalmente tienen un alto contenido de sales, por lo que su uso agrícola se limita a los cultivos resistentes a ellas. Además, en el subsuelo tienen una capa en la que se estanca el agua.

Los porcentajes de suelo dentro del polígono de estudio son los siguientes; con 28.69% el suelo Solonchak gléyico, la fase en la que se encuentra este tipo de suelo normalmente es pedregosa, resultado del proceso geológico de destrucción de las rocas preexistentes, sin embargo en la parte baja del norte, los suelos son extremadamente finos y se levantan en intensas polvaredas en vientos con dirección norte-sur. Dada su poca permeabilidad, la cual suele producir inundaciones y encharcamiento de larga duración en temporada de lluvias, estos suelos se consideran no aptos para el desarrollo urbano.

Con un 71.31% en la zona de estudio se encuentra el tipo de suelo Feozem. La principal característica es que se presenta en zonas aluviales donde se acumulan sustancias orgánicas y son recomendables para la agricultura. Su estructura geológica está conformada por Basaltos. Este tipo de suelo se ubica en las partes norte, oriente y surponiente del municipio de La Paz, coincidiendo las elevaciones existentes.

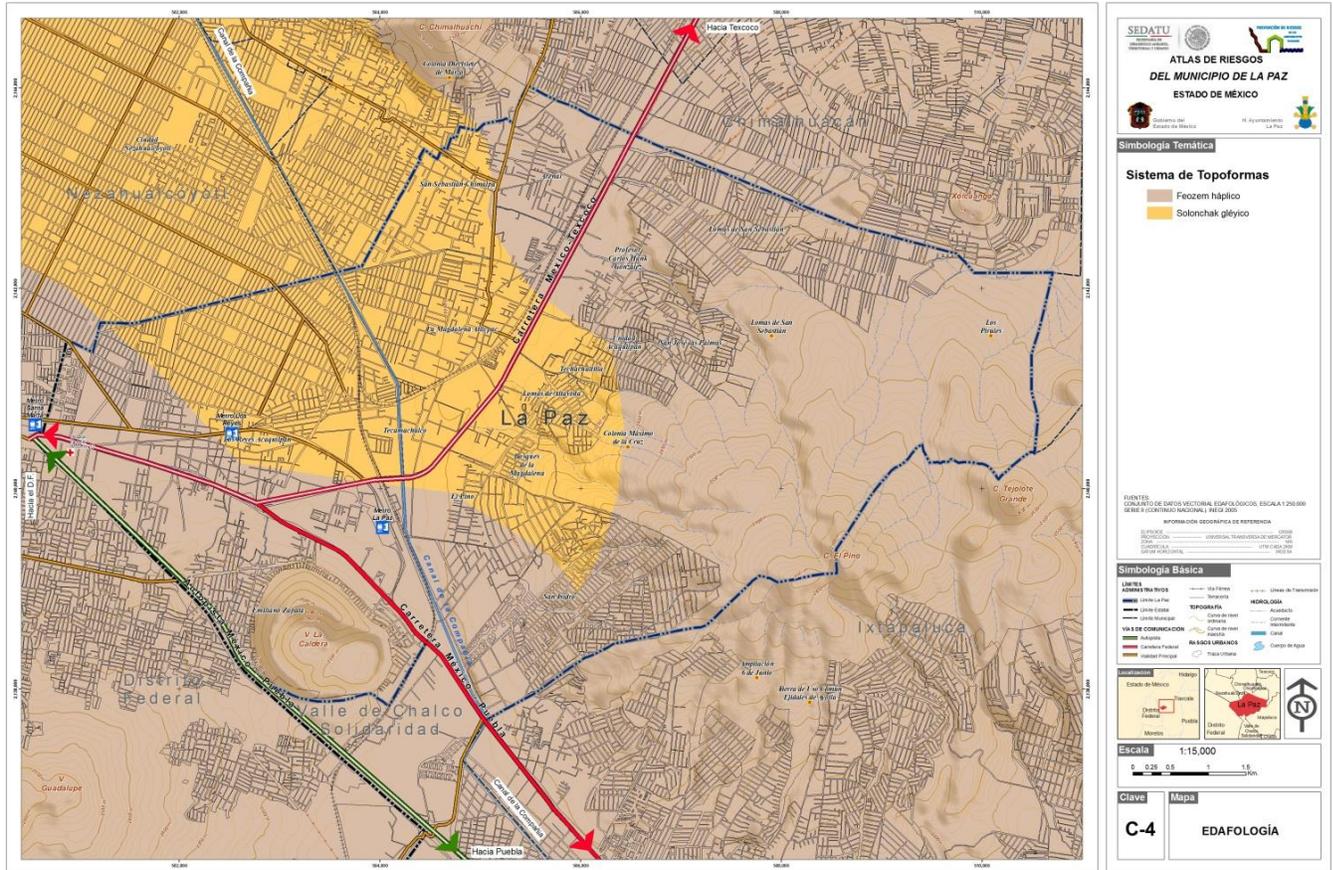
Cuadro Edafología del Municipio de La paz

Suelos	Área	Porcentaje
Solonchak gléyico	1060.275634	28.69%
Feozem háplico	2634.731452	71.31%
Total		100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI



Figura 8. Mapa de edafología del municipio de La Paz



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales y geológicos del INEGI

3.5. Hidrología

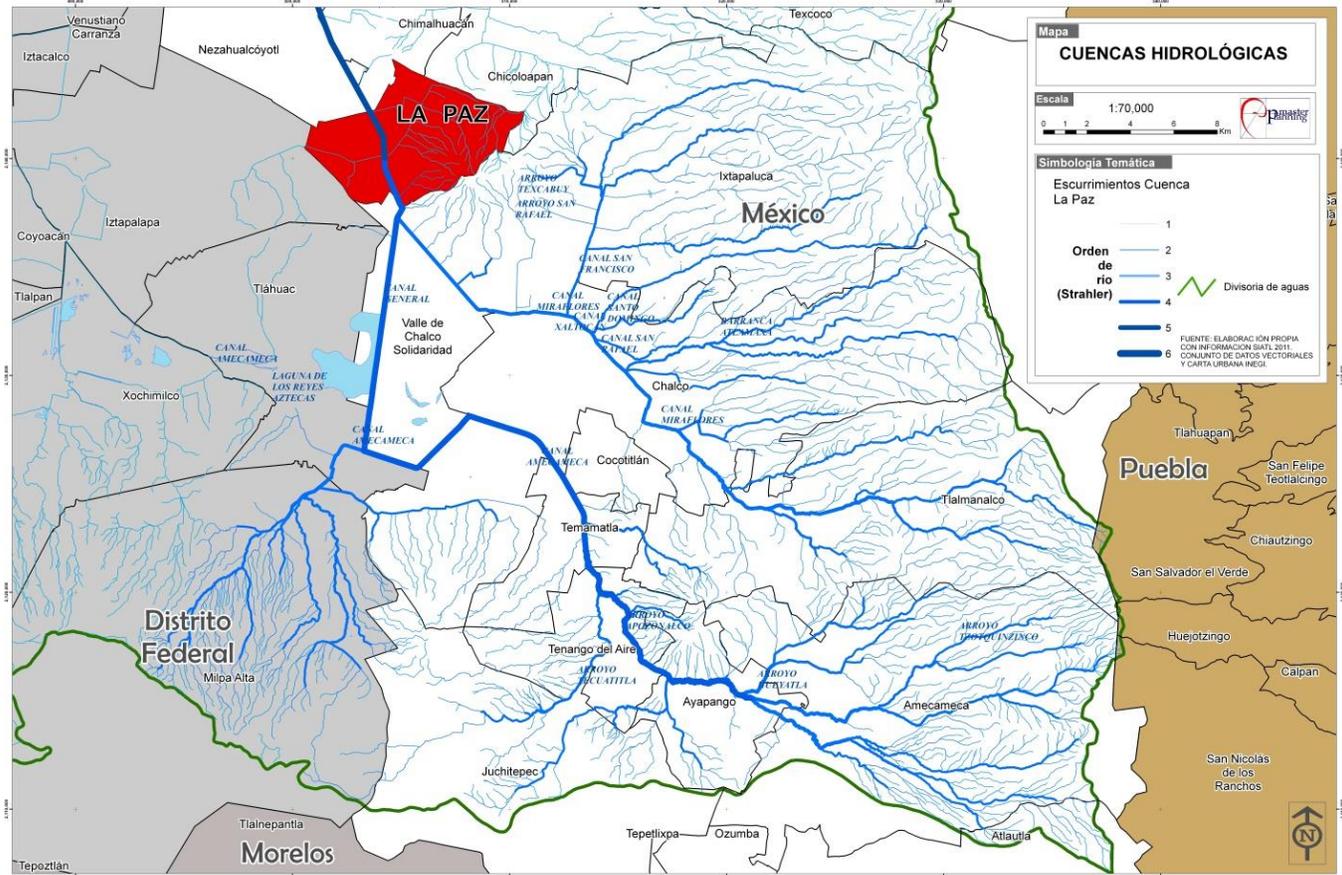
Fuera del canal de La Compañía, la demarcación no cuenta con ríos perennes, sólo se forman corrientes intermitentes en las barrancas durante la temporada de lluvias. De igual forma el municipio carece de manantiales, por lo que el agua para abastecer a los habitantes es extraída de pozos profundos.

3.6. Cuencas y Sub-cuencas

El municipio de La Paz se encuentra ubicado en su totalidad en la región hidrológica número 26 denominada Pánuco, dentro de la subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango, la cual forma parte de la cuenca del río Moctezuma. Sólo cuenta con el canal de la Compañía destinado a alojar las aguas negras del municipio y de los municipios del oriente de La Paz. Al no poseer fuentes superficiales de agua, el municipio debe recurrir a la explotación y extracción de agua del subsuelo mediante pozos.



Figura 9. Mapa de cuencas hidrológicas de La Paz



Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos de la CNA y el SIATL.



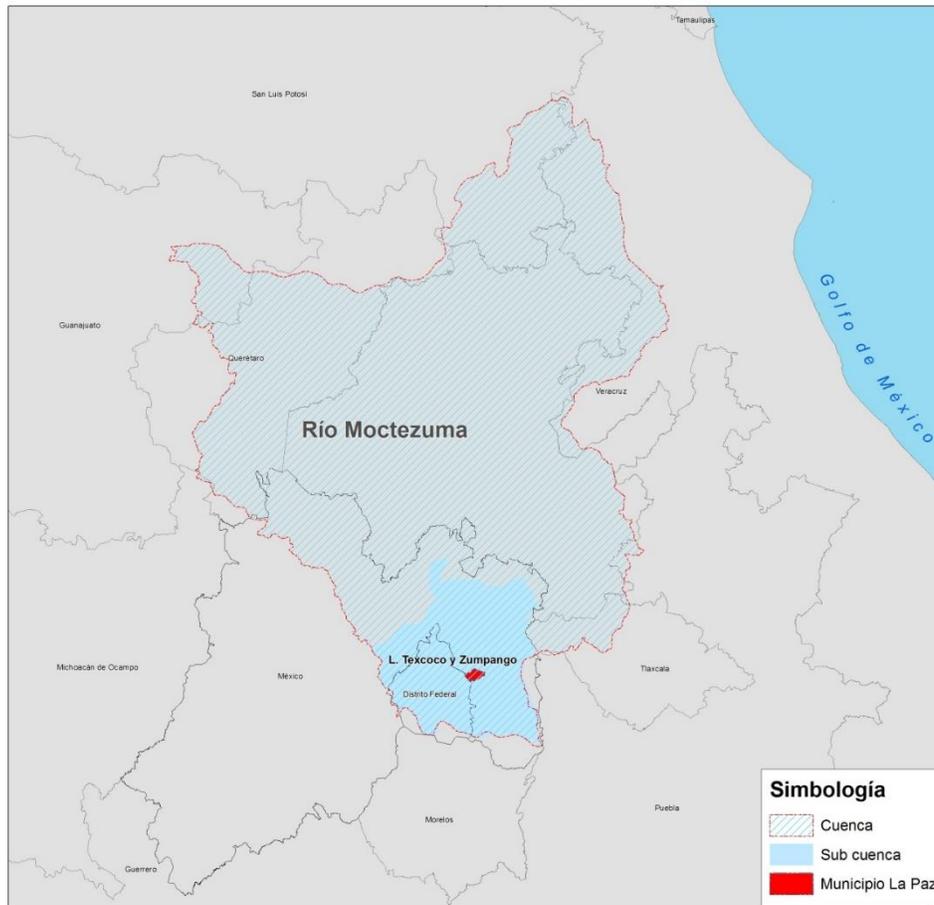
Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



El mapa hidrológico municipal tiene su raíz en la carta topográfica E14B31 "Chalco", en el Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas, ambos del INEGI, y el Localizador de Aprovechamientos información de la CONAGUA.

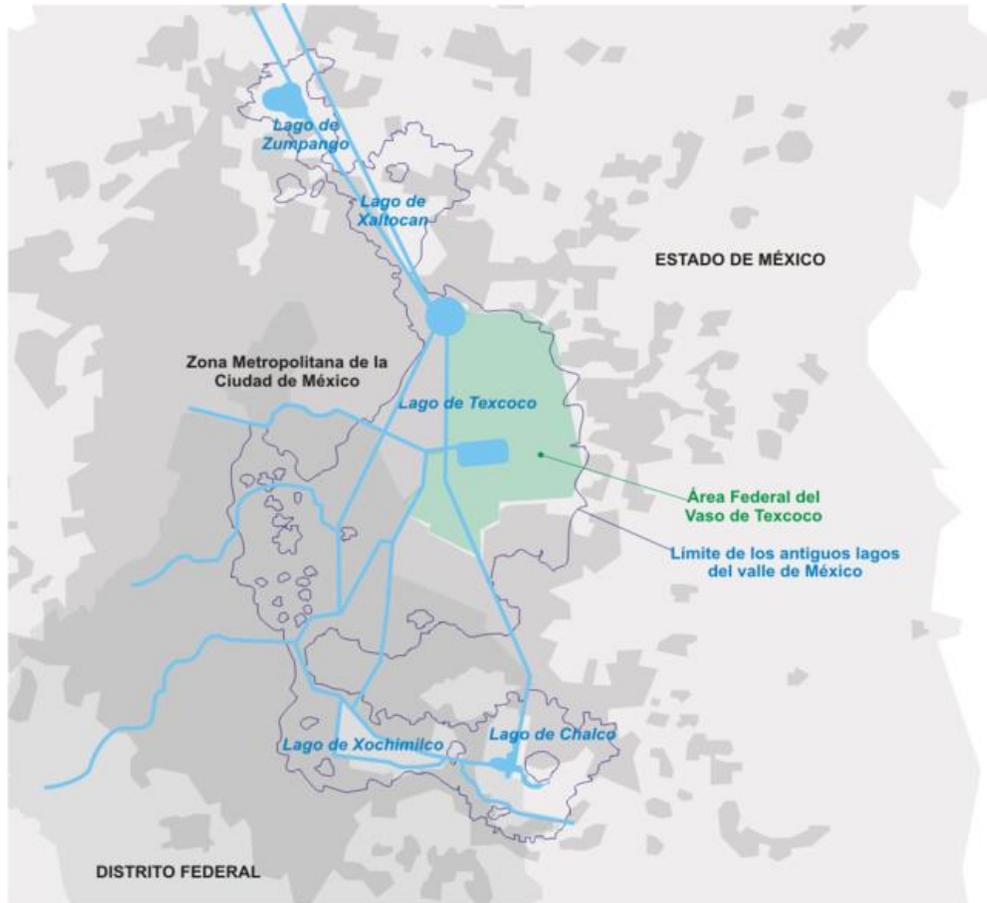
Figura 10. Ilustración de cuenca y subcuenca existente en La Paz.



Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos de la CNA y el SIATL.



Figura 11. Mapa de Límites y canales de comunicación de los principales lagos del Valle de México



4.

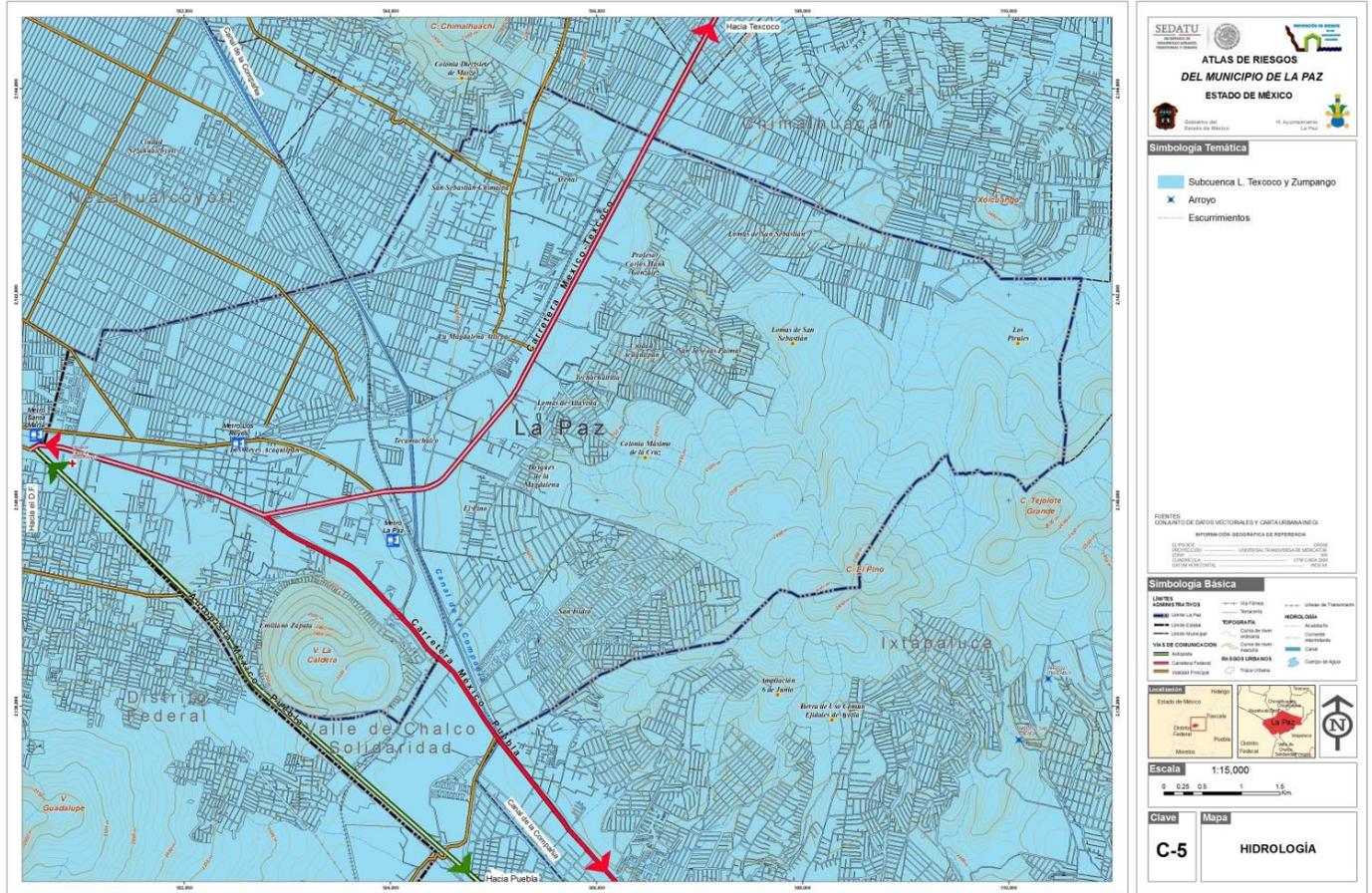
Fuente: www.wikimedia.org.

El municipio de La Paz se encuentra localizado en una de las partes más bajas de la zona Oriente del Estado de México, motivo por el cual se generan lagunas en el límite con la Delegación Iztapalapa, procedentes principalmente de los escurrimientos del Cerro El Pino. En época de lluvias es necesario el bombeo de las aguas pluviales, para evitar inundaciones en la zona, empleando el canal antes mencionado, sin embargo, la cantidad de agua proveniente de las partes altas del cerro El Pino, saturan los canales de salida.

En cuanto a la hidrología subterránea, la superficie del municipio se encuentra catalogada como una zona con material no consolidado se refiere al alto contenido de sedimentos de origen lacustre que han formado el suelo.



Figura 12. Mapa de Hidrología



Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos de la CNA y el SIATL.

El siguiente cuadro refleja las características del mapa anterior; la cuenca Río Moctezuma y la subcuenca L. Texcoco y Zumpango tienen una presencia del 100% dentro del polígono de estudio.

Cuadro Edafología del Municipio de La paz

Tipo	Área (Ha)	Porcentaje
Cuenca Río Moctezuma	3,695	100%
Subcuenca L. Texcoco y Zumpango	3,695	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos de la CNA y el SIATL.



3.7 Clima

El municipio de La Paz cuenta con dos tipos de climas, templado subhúmedo y Semiseco templado. En el polígono de estudio el clima más abundante es templado subhúmedo con un 97.75%, cuenta con un área de 3,611.78Ha. Como se aprecia en el porcentaje, la presencia de este clima es prácticamente el mismo en todo el municipio, desde las zonas más planas que cuentan con elevaciones mínimas como 2,240msnm, hasta sitios donde las cotas llegan a los 2,760msnm.

Dentro del polígono de estudio, el clima semiseco templado (BS1kw) sólo tiene presencia con un 2.25%, representando un área de 83.23Ha. El clima semiseco templado se ubica en la zona poniente del municipio de L Paz, en las colindancias con los municipios de Nezahualcóyotl y Chimalhuacán.

Cuadro Climas en el Municipio de La Paz

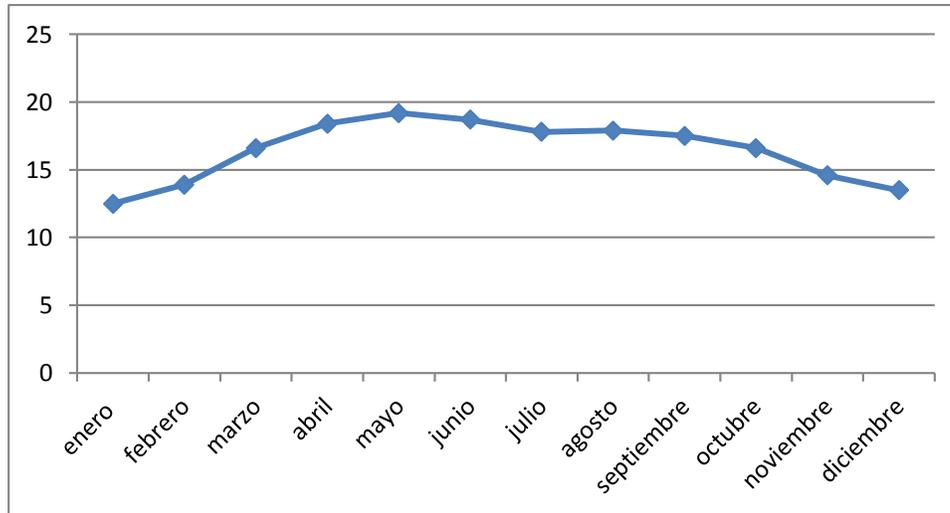
Clave	Tipo	Área (Ha)	Porcentaje
C(w0)(w)	Templado subhúmedo	3611.78	97.75%
BS1kw	Semiseco templado	83.23	2.25%
			100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI

En cuanto al registro de temperatura del municipio de La Paz, este se realiza a través de la estación Los Reyes, ubicada dentro del polígono municipal, entre la Autopista México-Puebla y la carretera federal México-Puebla.



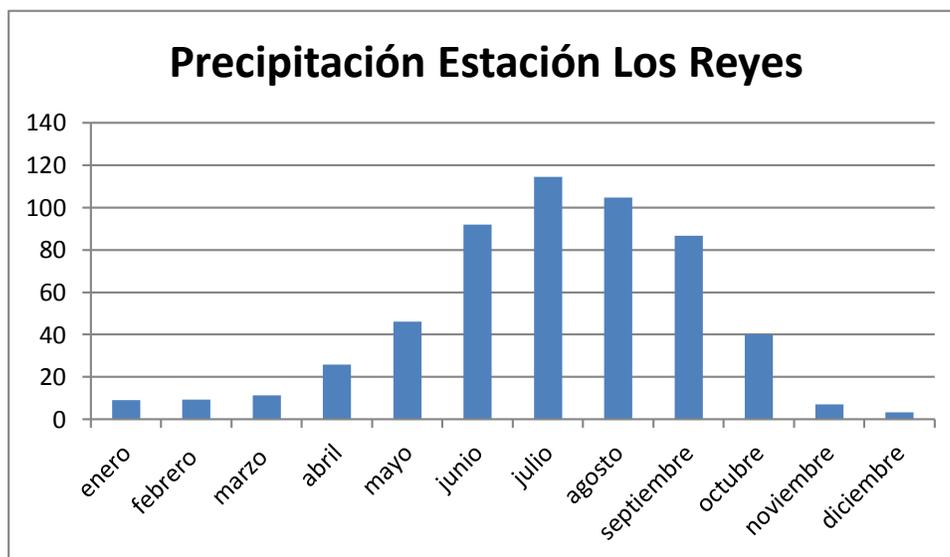
Gráfica de Temperatura media mensual (Estación Los Reyes)



Fuente: Normales Climatológicas 1951 – 2010, Estación 15050, Los Reyes, La Paz.

La precipitación media anual del municipio de La Paz es de 550mm, el periodo de mayor precipitación es durante el verano, particularmente en el mes de julio, donde la precipitación alcanza los 114.5mm, mientras que la menor se registra en el periodo invernal, con 3.4mm durante el mes de diciembre.

Gráfica de Precipitación mensual

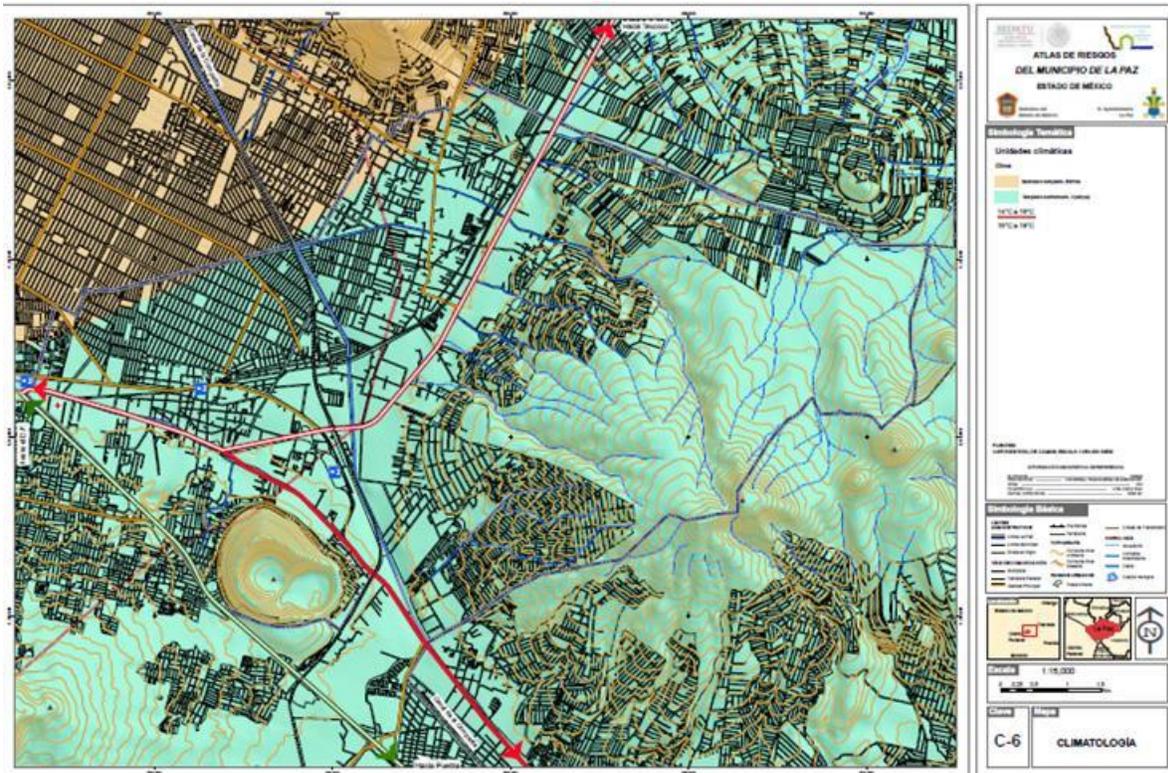


Fuente: Normales Climatológicas 1951 – 2010, Estación 15050, Los Reyes, La Paz.



Dentro del polígono municipal existen zonas donde las precipitaciones son más elevadas, por ejemplo, la zona oriente del municipio. Debido a las elevaciones existentes dentro del polígono municipal, estos son: el antiguo volcán La Caldera, cerro El Pino y el Tecolote Grande. En estos sitios se registran las precipitaciones más elevadas durante todo el año, mientras que en las zonas más planas y particularmente en la zona poniente del municipio, es donde la precipitación es menor.

Figura 13. Mapa de Climatología



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI

3.8 Uso de suelo y vegetación

En el municipio de La Paz hay cinco tipos de usos de suelo: agrícola forestal, asentamientos humanos, bosque de táscate, pastizal inducido y zona urbana.

- Con un 15.81% del total del territorio municipal existe el uso agrícola pecuaria, se ubica en la zona oriente del municipio, forma parte de dos elevaciones; cerro El Pino y parte del cerro Xolcuango, ya que este último forma parte del municipio de Chimalhuacán.
- Asentamientos humanos ocupa un total de 618Ha, siendo el 16.73% del total del municipio. Son hogares los cuales están en zonas de riesgo por sus pendientes tan pronunciadas, ya que se ubican en la elevación del cerro El Pino.
- Bosque de Tascate, este representa únicamente el 3.83%, de la zona de estudio, situándose arriba de las cotas 2,460msnm.



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- d) Pastizal Inducido, dentro del polígono total del municipio representa el 12.76%, se encuentra en la región más alta de las elevaciones del cerro El Pino y Tecolote Grande, situándose por arriba de los 2500msn.
- e) Zona Urbana, es el uso con más extensión dentro del polígono de estudio, representa más de la mitad, con un 50.87% del total, en su mayoría, el uso se sitúa en terrenos donde las pendientes están por debajo del 15%. Este uso alberga a la mayoría de los habitantes en el municipio de La Paz.

En el siguiente cuadro se muestra el área total de cada uso de suelo y vegetación así como su respectivo porcentaje dentro del polígono de estudio.

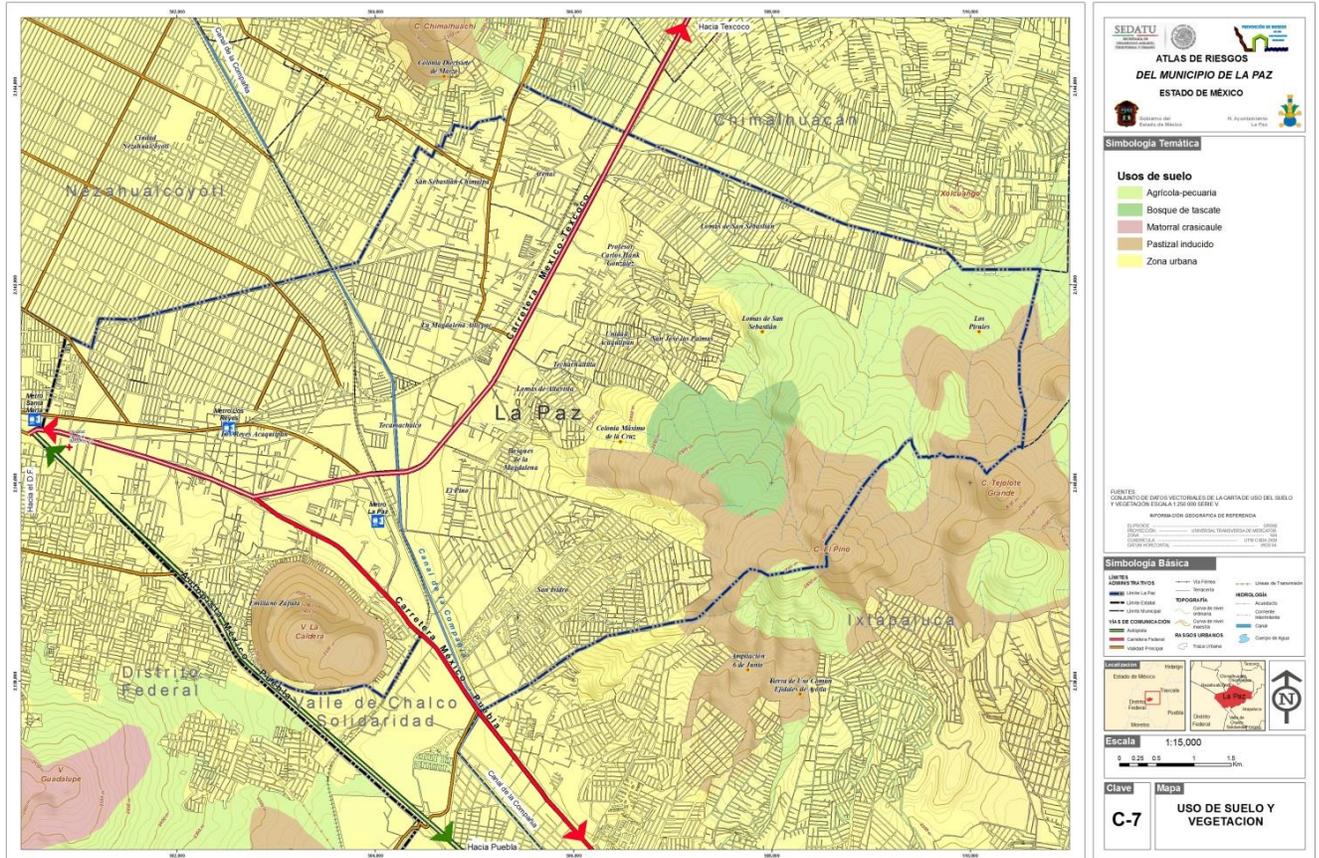
Cuadro 1. Usos de suelo del municipio La Paz

Usos de Suelo	Área (Ha)	Porcentaje
AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL	584.2	15.81%
ASENTAMIENTOS HUMANOS	618.0	16.73%
BOSQUE DE TASCATE	141.6	3.83%
PASTIZAL INDUCIDO	471.4	12.76%
ZONA URBANA	1879.8	50.87%
		100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI



Figura 14. Mapa de usos de suelo y vegetación



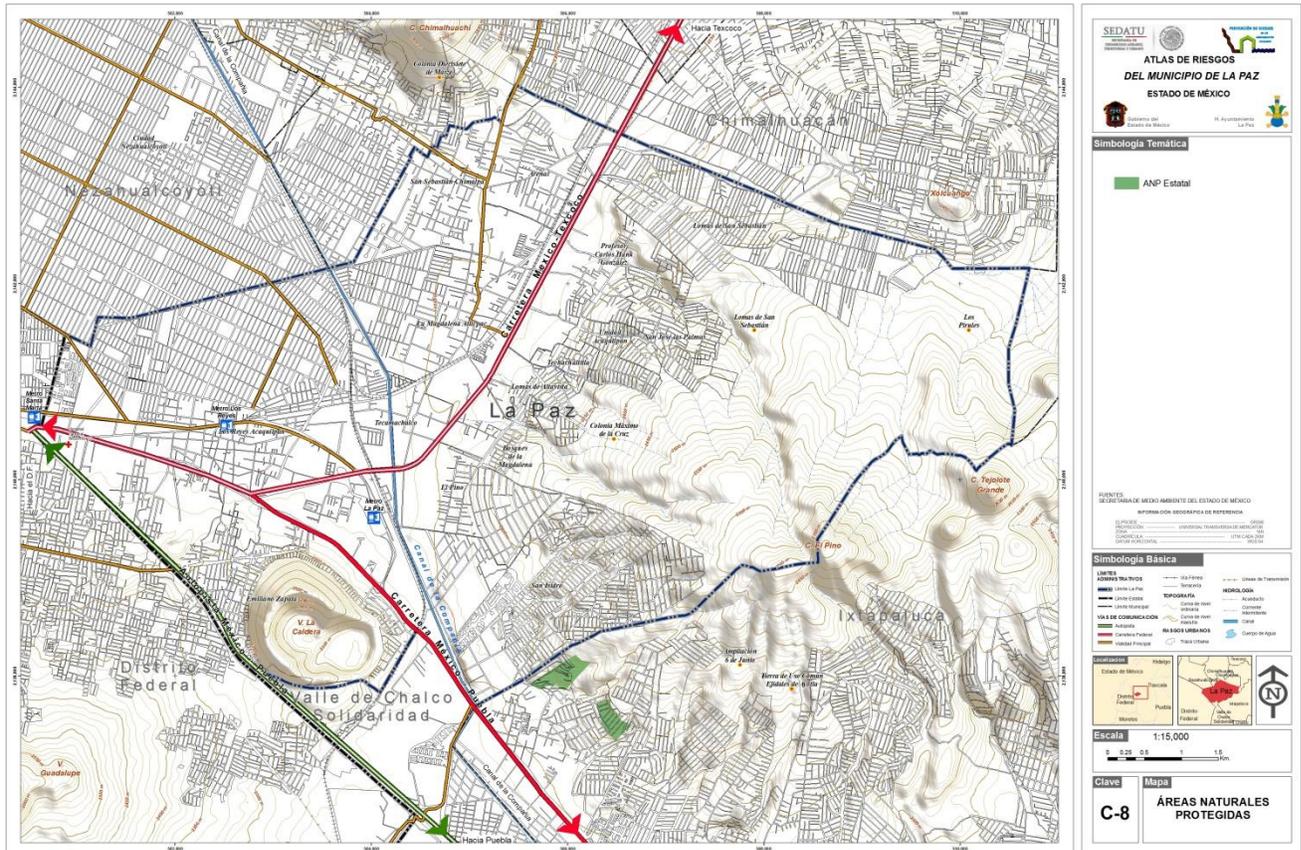
Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales y geológicos del IGESM

3.9 Áreas naturales protegidas

Dentro del municipio de La Paz no se tienen registradas áreas naturales protegidas, el más cercano es San José Chalco en el municipio de Ixtapaluca (ubicado en el mapa). Esta área natural protegida fue decretada en 1994 y es un parque estatal que no se encuentra bajo la operación de ninguna dependencia.



Figura 15. Mapa de zonificación geomorfológica del municipio de La Paz



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales y geológicos del IGESEM

CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1. Elementos demográficos

4.1.1. Dinámica demográfica

La Paz es uno de los 34 municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de México, la más poblada y dinámica del país. De acuerdo con el INEGI, con sus 253,845 habitantes, en el año 2010 ocupaba el lugar 15 de los municipios mexiquenses de esta metrópoli y concentraba el 1.7% de la población del Estado de México.

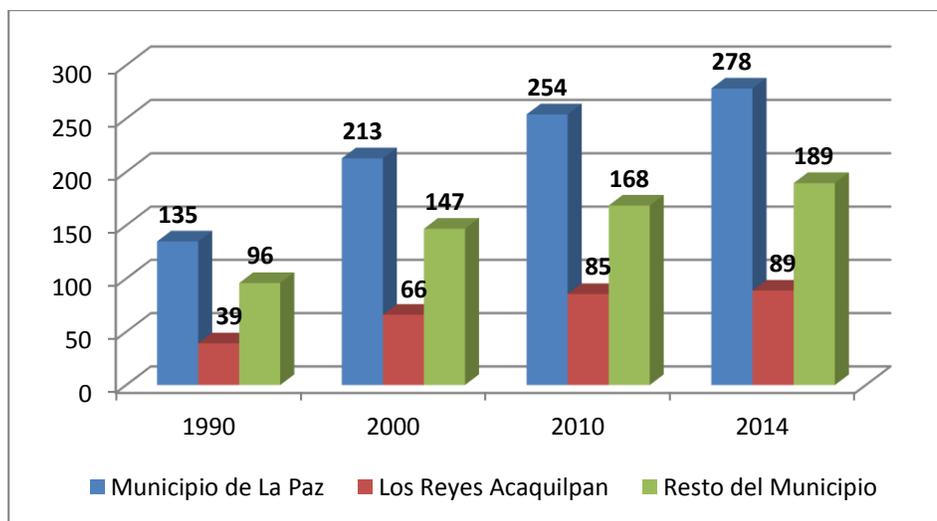
Por su parte, con una población de 85,359 habitantes, la cabecera municipal, en dicho año su cabecera municipal, Los Reyes Acaquilpan, concentraba 33.6% de la población municipal, poco más



de la tercera parte, proporción que se estima creció en cuatro puntos porcentuales a lo largo de las dos últimas décadas.

Entre los años 1990 y 2010, el municipio ha incrementado su población en 77,912 habitantes, en tanto que su cabecera municipal ha crecido en 26,848 habitantes (Cuadro 7).

Gráfica 1.- Municipio de La Paz y Los Reyes Acaquilpan. Crecimiento demográfico 1990 – 2014



Cifras en miles de habitantes

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, INEGI y proyecciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

4.1.2. Proyección de población al 2030

De acuerdo con las estimaciones demográficas del CONAPO, la población del municipio, la cabecera y el resto de localidades, aproximadamente, habría alcanzado en este año 2014 las cantidades de 278 mil, 89 mil y 189 mil habitantes, respectivamente. También la misma fuente prevé una disminución en las tasas de crecimiento tanto del municipio como de la Cabecera Municipal para los siguientes años, con lo que esa Institución estima que al año 2030, el municipio contará con más de 340 mil habitantes y la cabecera municipal, que comenzará a perder población, alcanzará una población de casi 87 mil habitantes.



Cuadro 3. Población y crecimiento promedio anual 1970-2010 y sus proyecciones al año 2030.

Año	Municipio de La Paz				Los Reyes Acaquilpan Cabecera Municipal			
	Población	% de la población estatal	Crecimiento promedio anual	TCMA	Población	% de la población municipal	Crecimiento promedio anual	TCMA
1990	134,782	1.4%			39,087	29.0%		
2000	212,694	1.6%	7,791	4.7%	65,935	31.0%	2,685	5.4%
2010	253,845	1.7%	4,115	1.8%	85,359	33.6%	1,942	2.6%
2020	303,826	1.7%	4,998	1.8%	89,076	29.3%	372	0.4%
2030	341,992	1.7%	3,817	1.2%	86,698	25.4%	-238	-0.3%

Nota: TCMA = Tasa de Crecimiento Promedio Anual

Fuente: Para los años 1980 al 2010 los datos fueron tomados de los Censos de Población y Vivienda del INEGI, para los años 2020 al 2030 los datos se tomaron de las Proyecciones de Población del CONAPO, 2010.

4.1.3. Distribución de población

De acuerdo con el criterio del INEGI para medir el grado de urbanización de un municipio¹, La Paz alcanza el 67.3%. No obstante, en términos reales, aun las localidades menores de 15 mil habitantes se pueden considerar urbanas dada la dinámica metropolitana en la que se encuentra inmerso el municipio, derivado de ser un municipio metropolitano, que durante décadas recibió fuertes migraciones.

Cuadro 4. Distribución de la población según tamaño de localidad en La Paz, 2010.

Rangos de población/localidades	1 a 2,499 habitantes	2,500 a 4,999 habitantes	5,000 a 9,999 habitantes	10,000 a 14,999 habitantes	15,000 a 29,999 habitantes	Más de 30,000 habitantes	Total
Localidades	4	2	5	3	2	2	2
Población	3,944	7,609	35,719	35,739	51,738	119,096	253,845

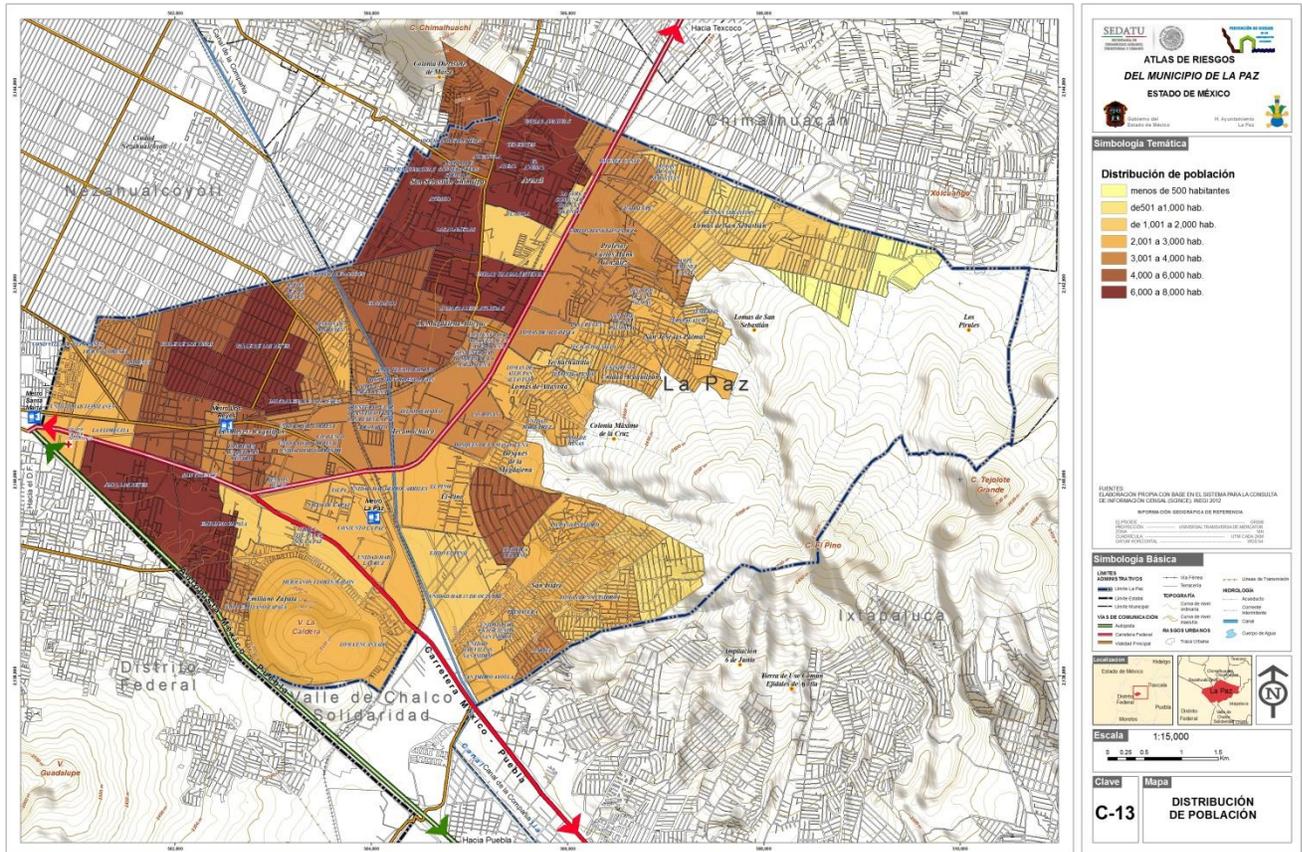
Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010.

Espacialmente, la población aparece más concentrada en la cabecera municipal e inmediaciones con la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal, así como con el municipio de Nezahualcóyotl, del Estado de México.

¹ De acuerdo con este criterio, el grado de urbanización de un municipio se mide por el porcentaje de personas que habitan en localidades mayores de 15,000 habitantes. Para ver más respecto, consultar <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/geografica/ciudades.pdf>



Figura 16. Mapa de distribución de la población



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

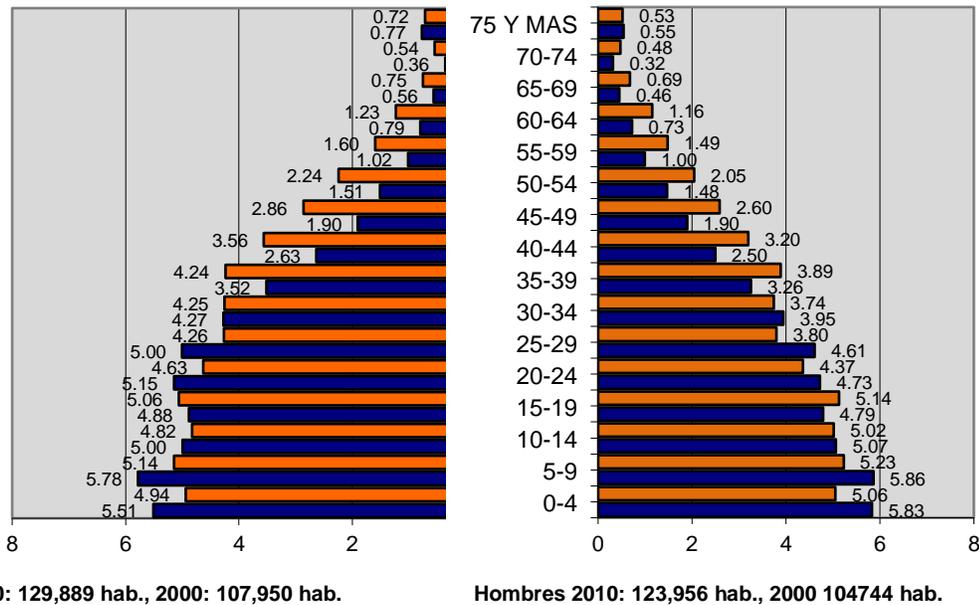
4.1.4. Densidad de población

En cuanto a densidad de población, en el municipio se tiene gran diversidad desde AGEBS con menos de veinticinco habitantes por hectárea hasta polígonos con 200 a 309 habitantes en una hectárea. Los polígonos con menos habitantes se ubican entre los cerros El Pino-Tejolote Grande y cerro El Pino-La Caldera, este último en zona urbanizada cerca del Canal de la Compañía. Las zonas con más densidad de población se encuentran ubicadas en la zona poniente del polígono, en la colindancia con el municipio de Nezahualcóyotl. Otro polígono de alta densidad se localiza en las faldas del antiguo volcán La Caldera, en los límites con el Distrito Federal.



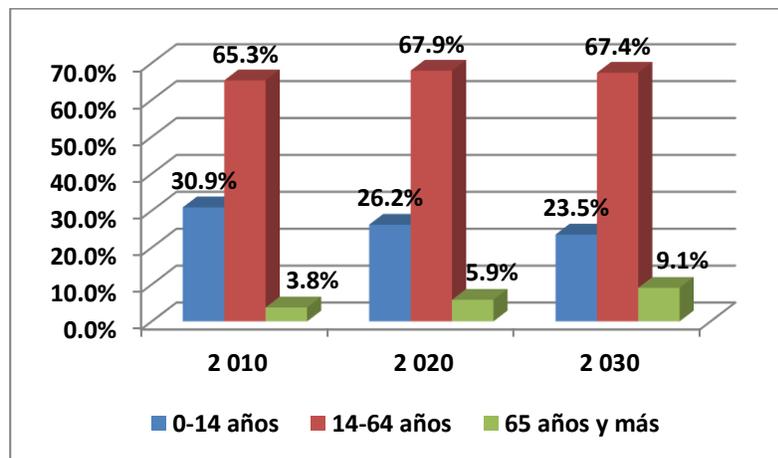
Gráfica 2.- Municipio de La Paz. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2000-2010.

Población total: 2010: 253,845 habitantes; 2000: 212,694 habitantes



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2000 y Censo de Población y Vivienda 2010.

De acuerdo con las estimaciones de CONAPO, esta tendencia se consolidará en el año 2030, pues en el municipio de La Paz la población de 65 años y más crecerá 2.4 veces su participación, representando 9.1% de la población total con 31,085 habitantes; en tanto que la población menor a 15 años (80,475 habitantes) representará 23.5% del total municipal. Por su parte, la población en edad productiva ascenderá a 230,432 habitantes, 67.4% del total.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.



4.1.6. Natalidad

Por lo que se refiere a fecundidad, el promedio de hijos nacido vivos en el municipio de La Paz es de 2.16 por mujer, por debajo de 2.20 que es el promedio estatal. Por localidad, la cabecera municipal alcanza una tasa de fecundidad de 2.15, mientras que algunas localidades de bajo peso demográfico, alcanzan tasas mayores, sin que impacte al promedio municipal. Destaca la localidad de Los Pirules, cuyo promedio es de 2.83 hijos, por lo que deberán focalizarse acciones de orientación sexual y salud reproductiva.

Cuadro 5. Fecundidad en el municipio de Tlalnepantla, 2010

Localidad	Promedio de hijos nacidos vivos
Los Reyes Acaquilpan	2.15
La Magdalena Atlicpac	2.11
San Sebastián Chimalpa	2.18
Tecamachalco	2.21
Emiliano Zapata	2.19
Profesor Carlos Hank González	2.20
El Pino	2.19
Lomas de San Sebastián	2.28
Colonia Máximo de la Cruz	2.28
Arenal	2.17
Bosques de la Magdalena	2.10
Lomas de San Sebastián	2.14
Lomas de Altavista	2.14
San Isidro	2.09
San José las Palmas	2.35
Techachaltitla	2.21
Unidad Acaquilpan	2.28
Los Pirules	2.83
Total Municipio La Paz	2.16
Total Estado de México	2.20

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

4.1.7. Mortalidad

En cuanto a la distribución por género, existe un mayor número de mujeres que de hombres. Con 129,889 habitantes, ellas representaban el 51.2% del total; en tanto que los varones con 123,956 personas, representaron el 48.8% restante.

Respecto a la mortalidad general, el municipio se encuentra ligeramente por debajo de los promedios estatales. Con 1.7% de la población estatal, en el 2008 el municipio registró 1.4% de las defunciones generales de la entidad y 1.4% de las defunciones de menores de un año.



En términos absolutos esto significa que en el 2012 fallecieron 985 personas del municipio, de las cuales 74 eran menores de un año.

Cuadro 6. Mortalidad en La Paz, 2010.

Concepto	Estado de México	Municipio de La Paz	
	Total	Total	% del estado
Defunciones generales por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	70,938	985	1.4%
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido	4,457	74	1.7%

Fuente: Secretaría de Salud. Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), 2013, CONAPO. Estimaciones de Población, 2000-2030. Anuario estadístico del Estado de México, 2010. INEGI.

4.1.8. Migración

Por lo que se refiere a población migrante, es necesario reconocer que el municipio de La Paz, como la mayor parte de los que integran esta metrópoli, es producto de la migración. De hecho, el porcentaje de población nacida en otra entidad que radica en la cabecera municipal y en el municipio, es mayor en 9 y 14 puntos, respectivamente, que el promedio estatal. Esta circunstancia provoca que exista una gran diversidad cultural en el municipio, que debe ser entendida e incorporada en las campañas que promuevan la cultura de la protección civil.

Cuadro 7. Población migrante en el municipio de La Paz, 2010

Ámbito geográfico	Población total	Población nacida en otra entidad	Proporción
Los Reyes Acaquilpan	85,359	38,944	45.6%
Municipio La Paz	253,845	128,223	50.5%
Estado de México	15,175,862	5,566,585	36.7%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

4.2. Características sociales

4.2.1. Escolaridad

En el año 2010 se registraron en el Municipio de La Paz 7,217 habitantes de 5 años y más que hablaba alguna lengua indígenas (0.3% de la población en ese rango de edad). Es de destacarse que de ellos, solo 43 personas no hablaban español, situación que es factible haya sido superada, debido a que eso sucede normalmente con migrantes recién llegados, pero que una vez establecidos en el municipio, se involucran en la dinámica metropolitana de búsqueda que los induce a aprender el español.

Por lo que se refiere a educación y de acuerdo con la Dirección de Información y Planeación de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado, en 2012 el grado promedio de escolaridad fue de



8.8 años, inferior al del promedio estatal, que es de 9.3 años. Así en La Paz la escolaridad promedio es de nivel de enseñanza media.

No obstante, el rezago educativo puede ser un factor de vulnerabilidad, en ese mismo año se registraron 6,921 habitantes de 8 años y más analfabetas en el municipio, distribuidos así:

Localidad	Población analfabeta de 8 años y más	%
Los Reyes Acaquilpan	1,986	28.7
La Magdalena Atlicpac	571	8.3
San Sebastián Chimalpa	410	5.9
Tecamachalco	165	2.4
Emiliano Zapata	790	11.4
Profesor Carlos Hank González	312	4.5
El Pino	209	3.0
Lomas de San Sebastián	47	0.7
Colonia Máximo de la Cruz	16	0.2
Arenal	226	3.3
Bosques de la Magdalena	54	0.8
Lomas de San Sebastián	410	5.9
Lomas de Altavista	135	2.0
San Isidro	1,043	15.1
San José las Palmas	318	4.6
Techachaltitla	72	1.0
Unidad Acaquilpan	150	2.2
Los Pirules	7	0.1
Total	6,921	

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Esto es de suyo importante y se debe tomar en cuenta en la etapa de diseño de campañas de difusión y de operativos de emergencias, particularmente en las estrategias de medios de comunicación.

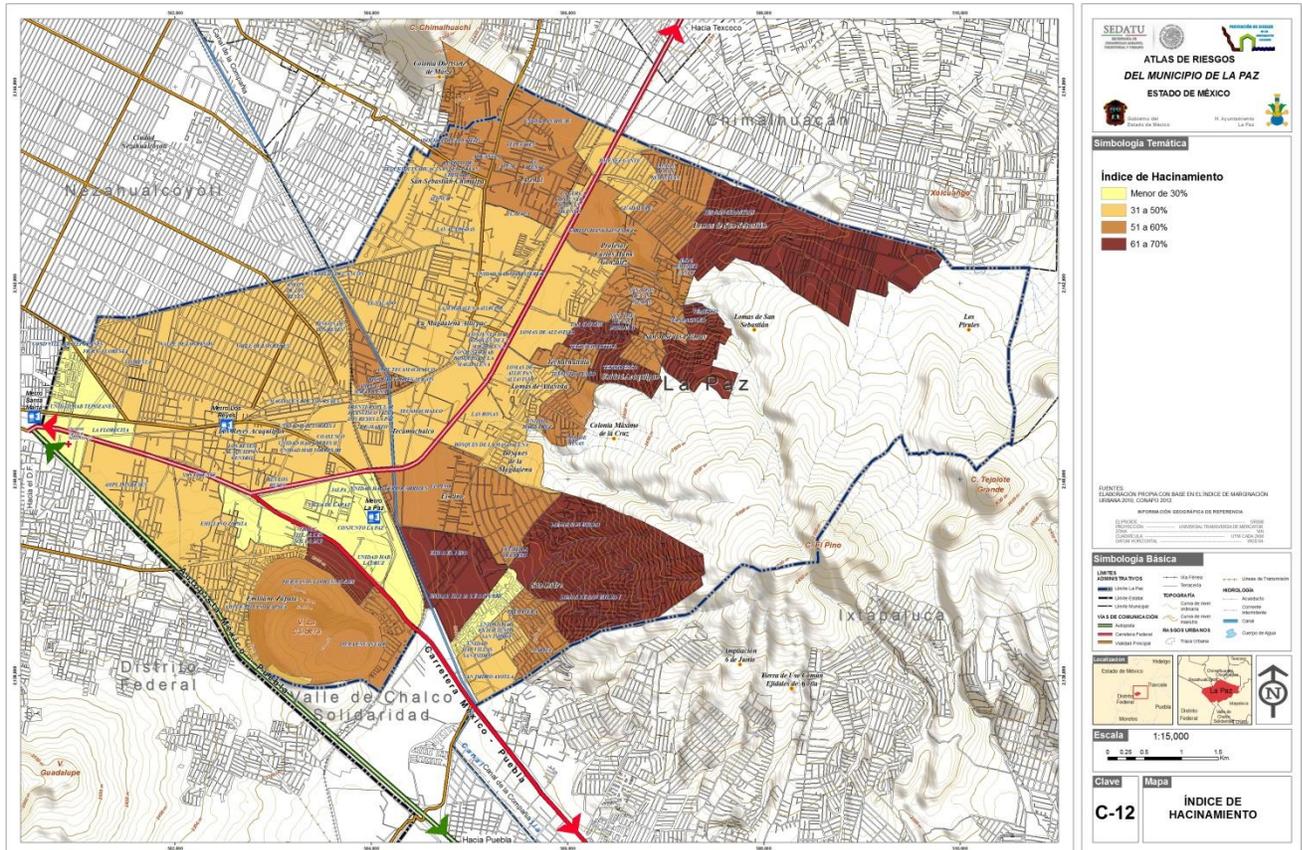
4.2.2. Hacinamiento

De acuerdo con el criterio de la CEPAL, se considera que existe hacinamiento cuando en una vivienda más de tres personas ocupan un dormitorio. En tal tesitura, se puede afirmar que en el municipio de La Paz no existe esta condición, toda vez que, de acuerdo con el Censo del año 2010, el promedio municipal es de 1.21 ocupantes por cuarto; siendo las localidades de Los Pirules y Lomas de San Sebastián, las que obtienen el mayor registro, con 2.55 y 2.06 habitantes por cuarto, respectivamente.

De acuerdo con el mapa de hacinamiento, dichas localidades se ubican predominantemente en las faldas del Cerro de la Caldera.



Figura 18. Mapa de hacinamiento



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

4.2.3. Población con discapacidad

Por lo que se refiere a la población con alguna limitación, el Censo del 2010 registró que 11,645 personas (4.6% de la población total) presentaba algún tipo de limitación, siendo los principales: para caminar o moverse, subir o bajar (40.6%), para ver, aun usando lentes (29.7%) y para escuchar (8.3%), lo cual también debe ser considerado en cualesquier tipo de emergencia.



Por lo que respecta a la vivienda, en el año 2010 se registraron 61,913 viviendas particulares habitadas en el municipio. Para efectos del presente trabajo es de destacarse el material de construcción de las viviendas, el cual es determinante para proteger a la población ante la presencia de eventuales emergencias.

Así, en el año 2010 se registraron en el municipio 3,073 viviendas con piso de tierra, 5% del total.

Respecto a las viviendas con techos vulnerables (considerando las de lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil y madera, lámina de cartón o material de desecho), se estimaron en 16,776 unidades, 27.1% del total, lo que constituye un factor de alta vulnerabilidad ante eventos geológicos e hidrometeorológicos que pudiesen afectarles.

El hacinamiento se define como la proporción de ocupantes de viviendas con más de tres personas por habitación. El hacinamiento dentro del polígono municipal se localiza principalmente en la zona de los cerros El Pino y Tejolote Grande, con un porcentaje de 60 y 70%. El mayor porcentaje de hacinamiento se encuentran en la misma zona, la zona oriente del municipio. Mientras que la zona poniente de la ciudad tiene entre 31 y 50% de hacinamiento. Los sitios donde se registran el menor porcentaje de hacinamiento son 2, el primero se localizan, en los límites con el Distrito Federal, con menos del 30% y el otro polígono se encuentra en la carretera federal México-Puebla, la carretera México-Texcoco y el Canal de la Compañía.

4.2.4. Marginación

En lo que respecta al grado de marginación, en el año del 2010 el municipio de La Paz se ubicó en un nivel bajo, con un índice de marginación de 13.875 ocupando el lugar número 85 entre los municipios del Estado.

Para ese año, 32 localidades del municipio estaban consideradas en un grado de marginación “alto o muy alto”, las cuales albergaban a 27,331 habitantes.

Cuadro 8. Localidades con Grado de Marginación Muy Alto y Alto, 2010.

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación
Unidad Acaquilpan	4 806	8.7130	Alto
Lomas de San Sebastián	12 372	8.9409	Alto
San José las Palmas	8 203	9.3350	Alto
Colonia Máximo de la Cruz	429	13.2073	Alto
Lomas de San Sebastián	1 447	15.6059	Alto
Los Pirules	74	24.1114	Muy Alto

Fuente: CONAPO, índice de Marginación por localidad, 2010.

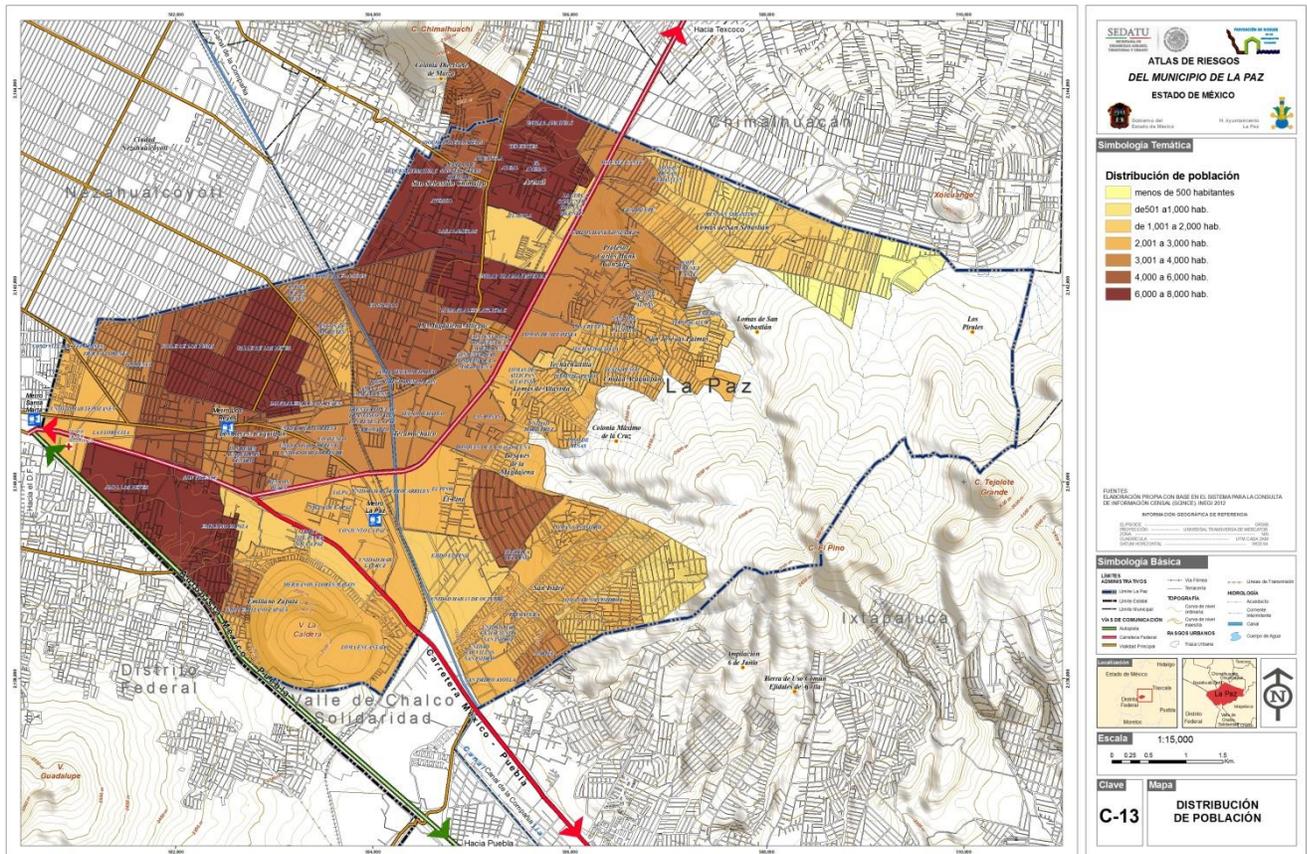
La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. En el caso del polígono municipal de La Paz, las zonas de más alto nivel de marginación se encuentran relacionadas con otros factores, por ejemplo; hacinamiento y densidad de población, además de altitud. Estas zonas forman parte de las elevaciones cerro El Pino y cerro Tejolote Grande, particularmente en los límites con el municipio de Chimalhuacán, otro más en la zona sur del municipio, cerca de los límites con el municipio de Ixtapaluca.



En el mapa se observan tres agebs más con alto índice de marginación, dos polígonos se localizan entre los cerros El Pino y Tejolote Grande. El último se sitúa entre la carretera federal México-Puebla y el antiguo volcán La Caldera.

El nivel más bajo de marginación también predomina en dentro del polígono de estudio, con un índice muy bajo de marginación se tiene la zona central del municipio, así como el lado poniente del municipio, específicamente en las colonias Jalpa, Villas del Sol La Paz, y los Reyes Acaquilapan.

Figura 20. Mapa de distribución de marginación



Fuente: Elaboración propia con base en los Índices de Marginación 2010: CONAPO.

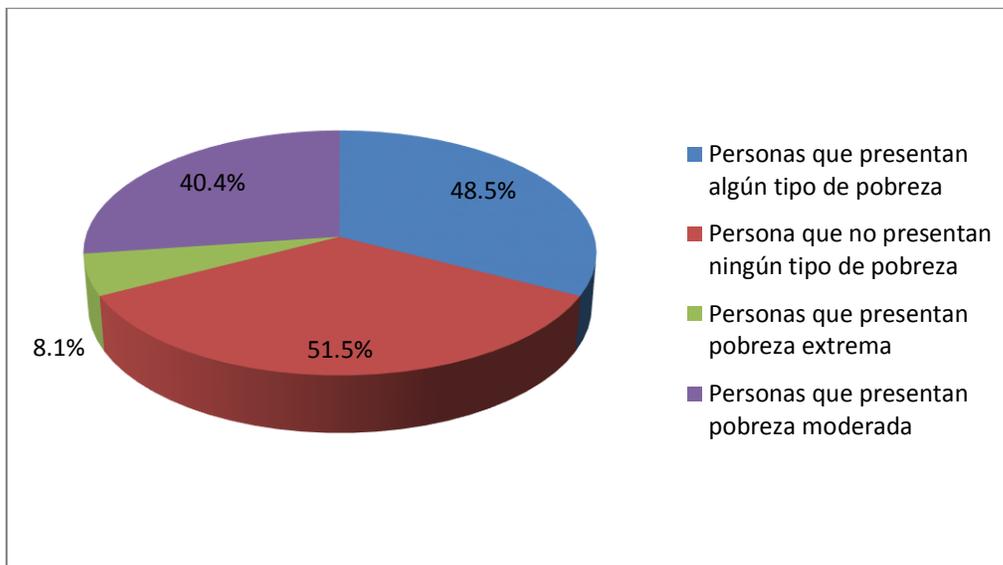
En el anexo estadístico se presentan los Grados de Marginación de todas las localidades del municipio.

4.2.5. Pobreza

De acuerdo con la medición de pobreza de CONEVAL, que toma en cuenta las carencias de por acceso a los servicios básicos en las viviendas, en La Paz el 48.5% de la población presenta algún tipo de pobreza, y el 8.1% está en pobreza extrema. Normalmente para esta población, las condiciones de vulnerabilidad a riesgos en su vivienda suelen ser muy acentuadas, por lo que deberán definirse políticas de apoyo.



Gráfica 3. Municipio de La Paz. Proporción de personas según condición de pobreza, 2010.



Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

4.2.6. Equipamiento

En materia de equipamiento educativo, en el ciclo 2010-2011, La Paz contaba con 251 planteles escolares, de los cuales 235 correspondían a educación básica y 16 a educación media superior y superior. Normalmente en las unidades municipales de protección civil consideran a una parte de este tipo de instalaciones como posibles albergues en caso de una emergencia. El directorio de estos planteles se integra en los anexos de este Atlas.

Cuadro 9 Equipamiento educativo por nivel escolar 2010-2011

NIVEL EDUCATIVO	PLANTELES
EDUCACION PREESCOLAR	94
EDUCACION PRIMARIA	90
EDUCACION SECUNDARIA	51
MEDIA SUPERIOR	13
EDUCACION SUPERIOR	3
TOTAL	251

FUENTE: Gobierno del Estado de México, Secretaría de Educación, formato 9.11 Inicio y fin de Cursos 2010-2011.



No obstante, el equipamiento cultural de este municipio es realmente insuficiente, considerando sus dimensiones geográficas y demográficas. En particular por lo que se refiere a la promoción de la cultura entre sectores sociales desfavorecidos. Sólo se cuenta con un archivo histórico, una casa de cultura y cuatro bibliotecas. Los museos y centros culturales constituyen elementos importantes no sólo para la promoción de la cultura, sino también para la difusión de estructuras de valores y visiones del mundo más humanistas y contemporáneas, en las que la solidaridad cotidiana y, en particular, ante eventos especiales, coadyuvan a las comunidades a enfrentarlos en mejores condiciones.

Cuadro 10 Equipamiento cultural 2011

MUNICIPIO	ARCHIVOS HISTÓRICOS	CENTROS REGIONALES DE CULTURA	CASAS DE CULTURA	BIBLIOTECAS	MUSEOS
La Paz	1	0	1	4	0

FUENTE: Gobierno del Estado de México, IGCEM, Estadísticas de cultura, 2010.

Por cuanto se refiere al equipamiento para la salud, es de resaltar que de las 14 unidades médicas del sector salud que operaban en el municipio en 2010, 13 eran unidades de consulta externa, y sólo había un hospital de especialización. Esto debe tomarse en cuenta en el caso de algún siniestro o emergencia, para canalizar a pacientes a hospitales en los municipios y delegaciones aledañas.

Cuadro 11 Unidades médicas en servicio del sector salud por municipio y nivel de operación según institución

Tipo de Unidad Médica	Total	ISEM	DIFEM	IMSS ORIENTE	ISSSTE	ISSEMyM
Unidades de consulta externa ^{a/}	13	9	2	1	0	1
Unidades de hospitalización especializada	1	1	0	0	0	0
Total municipal	14	10	2	1	0	1

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico y Geográfico de México, Estado de México, 2013.

4.3. Principales actividades económicas en la zona

En el municipio de La Paz no existen unidades económicas dedicadas al sector primario en ninguna de sus modalidades.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2010, este municipio concentra la misma proporción de población total y población económicamente activa ocupada, el 1.7% en ambos casos;



pero de acuerdo con el Censo Económico del 2009, el 2.01% de las unidades económicas se localizan en esta demarcación, aportando el 1.98% del Valor Agregado Censal Bruto (VACB) al estado.

Cuadro 12. Indicadores de la participación del Municipio de La Paz en la economía estatal

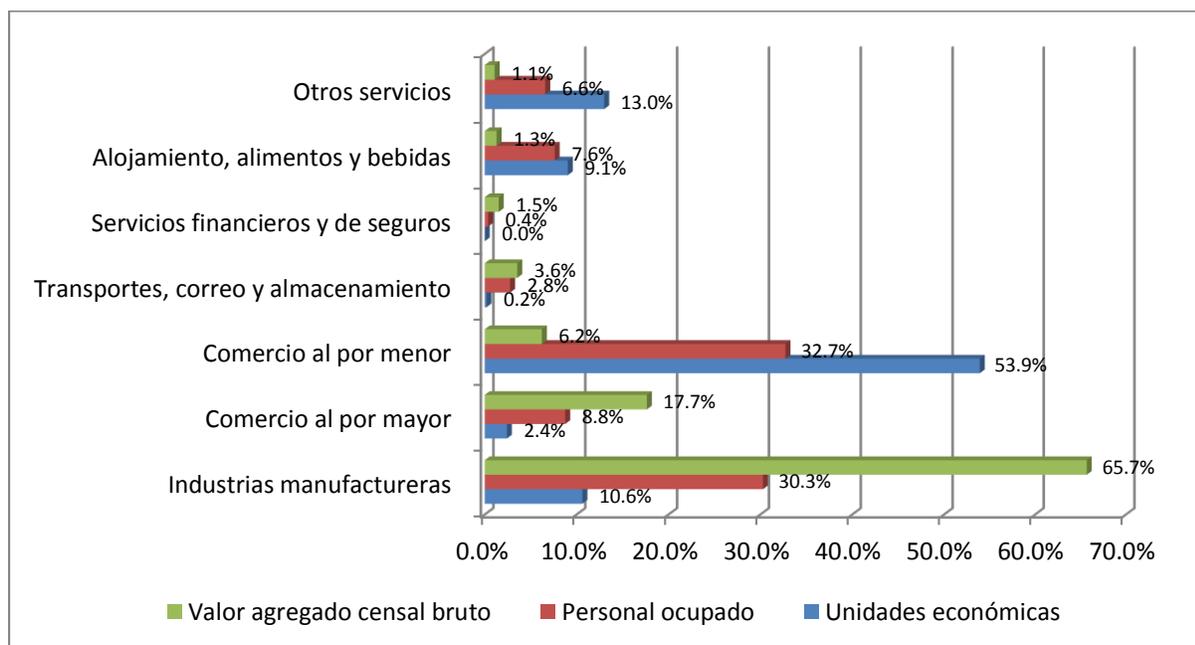
Estado / Municipio	Personal ocupado total	Unidades Económicas	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Estado de México	1,945,911	456,563	362,897.3
Municipio de La Paz	35,226	9174	7,198,969
Participación del municipio de La Paz en el estado de México	1.81%	2.01%	1.98%

Fuente: INEGI. Censos económicos 2009. Resultados definitivos.

Entre las ramas de actividad, la industria manufacturera es la más importante, toda vez que genera el 65.7% del VACB, ocupa a 30.3% del personal, y representa el 10.6% de las unidades económicas del municipio.

Por su importancia, las siguientes dos ramas de actividad del municipio son el comercio al por mayor y el comercio al por menor, ya que entre ambos generan el 23.9% del VACB, el 41.5% de los empleos y contribuyen con el 53.9% de las unidades económicas.

Gráfica 4. Municipio de La Paz. Principales ramas de actividad y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008



Fuente: INEGI. Censo Económico 2009.



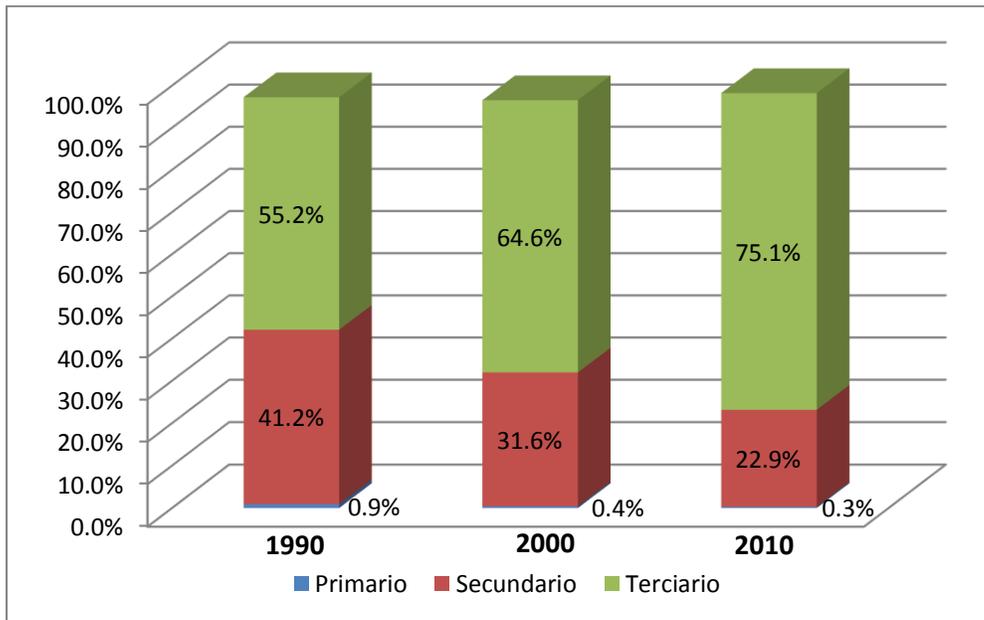
4.4. Características de la población económicamente activa

En el año 2010 la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio ascendió a 105,236 personas, representando el 41.4% de la población total.

Esta población ha venido incrementando su participación en los últimos 20 años, pues en el año 1990 la PEA del municipio ascendía a 40,758 habitantes representando en aquel año el 30.2% de la población total, proceso que coincide con lo que sucede en el país, pues es menor la tasa de dependencia y también mayor la participación de las mujeres en la vida económica.

En cuanto a los sectores en los que labora la población económicamente activa del municipio, destaca el sector terciario, que agrupa al 75.1 de la PEA ocupada, casi 20 puntos más que en 1990, lo que indica claramente el corrimiento de la economía municipal al sector servicios y comercial.

Gráfica 5. Participación de la PEA por sector económico, 1990-2010.



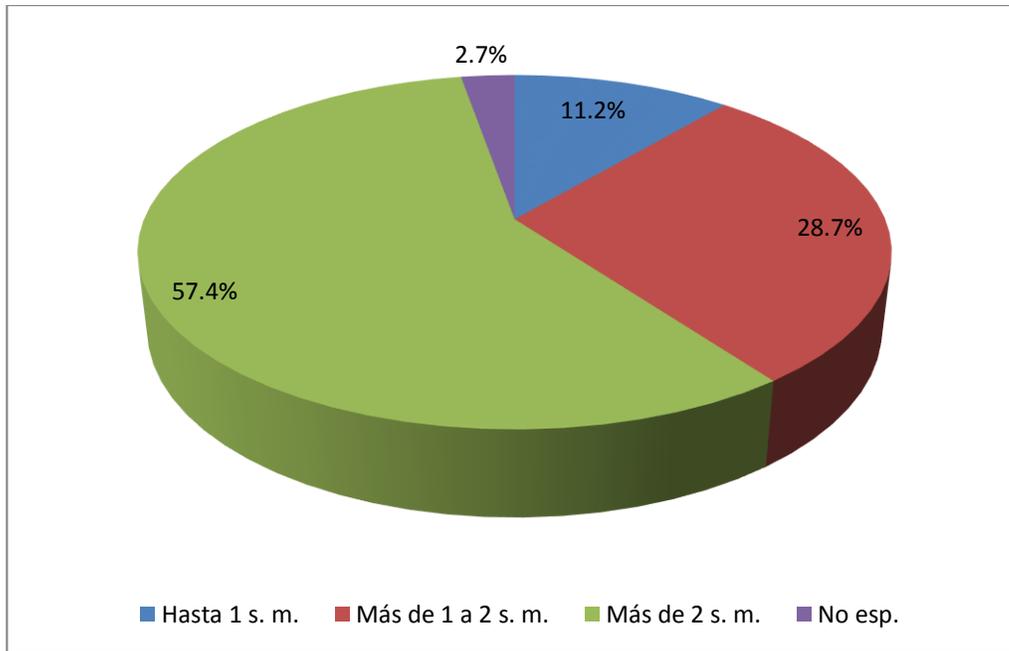
Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

La preeminencia del sector terciario se ha venido dando sobre una prácticamente total desaparición del sector primario y una notable disminución del sector secundario. Entre 1990 y el 2010, la PEA dedicada al sector terciario incrementó su volumen en términos absolutos en más de 53 mil personas (casi 3.5 veces la PEA dedicada a este sector en 1990); en tanto que la población ocupada en la industria sólo creció 1.5 veces.

Por otra parte, la distribución de los niveles de ingresos de la PEA que se encuentra ocupada en el municipio son similares los del promedio estatal, el 11.23% de la PEA percibe hasta un salario mínimo, en tanto que más de la mitad percibía ingresos superiores a los dos salarios mínimos.



Gráfica 6.- Niveles de ingreso de la población ocupada, 2010



Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

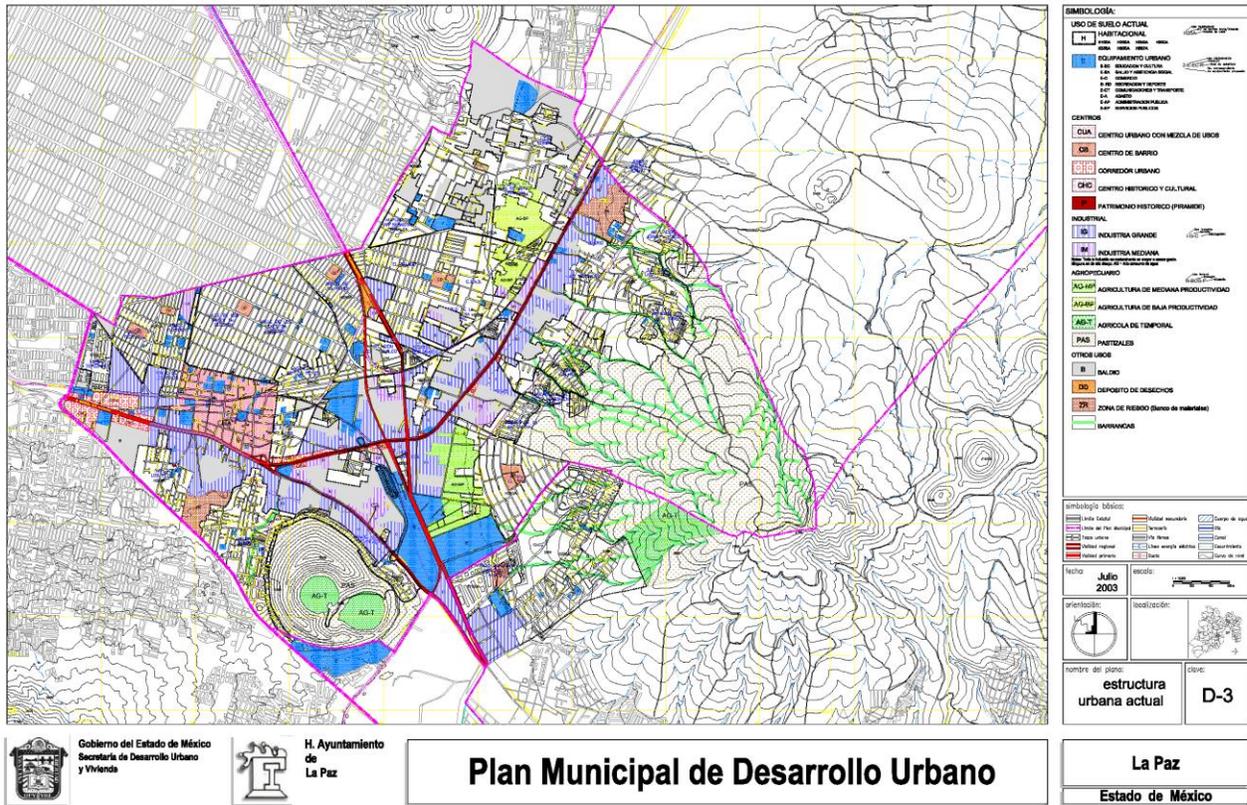
4.5. Reserva Territorial

El Municipio de La Paz es integrante de la Zona Metropolitana del Valle de México, se comunica por vía terrestre con la Ciudad de México mediante la carretera federal No. 190 México-Puebla y la carretera de cuota 150D también con ese destino, ambas posteriormente se enlazan con la Calzada Ignacio Zaragoza del Distrito Federal. Además, este municipio se comunica también vía terrestre con los municipios de Chimalhuacán, Chicoloapan y Texcoco, mediante la carretera federal 136 México- Texcoco.

Al interior de la estructura urbana del municipio, las principales vías de comunicación son, en el sentido norte-sur, las avenidas Pantitlán. Prolongación Chimalhuacán, la vialidad Solidaridad Las Torres y la propia carretera 190 México-Puebla. En el sentido oriente-poniente, las avenidas Texcoco, San Francisco, Independencia y la carretera federal 136 México- Texcoco.



Figura 21. Mapa de Estructura urbana de La Paz.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, Plan Municipal de Desarrollo Urbano de La Paz, Plano D-3.

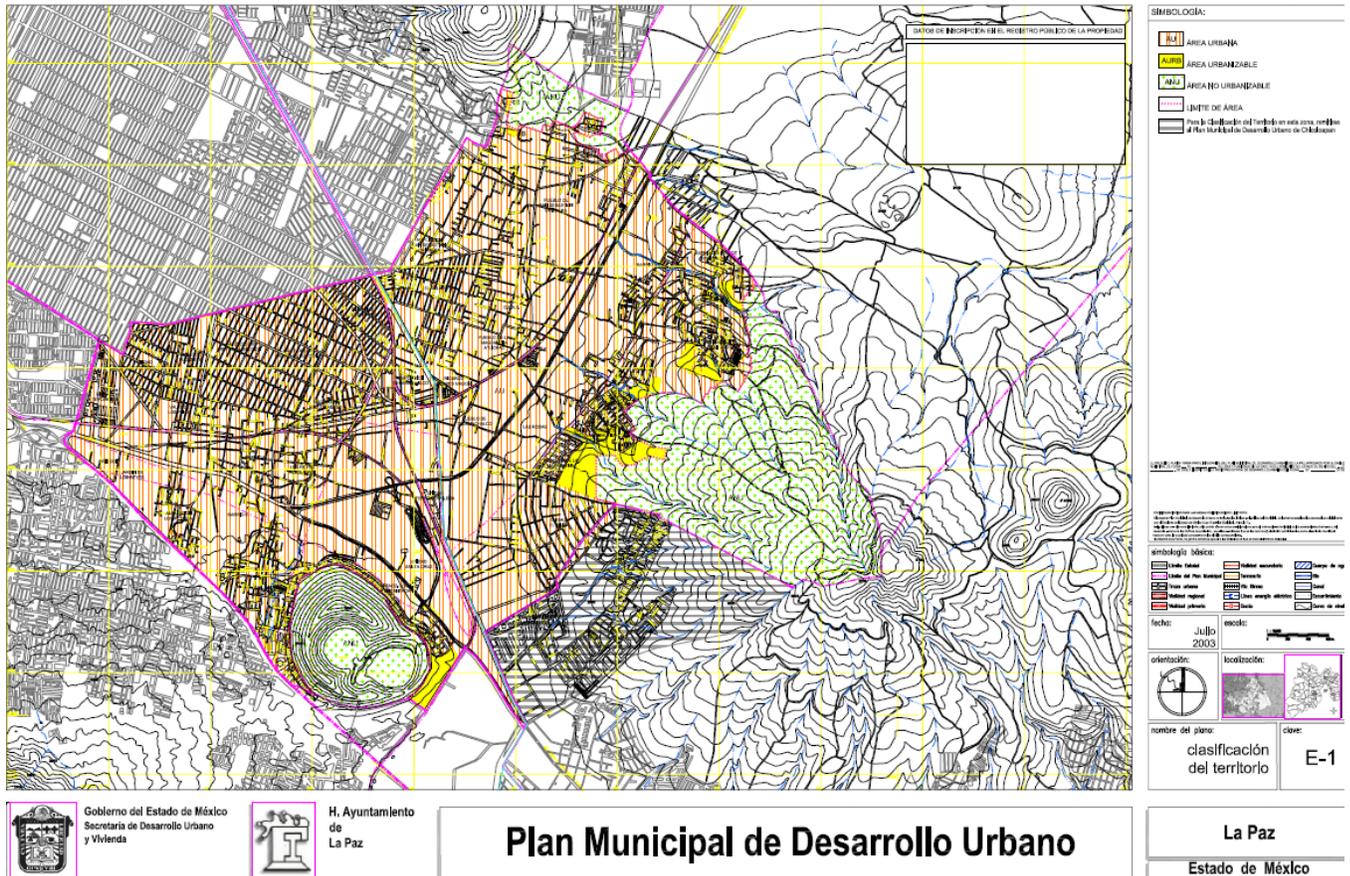
Al surponiente del municipio de La Paz se ubica el Cerro de la Caldera, y al suroriente el cerro El Pino ya en territorio del municipio de Ixtapaluca, por lo que sus características topográficas, geológicas y edafológicas no favorecen el desarrollo urbano en dicha zona.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente desde el 12 de diciembre de 2003, define como áreas urbanizables terrenos que se encuentran en las faldas de ambas formaciones, que hoy día ya están ocupados, por lo que este municipio ya no cuenta con áreas de crecimiento.

De 2003 a la fecha, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano no se ha actualizado, por lo que se recomienda hacerlo, a fin de replantear el papel del municipio en el contexto de la Zona Metropolitana del Valle de México, que favorezca la identificación de nuevas áreas de oportunidad de desarrollo. También, porque es necesario incorporar las zonas vulnerables que sean identificadas en este Atlas, a fin de definir políticas de control y mejoramiento urbano.



Figura 22. Mapa de Áreas Urbanizables de La Paz.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, Plan Municipal de Desarrollo Urbano de La Paz, Plano E-1



CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

El tema del riesgo dentro de la prevención de desastres ha sido tratado y desarrollado por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes de manera diferente, aunque en la mayoría de los casos de manera similar. Un punto de partida es que los riesgos están ligados a actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre. Así, un movimiento del terreno provocado por un sismo no constituye un riesgo por sí mismo. Si se produjese en una zona deshabitada, no afectaría ningún asentamiento humano y por tanto, no produciría un desastre.

Conceptos básicos sobre peligros, riesgos, desastres, prevención y mitigación.

El Peligro se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado. 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.

La forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un periodo de retorno (o de recurrencia), que es el lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad. El concepto de periodo de retorno, en términos probabilísticos, no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita.

Por su parte, se entiende por Riesgo la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

La Vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social.

La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

La Exposición o Grado de Exposición se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados. Por lo general se le asignan unidades monetarias puesto que es común que así se exprese el valor de los daños, aunque no siempre es traducible a dinero. En ocasiones pueden emplearse valores como porcentajes de determinados tipos de construcción o inclusive el número de personas que son susceptibles a verse afectadas.



El grado de exposición es un parámetro que varía con el tiempo, el cual está íntimamente ligado al crecimiento y desarrollo de la población y su infraestructura. En cuanto mayor sea el valor de lo expuesto, mayor será el riesgo que se enfrenta. Si el valor de lo expuesto es nulo, el riesgo también será nulo, independientemente del valor del peligro. La exposición puede disminuir con el alertamiento anticipado de la ocurrencia de un fenómeno, ya sea a través de una evacuación o inclusive evitando el asentamiento en el sitio.

Una vez que se han identificado y cuantificado el peligro, la vulnerabilidad y el grado de exposición para los diferentes fenómenos perturbadores y sus diferentes manifestaciones, es necesario completar el análisis a través de escenarios de riesgo, o sea, representaciones geográficas de las intensidades o de los efectos de eventos extremos. Esto resulta de gran utilidad para el establecimiento y priorización de acciones de mitigación y prevención de desastres. Ejemplos de escenarios de peligro son la representación de los alcances de una inundación con los tirantes máximos de agua que puede tener una zona; distribución de caída de ceniza consecuencia de una erupción volcánica; la intensidad máxima del movimiento del terreno en distintos sitios debido a un sismo. Ejemplos de escenarios de riesgos serían el porcentaje de viviendas de adobe dañadas para un sismo de determinada magnitud y epicentro, el costo de reparación de la infraestructura hotelera por el paso de un huracán, el número de personas que podrían verse afectadas por el deslizamiento de una ladera inestable, etc.

Mitigación y Prevención. Basados en la identificación de riesgos, consiste en diseñar acciones y programas para mitigar y reducir el impacto de los desastres antes de que éstos ocurran. Incluye la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducción de la vulnerabilidad o la intensidad con la que impacta un fenómeno: planeación del uso de suelo, aplicación de códigos de construcción, obras de protección, educación y capacitación a la población, elaboración de planes operativos de protección civil y manuales de procedimientos, implementación de sistemas de monitoreo y de alerta temprana, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación, preparación para la atención de emergencias (disponibilidad de recursos, albergues, rutas de evacuación, simulacros, etc.).

Análisis e identificación de peligros naturales. A partir del análisis e identificación de los peligros naturales, es factible definir o delimitar áreas de mayor o menor incidencia mediante el uso de tecnologías como la percepción remota (uso y manejo de imágenes de satélite), el sistema de posicionamiento global (GPS), los sistemas de información geográfica (SIG) y los manejadores de base de datos. La consideración de todos estos elementos permite establecer una zonificación de los peligros con miras a proponer acciones y medidas preventivas y de mitigación concretas.

Con la identificación de los peligros y su interpretación, la información temática debe cruzarse con la traza urbana al nivel de calles, de manzanas, predios o al menos al nivel de colonias y barrios para definir una microzonificación. Esta última es un proceso de análisis al que se pretende llegar en análisis posteriores, mediante la definición de áreas más pequeñas o con mayor detalle en cuanto a la ubicación de zonas de riesgo potencial y el grado de afectación de las zonas urbanas, las vidas humanas, los bienes y los servicios.

De esta actividad deriva la propuesta de zonificación de riesgos a nivel municipal y en zonas urbanas que son el soporte para la toma de decisiones. En regiones donde los riesgos son mitigables, se propondrán obras de infraestructura, proyectos de crecimiento urbano o cambios de uso de suelo, entre otros.

Asociado a lo anterior, la localización y representación cartográfica de estos peligros, permite a las autoridades involucradas en la elaboración de los Atlas, disponer de información valiosa, útil para la toma de decisiones en la protección de la ciudadanía y en la Ordenación Territorial. Estos estudios, también se enfocan a motivar el cambio para que la protección civil no sea reactiva, sino preventiva.



Síntesis de la metodología

El presente Atlas se desarrolló utilizando de manera general la siguiente metodología:

Identificación de peligros

- Compilación y análisis del contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio.
- Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
- Identificación primaria de los peligros naturales (geológicos e hidrometeorológicos) existentes, así como sus orígenes y componentes.
- Reconocimiento en campo e identificación de los niveles de peligros a través de sistemas de geoposicionamiento global para la georreferenciación de los peligros.

Diagnóstico de Riesgos

- Una vez delimitadas las zonas de peligro se realizará una estimación del nivel de vulnerabilidad de la población ante cada una de las amenazas.
- La determinación de los niveles de vulnerabilidad de la población, será realizada considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.
- Obtenida la vulnerabilidad y el nivel de peligro se realizará la estimación del riesgo y se clasificarán las zonas por riesgos, peligros y vulnerabilidad.
- Se delimitarán Zonas de Riesgo Mitigable y Zonas de Riesgo no Mitigable, según tipo de peligro, partiendo de considerar el riesgo como mitigable cuando su reducción o minimización aparece como un proceso factible o alcanzable mediante la ejecución de medidas de prevención definidas según sea el caso; las áreas de riesgo no mitigable representan espacios donde el asentamiento humano no debe permitirse, dado que cualquier medida de mitigación es físicamente inadmisibles o financieramente inviable.

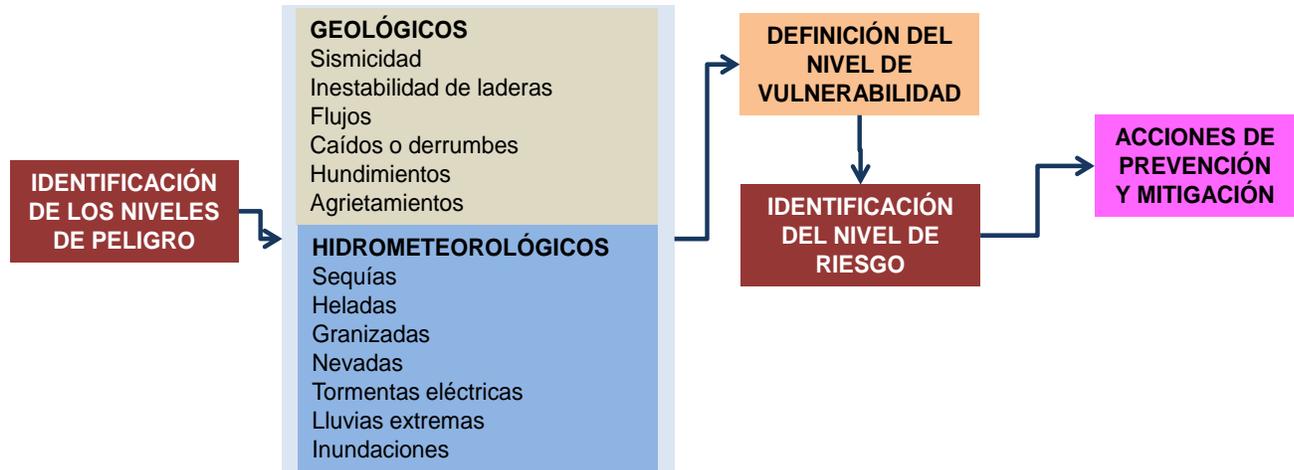
Sistema de Información Geográfica de Riesgos

- Con base en la información vectorial y raster se realizará una estandarización y homogenización de la información, para proporcionar una serie de mapas georreferenciados, ligados a una base de datos que pueda ser actualizada, y accesibles para su consulta en formato de imagen.

El presente atlas se apega a los criterios metodológicos establecidos en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014 de la SEDATU tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos como en la estructura y contenido del documento técnico.



Figura 23. Esquema conceptual de la metodología.



Fuente: Elaboración propia a partir de la SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Los peligros geológicos son aquellos procesos o fenómenos naturales relacionados con los componentes de la corteza terrestre y sistemas externos que modifican la superficie del planeta; y que además afectan de alguna forma a las actividades o vida de la población. Cuando uno de estos fenómenos aflige a la población se desencadena lo que comúnmente llamamos desastre. Los desastres, independientemente de si sean producidos porque la población se aproxime a algún fenómeno potencialmente peligroso, o debido a que los fenómenos geológicos en sí hayan incrementado su ocurrencia; dependen de varios factores, uno de los más importantes es el riesgo.

En este sentido, el riesgo de que se produzca un desastre depende de dos factores principales: la peligrosidad del fenómeno geológico y la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a su acción.

El peligro de manera general se caracteriza como la probabilidad de que se produzca un determinado fenómeno natural con cierta extensión, intensidad, duración y sus respectivas consecuencias negativas.

La vulnerabilidad se refiere al impacto del fenómeno sobre la sociedad y su incremento ha conducido al aumento de los riesgos naturales que, a su vez, dependen de la peligrosidad del fenómeno (Geissert, 2005).

En una comunidad, el riesgo de sufrir un desastre natural puede mitigarse solo si la vulnerabilidad de la población es baja, se tiene un profundo conocimiento del potencial peligro natural y la capacidad de respuesta de la población es alta. Las zonas más proclives a experimentar desastres se correlacionan con las zonas más vulnerables y estas se localizan en los centros urbanos, cuyo crecimiento acelerado obliga a cambios rápidos en las estructuras sociales y económicas (Parker y Mitchell, 1995), como es el caso de la zona conurbada de la Ciudad de México, en donde, se encuentra el Municipio de La Paz.

Por otra parte, México se encuentra en la zona intertropical y forma parte del cinturón de Fuego del Pacífico, donde se experimenta una intensa temporada de lluvias incrementada por eventos ciclónicos y una intensa actividad volcánica y sísmica, producto de la configuración tectónica del planeta. Estas fuerzas sitúan al país en un complejo entorno geológico-tectónico, representado por una zona de



subducción activa en el Pacífico. El accidentado relieve en nuestro territorio es la expresión superficial del medio tectónico en el que se ubica al país.

Por este motivo, los potenciales fenómenos naturales que pueden afectar a la población pueden ser de varios tipos. Una forma de clasificar a los fenómenos peligrosos es la de repentinos (avalanchas, ciclón, crecida de los ríos, procesos de remoción en masa, erupciones volcánicas, inundaciones, mareas, olas de frío o calor, terremotos, tormentas, tsunamis, etc.), y de gestión lenta y larga duración (desertificación, epidemias, hambruna, sequía, etc.). Por otro lado, los daños producidos se dividen en directos (a personas, bienes, agricultura, ganadería, infraestructura, patrimonio cultural, y demás) e indirectos (interrupción de obras de infraestructura y de sistemas de producción, disminución del turismo, etc.).

Sin embargo, de todos los desastres naturales los más peligrosos son los de origen geomorfológico (Geissert, 2005), relacionados entre otros aspectos con movimientos gravitacionales, así como erosiones de los tipos fluvial, costero y de suelos.

Entre ellos, los más recurrentes pero también de fácil pronóstico y mejor control son los deslizamientos de tierra, que cobran mayor número de víctimas, además de daños materiales, aunque contribuyen sólo con un pequeño porcentaje del total de damnificados y de pérdidas debido a eventos catastróficos.

Como se ha visto a lo largo de este escrito, el municipio de La Paz, se localiza en la parte central del país, es una de las 125 entidades municipales que pertenecen al Estado de México, cuenta con una población aprox. (reportada por el II Censo de Población y Vivienda en el 2010) de 232 546 habitantes. Su extensión territorial es de 26.71 km², que constituyen cerca del 0.2 % de la superficie del Estado de México. La Paz es un municipio con un gran número de población, con una densidad promedio de 8,706.33 hab/km², la cual, es una de las más altas del país. Por esta razón, los fenómenos geológico-geomorfológicos ocurren cada vez más cerca de los asentamientos humanos, en lugares donde la población invade u ocupa por factores diversos (económicos, sociales o políticos), y el riesgo al que se ven sometidos aumenta considerablemente.

Vulnerabilidad

A partir de los datos demográficos, económicos y sociales recopilados, se procedió a un análisis y definición de 20 variables que conforman el marco de vulnerabilidad socioeconómica. El cuadro siguiente muestra cuales son los temas socioeconómicos seleccionados que permiten generar una dimensión de la vulnerabilidad completa, ya que se abarcan aspectos de salud, educación, población, vivienda y otros, que refieren principalmente a las condiciones de capacidades diferentes y hacinamiento. Para un adecuado manejo se les asignó un identificador único (campo "Código") y en la matriz se integra una descripción de las variables, el procedimiento seguido para su cálculo y una justificación del porqué se integra en el análisis de vulnerabilidad.

Con los datos obtenidos se realizaron diferentes tratamientos para convertirlos en valores que se fácilmente puedan traducirse a una escala de Likert (para este caso, muy alta, alta, media, baja y muy baja).

Durante el análisis de la vulnerabilidad, se consideró importante hacer una diferenciación (ponderación en el concepto de análisis de evaluación multicriterio) del grado de vulnerabilidad socioeconómica en función del peligro. Por ejemplo, el hacinamiento en viviendas no representa una vulnerabilidad muy alta para las heladas pero sí para peligros como deslizamientos o derrumbes. Esta ponderación se hizo a partir de reuniones de expertos en el tema en la que se definieron los pesos de cada tipo de vulnerabilidad para los peligros analizados. Esto se aprecia en el cuadro siguiente.



Cuadro 13. Marco de vulnerabilidad socioeconómica

Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
SALUD	Vul1	Médicos por cada 1000 habitantes	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador 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 reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre.
	Vul2	Porcentaje de la población no derechohabiente	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.
EDUCACIÓN	Vul3	Porcentaje de analfabetismo	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
				la vulnerabilidad social.
	Vul4	Grado promedio de escolaridad	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.
VIVIENDA	Vul5	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	Los datos para obtener este indicador se obtienen del Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre.
	Vul6	Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien. Los datos para obtener este indicador también se encuentran en el Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
	Vul7	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.
	Vul8	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones.
	Vul9	Déficit de vivienda	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A este resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lámina de cartón así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumados a las viviendas que necesitan mejoramiento.	El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además el problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda sino también a las condiciones de la misma.
	Vul10	Razón de dependencia	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
	Vul11	Tasa de desempleo abierto	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población así como en la capacidad de generar los recursos que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.
POBLACIÓN	Vul12	Densidad de población	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado.	La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.
	Vul13	Porcentaje de la población de habla indígena	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.	La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población
	Vul14	Dispersión poblacional	Se consideran localidades pequeñas a las menores de 2,500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas con respecto al total de la población de un territorio determinado.	La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas cuyas condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
				servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso.
OTROS	Vul15	Porcentaje de la población con limitación de actividad	Se obtiene de dividir la población con alguna limitante para desarrollar actividades cotidianas con respecto a la población total	Porcentaje de población más vulnerable a depender casi en su totalidad de terceras personas al no identificar en muchos de los casos las potencialidades del peligró.
	Vul16	Porcentaje de población con limitante motora	Se obtiene de dividir la población que presenta limitante en su movimiento motoro.	La población que presenta alguna limitación en su movimiento motor se encuentra sujeta a mayor vulnerabilidad por algunos fenómenos, así como de un grado de dependencia de terceros y de infraestructura para su desplazamiento.
	Vul17	Promedio de ocupantes por cuarto	Este valor se encuentra integrado dentro de los resultados que proporciona el INEGI	Indica un cierto grado de vulnerabilidad al mostrar la cantidad de personas viven en vivienda con un solo cuarto, lo que dificultaría su traslado y movimiento ante una eventualidad
	Vul18	Hacinamiento en vivienda	Proporción de viviendas de un solo cuarto	Indica el porcentaje de las viviendas que cuenta con un solo cuarto (o cuarto redondo), lo que se relaciona directamente con las condiciones de habitabilidad y de pobreza



Atlas de Riesgos del
Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
	Vul19	Costo de bienes	Para la obtención de este se consideran los bienes presentes en la vivienda: radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil y computadora. A cada uno de estos se les asignó un costo promedio y la suma de todos se dividió entre la cantidad que significa que una vivienda tenga todos los bienes. El resultado se divide entre el número de viviendas y se multiplicó por 100	Entre mayor número de bienes tenga una vivienda se constituye como más vulnerable ante la pérdida de los mismos por los efectos de una amenaza, por ende es la población con mayor riesgo de perder sus pertenencias
	Vul20	Incapacidad de comunicación a través de telefonía	Se calcula considerando las viviendas que cuentan con algún medio de comunicación, siendo para este caso: Teléfono fijo, Celular e internet. Para la ponderación de la vulnerabilidad se asignó un peso a cada uno de los servicios. Tel = 0.25, Cel=0.70 e internet = 0.05. El mayor peso se asigna al celular al ser un servicio que no depende directamente de la infraestructura del municipio	La respuesta de la población ante los efectos de las amenazas se hace necesaria, específicamente en dar parte de ello a las autoridades correspondientes, así como los habitantes de las mismas localidades.



La tabla siguiente presenta la vulnerabilidad socioeconómica para las localidades del municipio, la vulnerabilidad correspondiente a nivel de AGEB se incluye en el Anexo estadístico. El empleo de una escala de Likert de 5 categorías nos permite analizar cómo se comporta la vulnerabilidad por localidad (renglones) o bien, en qué medida cada tipo de vulnerabilidad estudiada sobresale en el contexto de las 20 dimensiones analizadas (columnas).

Cuadro 14. Vulnerabilidad socioeconómica de las localidades del municipio para la determinación de riesgos

Clave Localidad	Nombre de la localidad	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
0001	Tlalnepantla	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	3	1	5	2	2	1	2	3	2
0105	Puerto Escondido (Tepeolulco Puerto Escondido)	3	3	2	2	5	1	1	2	3	2	2	3	2	5	2	1	2	4	2	2
0106	Ejido de Tenayuca (Cola de Caballo)	3	4	1	2	3	1	2	1	3	2	5	3	3	2	3	4	3	4	2	2

Muy alto = 5

Alto = 4

Medio = 3

Bajo = 1

Muy bajo

Durante el análisis de la vulnerabilidad, se consideró importante hacer una diferenciación (ponderación en el concepto de análisis de evaluación multicriterio) del grado de vulnerabilidad socioeconómica en función del peligro. Por ejemplo, el hacinamiento en viviendas no representa una vulnerabilidad muy alta para las heladas pero si para peligros como deslizamientos o derrumbes. Esta ponderación se hizo a partir de reuniones de expertos en el tema en la que se definieron los pesos de cada tipo de vulnerabilidad para los peligros analizados. Esto se aprecia en el cuadro siguiente.



Cuadro 15. Matriz de ponderación de la vulnerabilidad en función al tipo de peligro

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10a	P10b	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Vul1	2	3	N.A.	3	3	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Vul2	1	3	N.A.	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Vul3	2	1	N.A.	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vul4	2	1	N.A.	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2
Vul5	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Vul6	3	3	N.A.	3	3	3	2	2	1	3	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	2
Vul7	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	1	1	1	3	3
Vul8	1	1	N.A.	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	3
Vul9	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	3
Vul10	3	3	N.A.	3	1	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	1	1	1	3	3
Vul11	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3
Vul12	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	3	3
Vul13	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul14	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	3	3
Vul15	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	3
Vul16	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3
Vul17	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	2	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul18	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	2	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul19	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	3
Vul20	3	3	N.A.	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	2	3	3	1	1	1	3	3

Ponderación de la vulnerabilidad:

Alto = 3

Medio = 2

Bajo = 1



Las claves de los peligros analizados en el Atlas de Riesgos Naturales son las siguientes:

Fenómenos Geológicos	
1 Vulcanismo	7 Hundimientos
2 Sismos	8 Subsistencia
3 Tsunamis	9 Agrietamientos
4 Inestabilidad de laderas	
5 Flujos	
6 Caídos o Derrumbes	

Fenómenos hidrometeorológicos	
10a Ondas cálidas	15 Ciclones Tropicales
10b Ondas gélidas	16 Tornados
11 Sequías	17 Tormentas de polvo
12 Heladas	18 Tormentas eléctricas
13 Tormentas de granizo	19 Lluvias extremas
14 Tormentas de nieve	20 Inundaciones



Riesgo

Para la correlación de los datos referentes a la dimensión de peligro y vulnerabilidad, y el proceso de análisis del riesgo, se procedió al diseño y elaboración de una matriz como herramienta de trabajo. Una serie de matrices se generaron en las cuales se correlacionan los diferentes tipos de peligro y la vulnerabilidad, generadas para la realización del Atlas. Es importante destacar que la vulnerabilidad se ponderó acorde a la diferente respuesta que se tiene ante cada peligro (p. ej. Las características de construcción de la vivienda se valoran en forma distinta ante heladas que ante inundaciones o sismos).

Con base a lo anterior, se tiene que cada peligro en estudio tiene un panorama de vulnerabilidad específica. Por tanto, se generaron 19 matrices a nivel de localidad y de Área Geoestadística Básica. No se generó la matriz de Tsunamis pues no aplica para el municipio.

GEOLOGIA

El relieve del municipio de La Paz contiene tres principales tipos de geoformas que determinan la ocurrencia de diferentes tipos de peligros. El municipio se ubica dentro del Valle de México, específicamente en la parte Oriente, por lo que forma parte de los municipios que constituyen al área conurbada del Distrito Federal. Se encuentra dentro de la vertiente oriental de la planicie de la Cuenca de México (altiplano), cuenta con lomeríos y piedemontes de colinas redondeadas en los cerros Chimalhuache y El Pino y la Sierra de Santa Catarina en el volcán La Caldera.[]

La litología consiste de rocas volcánicas de lavas basálticas y andesitas, aluviales y lacustres pertenecientes al periodo cuaternario que forman las laderas. El Pino litológicamente se encuentra constituido por secuencias de flujos lávicos con intercalaciones delgadas de tefra no consolidada, formada por cenizas cristalinas y vítreas, lapillis y escorias (Vázquez y Palomera, 1989). El Volcán La Caldera, es una estructura de pequeñas dimensiones con una altura relativa de 15 metros y 4200 msnm, tiene dos cráteres independientes, es un cono cinerítico poco disectado por la red fluvial, es un volcán cubierto por escoria y derrames de lava emitidos por el volcán Guadalupe. Los Aluviones y lacustres (Qal), son cuaternarios se encuentran en las faldas de reciente formación de la sierra de Santa Catarina, representa un relieve acumulativo equivalente a las condiciones de un proceso fluvial, está constituida principalmente por arcillas y limos con intercalaciones de gravas o arenas con escasos horizontes de tobas (Mooser, 1996). Aunado a la complejidad geológica y la modificación del paisaje, por efecto natural (lluvia, heladas, sequía, etcétera), así como la evolución del entorno, se pone de manifiesto, una serie de fenómenos que, dependiendo de su intensidad y ocurrencia, afectan en un determinado momento a la población así como a la infraestructura en el contexto social. De manera general, los peligros más significativos son, en orden de importancia, los procesos de remoción en masa, fallas y fracturas, hundimientos y sismos.

En este sentido las variables naturales físicas del municipio de La Paz, Estado de México, muestran una gran diversidad de procesos geológicos y ambientales que propician el desarrollo de varios fenómenos naturales que dependiendo de la cantidad y localización de la población, pueden convertirse en peligros. Cada uno de estos fenómenos se caracteriza a continuación:

5.1. Vulcanismo

Existen diferentes tipos de erupciones (Figura 24) que derivan en definir los peligros volcánicos que pueden afectar a cualquier población y ecosistema. Las erupciones pueden ser desde efusivas, es decir emitir productos ácidos que representan una baja velocidad y poca cantidad de materiales; y las erupciones explosivas que comprenden lavas básicas ligeras y representan altas cantidades de



material y altas velocidades y pueden desencadenar procesos de alta peligrosidad entre ellos se encuentran caída de ceniza, lahares, avalanchas y flujos piroclásticos.

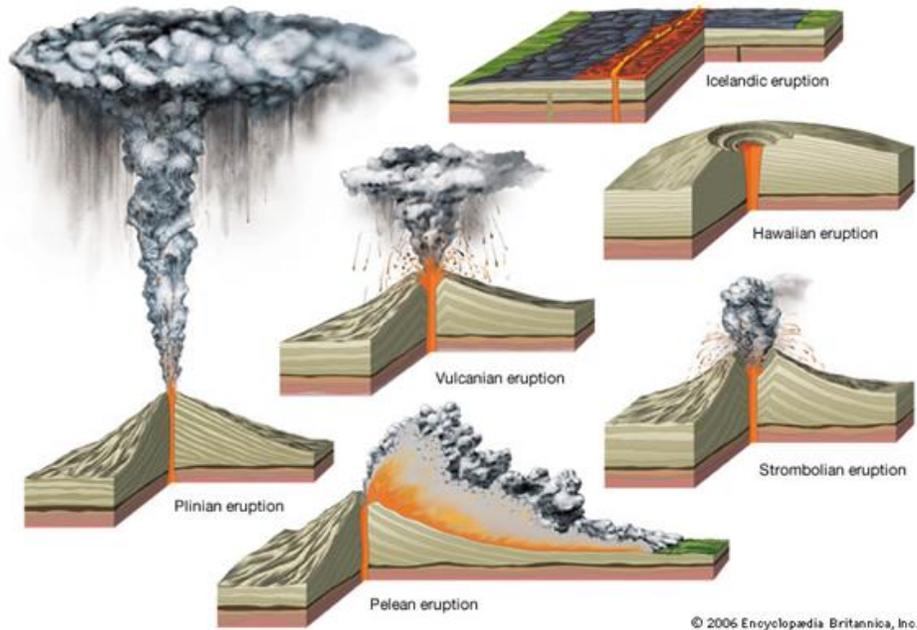


Figura 24 Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.

Avalancha de escombros

Una avalancha de escombros se forma durante el colapso gravitacional lateral a gran escala de un sector de un edificio volcánico. Generalmente este tipo de desprendimientos deja una morfología típica que incluye un anfiteatro y una serie de hummocks o montículos, aunque esto no ocurre en todos los casos (Ui et al., 2000). Estas avalanchas pueden depender directamente de la actividad magmática del volcán, o de factores exógenos como lluvias abundantes, saturación por fluidos, pendientes altas, procesos de alteración o factores tectónicos regionales como los sismos o fallas activas.

Para el municipio de La Paz, este peligro es considerado como MUY BAJO O NULO (figura siguiente) debido a la lejanía, y al efecto protector de la orografía, del municipio a las grandes formaciones volcánicas, teniendo como más cercana al volcán activo Popocatepetl. En la Figura 26 se muestra la distancia (47 km) de volcán Popocatepetl al municipio de La Paz. Por su parte, las formaciones volcánicas interiores no presentan un peligro real de avalancha, aunque si se pueden generar otro tipo de procesos como la remoción en masa o caída de bloques.



Elaboración propia con base en información de INEGI

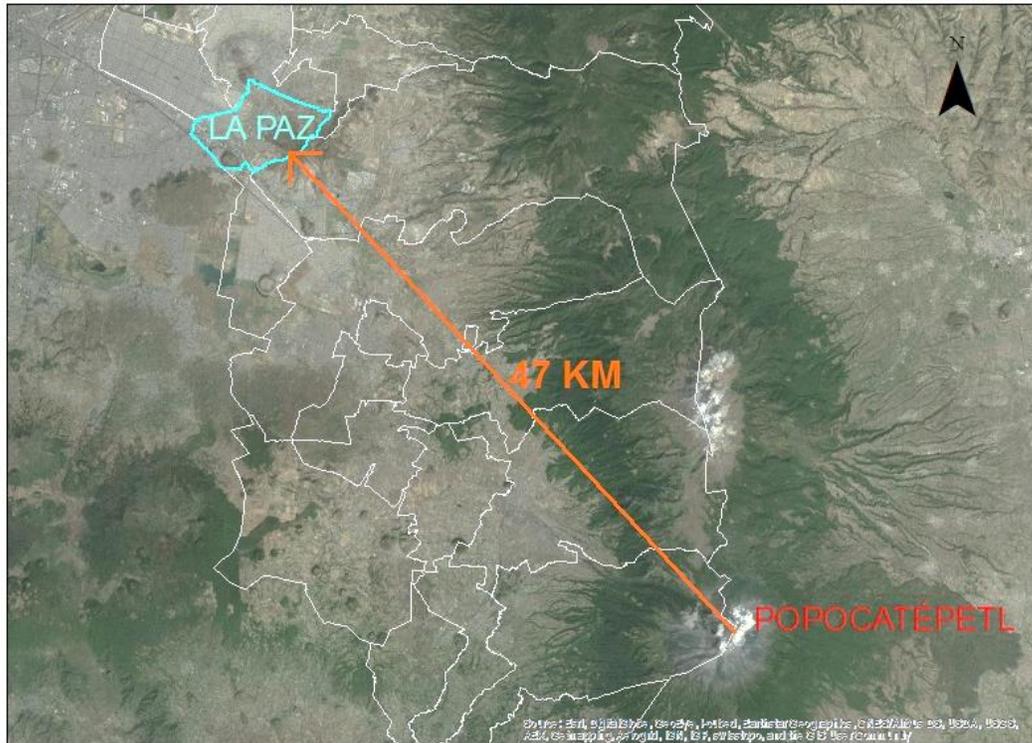


Figura 26. Mapa de distancia al volcán Popocatépetl.

Caída de ceniza

La caída de ceniza es producida a partir de material volcánico fragmentado generado por la actividad explosiva de algún volcán, la cual es transportada desde la base de la emisión y transportado grandes distancias por efecto del viento, y las cuales pueden llegar a grandes alturas según el tipo de erupción acontecida en el volcán (De la Cruz-Reyna, 2008).

Por otro lado, el daño ocasionado puede ser significativo a cortas o grandes distancias, las cuales pueden ser daños a la salud al ser inhalada, debido a que es material de cenizas y contiene pequeños fragmentos vítreos que afectarían a las actividades humanas, telecomunicaciones, aviación, áreas de cultivo y suelos, condiciones medioambientales (Schminckle, 2006; Zehner, 2010). La caída de ceniza es potencialmente peligrosa para las actividades humanas, ya que una capa de 10 cm de ceniza tiene una masa de entre 70 y 120 kg por metro cuadrado, valores que aumentan al doble si contiene humedad, en donde ese exceso de carga sobre los techos de las casas puede causar colapso del mismo (Haller, 2010).

El volcán Popocatépetl es el volcán activo más cercano al municipio de La Paz. De acuerdo a Protección civil del estado de México, CENAPRED y el Instituto de geofísica de la UNAM, Macías et. al 1995. Establecen 3 áreas de influencia por caída de ceniza del volcán Popocatépetl, se basan en las cercanías al cráter de emisión, por lo tanto, el municipio de La Paz se encuentra en el área 3 donde se establece que:



Área 3: sería menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. Los vientos sobre el Popocatepetl generalmente soplan en dirección este-oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente. De esta manera es mayor la probabilidad que se acumula más arena volcánica y pómez en una región comprendida entre las dos líneas verdes del mapa (Figura 27).

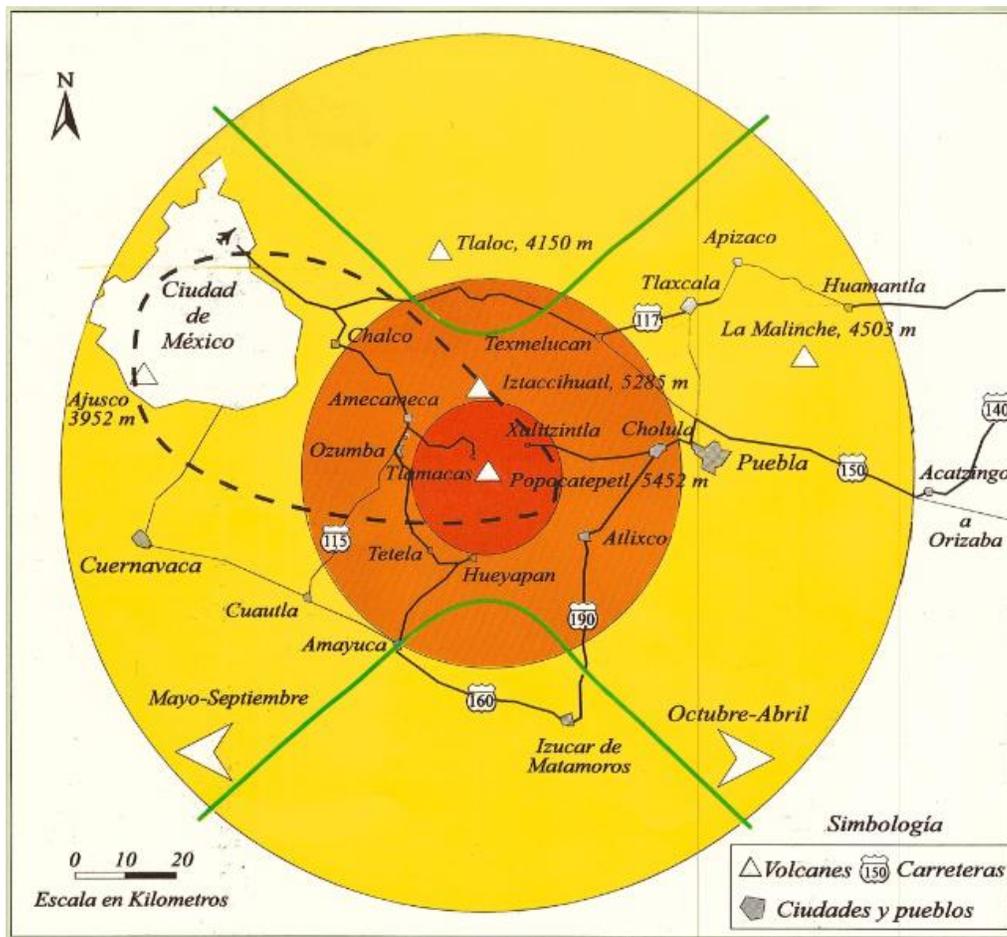


Figura 27. Tomado del Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl, Macías et. al. 1995.

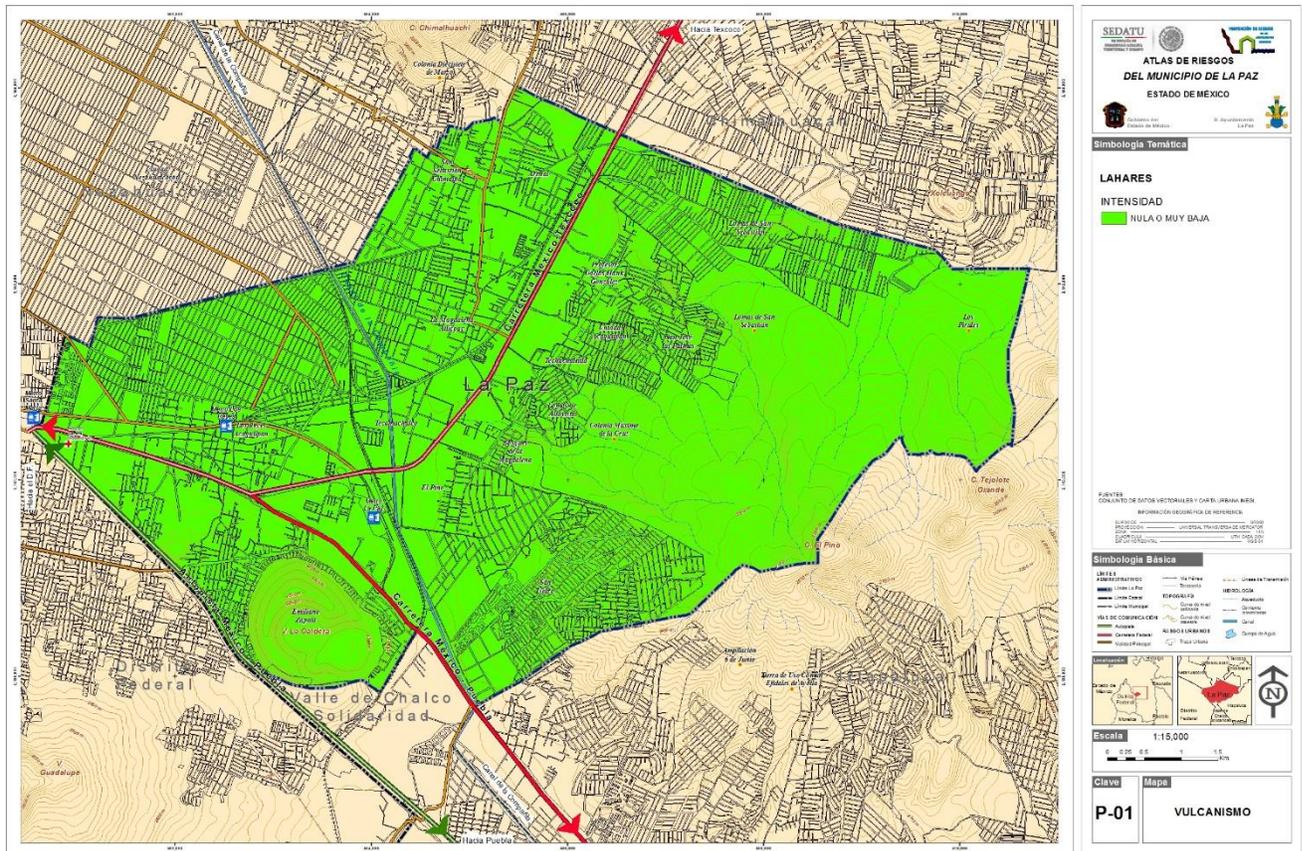
Este peligro, para el municipio de La Paz, es considerado como ALTO y llega a cubrir el 100% del municipio. Esto en consideración de una posible erupción Pliniana o Subpliniana del volcán Popocatepetl (extensas áreas de dispersión.

Figura 28). Por lo tanto en el caso de que la columna eruptiva alcance la troposfera y la dirección del viento sea en dirección del municipio, los piroclásticos pueden viajar grandes distancias y depositarse en el municipio de La Paz y finalmente ser afectado por la caída de centímetros, o metros, de ceniza y pómez. Cabe resaltar que los tipos de erupciones mencionadas son las erupciones de mayor violencia, asociadas a magmas calcoalcalinos ácidos o a otros magmas que han soportados importantes procesos de diferenciación. Estas se caracterizan por la emisión de potentes columnas



abanico, que aunque puede tener menor longitud, abarcará sitios fuera de la desembocadura del valle angosto (De la Cruz-Reyna, 2008). Es por esto que el municipio de La Paz es considerado con un nivel de peligro MUY BAJO o NULO, ya que (de igual manera como en los flujos piroclásticos) la conexión de la red hidrográfica con la principal amenaza no existe (Figura 30).

Figura 30. Mapa de Peligro por Lahares.



Elaboración propia con base en información de INEGI

Como ya se ha mencionado, la configuración del relieve circundante al municipio no permite el avance de ciertos fenómenos volcánicos como los flujos piroclásticos y principalmente los lahares.

5.1.1. Peligro

En el caso de que el volcán Popocatepetl genere columnas eruptivas que alcancen la troposfera, los piroclastos y cenizas pueden viajar de acuerdo a la dirección del viento al poniente, que de acuerdo a Macias (et. al 1995), es de Mayo a septiembre, el municipio de la Paz se localiza a una distancia considerable para depositar un espesor considerable en el municipio de La Paz. De acuerdo con la historia eruptiva del volcán Popocatepetl y la caldera, sería afectado por la caída de centímetros o metros de ceniza y pómez como lo muestran las laderas de estos volcanes (Figura 31).



Figura 31. Fotos A y B muestran Depósitos de caída de pómez y bloques, Coordenadas UTM X 504120.63, Y 2138297.04, 1 de octubre de 2014. En las letras C muestran fotografías de dos bancos de materiales, en la foto D se aprecia estratos de pómez. Coordenadas UTM X 504080.02, Y 2138603.10, 1 de octubre de 2014.

5.1.2. Vulnerabilidad

El municipio de La Paz Las áreas se considera vulnerable por productos volcánicos como la caída de ceniza, es todo debido a que la caída de ceniza puede ser peligrosa para viviendas de cualquier tipo, pero se incrementa la vulnerabilidad cuando la ceniza se combina con el agua pudiendo colapsan edificaciones precarias llegando a pesar tres veces más.

5.1.3. Riesgo

La cercanía al volcán Popocatepetl, hace vulnerable las áreas urbanas y colonias de prácticamente todo el municipio de La Paz que se considerado de riesgo MEDIO Y ALTO. En el mapa de riesgos de vulcanismo se aprecian en el lado poniente del municipio en rojo o alto las colonias Floresta, Valle de los Reyes, Los Reyes, El Salado, Reforma, Cuchilla del Ancón, San Agustín Segunda Sección, y al lado oriente colonias Residencial San Esteban, Ampliación Jiménez Cantú, Carlos Hank González,



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



San José Las Palmas, Palmas II, Texixipesco y Temexco Tepapacalco, en la zona sur Lomas de San Isidro, Lomas de San Isidro 1, Cuchilla del Pino, 20 de Mayo y Mariel (Figura 32). Las demás colonias están en riesgo Medio (Cuadro 16).

Metodología

En Vulcanismo se tomó como base el mapa de riesgos de CENAPRED para caída de ceniza, que establece un radio de 40 a 80 km para peligro Medio, distancia a la que se encuentra el municipio de La Paz (47 km). En el software Arcgis se exportan los shapefile de Peligro Medio más la vulnerabilidad de muy baja a muy alta y se exportan a formato raster, los mapas resultantes se suman y los resultados se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto, respectivamente.

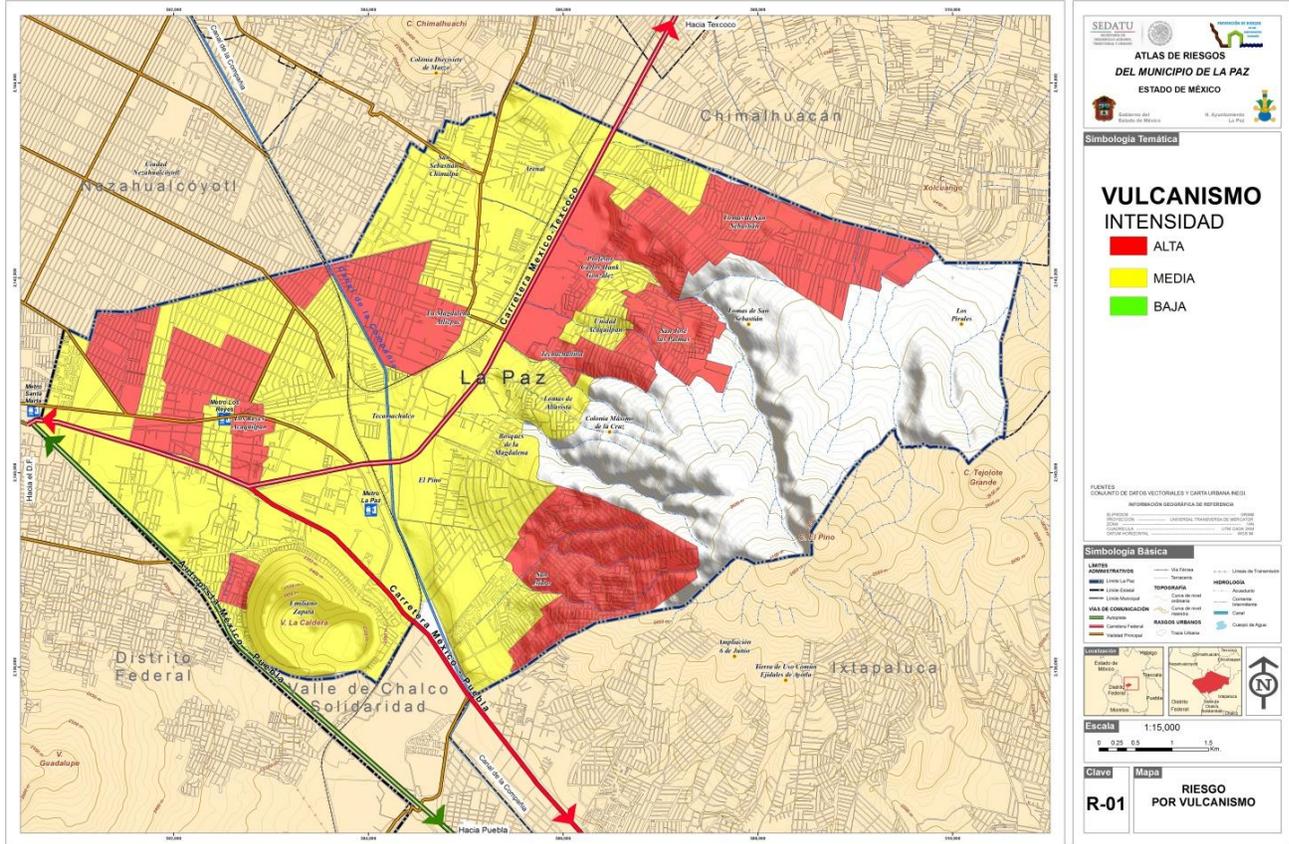
Cuadro 16. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio.

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	9.72	37	102211	Asociada a alta vulnerabilidad en la infraestructura
Media	18.21	41	149624	Asociada a alta vulnerabilidad en la infraestructura

Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 32. Mapa de Riesgo por vulcanismo.



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.2. Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural en donde ocurre movimiento en la corteza terrestre, debido a diferentes tipos de fuerzas, pero principalmente al movimiento de las placas tectónicas. México se encuentra dividido en varias placas tectónicas y son: la de Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), del Caribe y Pacífica (ésta última comprende toda la península de Baja California). Las placas que se encuentran por debajo del nivel del mar son: de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán hasta Chiapas), y de Rivera (enfrente de las costas de Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez en el interior. Los movimientos de las placas ocurren por uno de los tres tipos de fenómenos, de acuerdo con la teoría de Tectónica de Placas, que son: subducción (una placa se “desliza” por debajo de otra), extensión (dos placas se alejan una con respecto a otra) y transcurrancia (dos placas se mueven en paralelo con velocidad o dirección diferente); cada uno de ellos ocurre en los límites de las placas.

En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica, y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento empuja, al llegar a la base del continente, a la placa de Norteamérica. Esta placa al ser más grande y pero ligera, le cuesta trabajo moverse, por lo que prefiere cabalgar a la placa que la empuja, esto ocasiona el



proceso de subducción de las placas. El límite de subducción es muy importante ya que es en este donde se generan fenómenos como el volcanismo y la sismicidad. La zona de subducción es responsable de la mayor cantidad de los sismos que ocurren al interior del país.

Cabe señalar que las vibraciones del terreno no solo son producidas por el movimiento de grandes placas tectónicas. Es posible que los esfuerzos internos de extensos sectores de corteza cortical, en este caso relacionado con esfuerzos extensionales o compresivos, puedan generar movimientos someros en las fallas que cruzan al municipio. Este tipo de movimiento somero puede ser desastroso, de acuerdo con la cercanía de la fuente sísmica con las poblaciones.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas (Figura 33). Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos. Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones (Servicio Sismológico Mexicano). En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente.

Figura 33. Regionalización sísmica del país



Regionalización sísmica. CENAPRED.

La tragedia ocurrida el 19 de septiembre de 1985, mostro que existe materiales que maximizan o amplifican las ondas sísmicas, sin importar la distancia en donde se generen las ondas sísmicas. Los estudios detallados elaborados a partir de esa fecha, han se han enfocado en conocer el comportamiento de la superficie y el sustrato cuando son atravesados por ondas sísmicas.

El resultado ha sido la zonificación sísmica para toda la Cuenca de México. Se distinguen tres zonas sísmicas de acuerdo al tipo de sustrato (SSN, 2010), en donde la Zona I, la conforma el relieve con un terreno firme o de lomas, localizado en las partes más altas de la cuenca del valle (Sierra de las Cruces), formado por suelos de alta resistencia y poco compresibles; la Zona III o de Lago se localiza en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco), el tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas. Por último la Zona II o de transición: presenta características intermedias entre las zonas anteriores (SSN, 2010).



La actividad sísmica en el Estado de México (Cuadro 17), contiene muy pocos focos sísmicos (34) y de magnitudes que van desde 2.4 hasta 3.9 en los últimos 7 años (de enero del 2006 a agosto del 2013). Sin embargo, los sismos más peligrosos para este municipio son los que se desarrollan en la zona D (costa del pacifico) con grandes sismos históricos y ocurrencia frecuente (Figura 34).

Cuadro 17. Sismos de mayor magnitud en el estado de México

Fecha	Latitud	Longitud	Prof.(km)	Mag.	Zona
02/02/2006	19.25	-98.94	14	3.5	3 km al NOROESTE de S MATEO HUITZILZINGO, MEX
11/02/2006	19.32	-98.95	5	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
06/02/2008	19.7	-100.16	16	3.7	29 km al SUROESTE de TEMASCALCINGO, MEX
03/05/2009	19.28	-98.82	17	3.2	2 km al ESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN, MEX
04/07/2009	18.66	-99.99	20	3.5	32 km al SURESTE de TEJUPILCO, MEX
14/07/2009	19.83	-99.14	13	3.6	2 km al NORESTE de S JUAN ZITLALTEPEC, MEX
01/11/2009	18.98	-98.77	10	3.7	7 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
05/03/2010	19.18	-98.89	5	3	6 km al SURESTE de S MATEO HUITZILZINGO, MEX
28/06/2010	19.44	-98.82	14	3.5	5 km al ESTE de S MIGUEL COATLINCHAN, MEX
05/07/2010	19.2	-98.94	10	3.7	3 km al SUROESTE de S MATEO HUITZILZINGO, MEX
05/07/2010	19.27	-98.88	9	3.2	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
11/07/2010	19.91	-99.94	16	3.6	6 km al ESTE de TEMASCALCINGO, MEX
06/04/2011	18.7	-100.4	16	3.6	34 km al SUROESTE de TEJUPILCO, MEX
05/09/2011	19.18	-98.75	16	3.1	4 km al SUR de SAN RAFAEL, MEX
19/09/2011	19.17	-98.62	2	3.7	15 km al SURESTE de SAN RAFAEL, MEX
10/12/2011	19.08	-98.79	9	3.2	5 km al NORTE de OZUMBA, MEX
31/12/2011	19.36	-98.77	4	3.1	9 km al ESTE de S FRANCISCO ACUAUTLA, MEX
05/01/2012	19.09	-98.71	1	3.2	7 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
14/04/2012	19.07	-98.68	2	3.6	11 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
17/04/2012	19.39	-99.28	7	2.4	1 km al SUROESTE de NAUCALPAN DE JUAREZ, MEX
25/06/2012	19.4	-99.03	3	3.4	4 km al OESTE de CD NEZAHUALCOYOTL, MEX
08/07/2012	19.25	-98.82	14	3.4	3 km al SURESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN, MEX
08/07/2012	19.32	-98.96	2	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
09/07/2012	19.23	-98.93	5	3.5	1 km al NOROESTE de S MATEO HUITZILZINGO, MEX
14/07/2012	19.27	-98.86	6	3.5	2 km al OESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN, MEX
14/07/2012	19.28	-98.89	3	3.4	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
15/07/2012	19.23	-98.86	2	3.4	5 km al SURESTE de CHALCO, MEX
10/01/2013	19.11	-98.73	4	3.9	4 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
03/02/2013	19.04	-98.7	5	3.2	10 km al ESTE de OZUMBA, MEX
25/03/2013	19	-98.67	7	3.8	14 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
06/05/2013	19.01	-98.61	3	3.4	19 km al ESTE de OZUMBA, MEX
23/06/2013	19.46	-98.89	5	3.4	3 km al NOROESTE de S MIGUEL COATLINCHAN, MEX
25/06/2013	19	-98.65	1	3.6	16 km al ESTE de OZUMBA, MEX
11/08/2013	19.78	-98.94	10	3.1	3 km al NORESTE de STA MARIA AJOLOAPAN, MEX

Elaboración propia con base en Servicio Sismológico Nacional, 2013

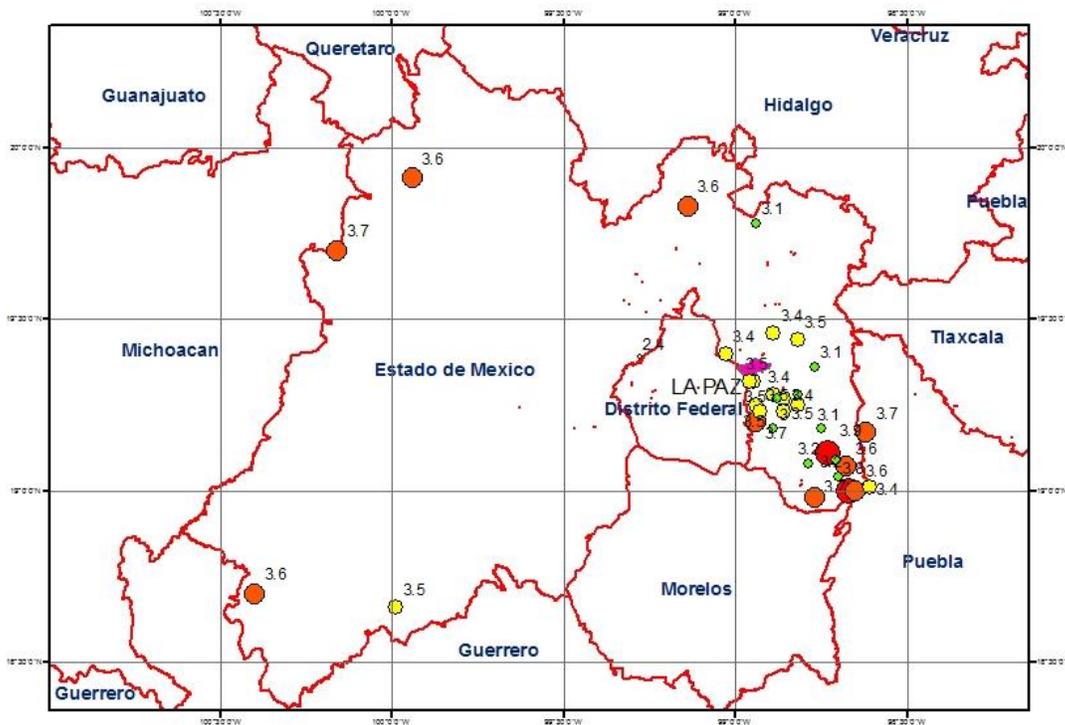
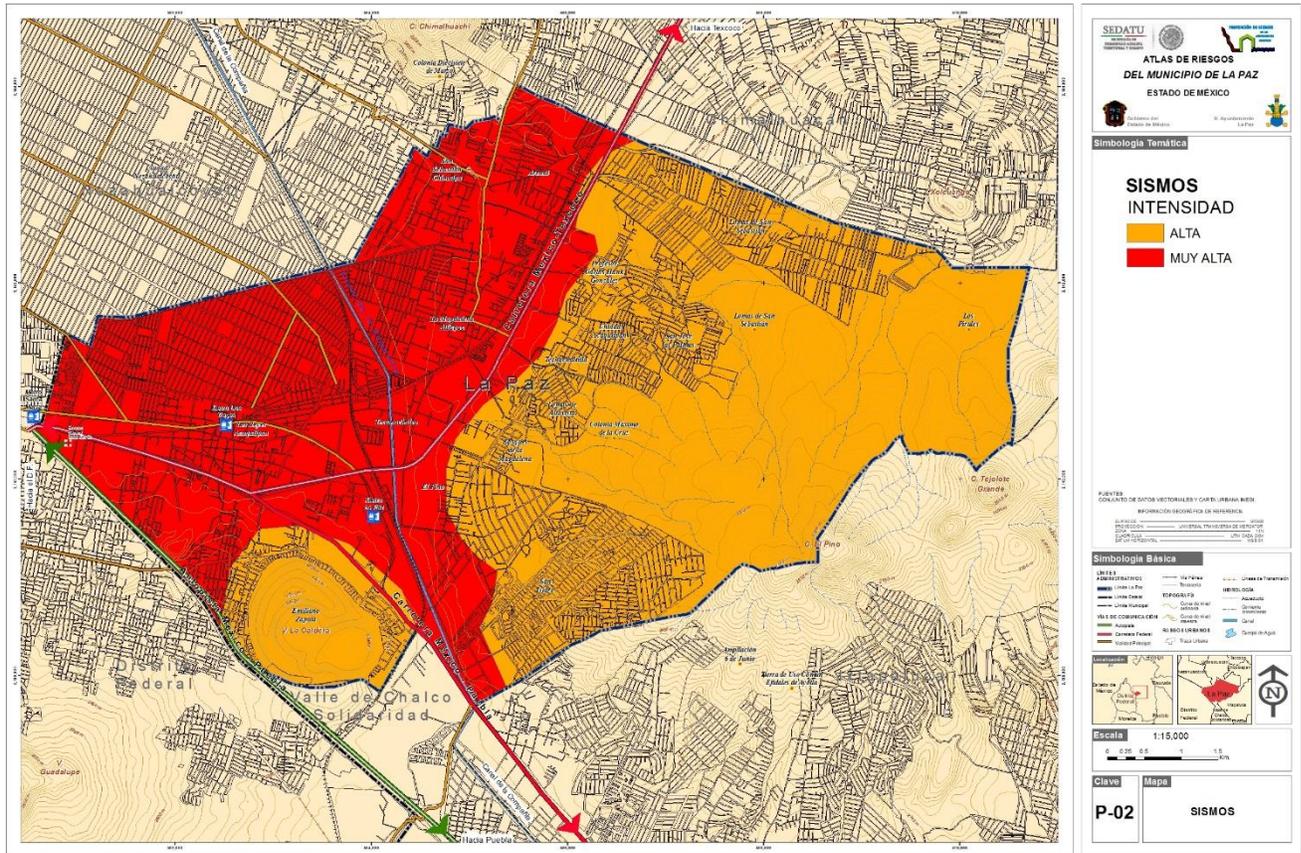


Figura 34. Mapa de los principales epicentros de terremotos en el estado de México, de acuerdo a la tabla 1.

La Paz ocupa la zona considera de transición, lo que la implica con un peligro sísmico MUY ALTO (Cuadro 18. Tabla) debido al contenido de arcillas o sedimentos lacustres, que pudieran incrementar la aceleración del terreno. Por lo que se debe tomar en cuenta las normas civiles de construcción vigentes para un sismo similar al ocurrido en 1985. El resto del territorio podría considerarse, terreno firme, pero la irregularidad del terreno en la zona de montaña y pequeñas áreas de lomeríos, hace susceptible al terreno, en caso de un sismo de magnitud considerable (+6 Richter), a la generación de procesos de remoción en masa como vuelcos o caída de escombros. La peligrosidad sísmica ALTA, se presenta en áreas de montañas y lomeríos altos constituidas por material volcánico cuaternario donde existen gran cantidad de fracturas que puede provocar el desprendimiento de suelo, esta área es la que mayor extensión territorial (Figura 35).



Figura 35. Mapa de peligro sísmico



Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 18. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Muy Alta	16.06	Asociada a planicies con suelos salinos y arcillosos
Alta	20.88	Asociada a altas y medias pendientes con usos diversos

5.2.1. Peligro

La mayor ocurrencia de sismos se encuentra en las costas de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca en el Océano Pacífico, solo unos pocos se encuentran dentro del Estado de México y de intensidades muy bajas (menores a 4 grados Richter, Figura 33). Por lo tanto, los sismos que se manifiestan a manera de peligro dentro del municipio son producto de las ondas sísmicas de grandes



sismos provenientes de los estados del pacifico que son generados por magnitudes mayores de 6 grados Richter.

El Municipio de La Paz está ubicado en la región B de las zonas sísmicas del país y presenta un sistema de fallas activas, debido a esto se considera como áreas de ALTO peligro las regiones de las laderas y montañas, la litología está constituida por rocas de depósito que indican bloques y material deleznable, estas pueden adquirir movimiento y son susceptibles a provocar colapsos y daños por deslizamientos si hay un sismo de gran magnitud. Así mismo las planicies donde se ubican las áreas urbanas son de suelo muy somero y arcilloso y se consideran como MUY ALTO.

5.2.2. Vulnerabilidad

Las áreas urbanas del municipio que pueden llegar a tener pendientes considerables, existe infraestructura precaria como casas de lámina y adobe que son altamente vulnerables. Las carreteras y avenidas se ubican o atraviesan por fracturas y fallas activas donde el peligro es clasificado como medio, sin embargo, son vulnerables a sufrir daños materiales, por la actividad de las fallas y fracturas.

5.2.3. Riesgo

Se puede deducir que Riesgo ALTO como tal es dado para la planicie y los lomeríos. Es por esto que las zonas de mayor riesgo debido a la magnitud de los sismos y su ubicación son principalmente las áreas de planicie y de montaña donde las afectaciones serian principalmente a la infraestructura de vivienda y vías de comunicación debido a la vulnerabilidad de estas (Figura 36). De las colonias registradas, se encuentran 74 en zona de ALTO riesgo y solo 10 se encuentran en MEDIO (Cuadros 19 y 20).

Metodología

En el trabajo de campo se observaron los niveles propensos a sismicidad. En el SIG utilizamos una matriz de factores que pudieran acelerar la sismicidad. Por lo que con la ayuda de las capas de Litología, Geomorfología y Uso de suelo, a estas capas se pusieron valores para determinar las condiciones necesarias que un sismo necesite para acelerar o minimizar su movimiento. En el software Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster y se suman, los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz



Cuadro 19. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

RIESGO ALTO		RIESGO MEDIO	
2 DE MARZO	FRENTE POPULAR FRANCISCO VILLA LOS REYES LA PAZ	SAN ISIDRO	CARLOS HANK GONZALEZ
20 DE MAYO	GUADALUPANA	SAN JOSE LAS PALMAS	EL PINO
ADOLFO LOPEZ MATEOS	JALPA	SAN SEBASTIAN CHIMALPA	EMILIANO ZAPATA
AHUAZTLA	LA CERCA	SAN VICENTE	JORGE JIMENEZ CANTU
AMPLIACION EL ARENAL	LA CRUZ	SANTA CATARINA	LOMA ENCANTADA
AMPLIACION JIMENEZ CANTU	LAS ALAMEDAS	TECAMACHALCO	LOMAS DE ALTAVISTA
AMPLIACION LOS REYES	LAS CRUCES	TECHACHALTITLA	LOMAS DE SAN SEBASTIAN
AMPLIACION SAN SEBASTIAN	LAS ROSAS	TECONTLAPESCO	LOS REYES
AMPLIACION TECAMACHALCO	LOMA BONITA	TEMEXCO	MAGDALENA ATLICPAC
ANCON DE LOS REYES	LOMAS DE SAN ISIDRO	TEPAPACALCO	TEPOZANES
ATENCO	LOMAS DE SAN ISIDRO 1	TEPETATES	
BOSQUES DE LA MAGDALENA	MAGDALENA DE LOS REYES	TEQUESQUINAHUAC	
BUENOS AIRES	MAGISTERIAL	TEXIPIESCO	
COAXUSCO	MARIEL	TLAZALA	
COMUNAL SAN AGUSTIN	PALMAS II	TORRES I	
COPALERA	PASO DE MINAS	TORRES II	
CUCHILLA DEL ANCON	PORTEZUELOS	TORRES III	
CUCHILLA DEL PINO	PRIMAVERA	UNIDAD ANAHUAC	
DE LA PAZ	REFORMA	UPREZ	
EJIDOS DE SAN AGUSTIN 2DA. SECCION	RESIDENCIAL SAN SEBASTIAN	VALLE DE LOS PINOS	
EL SALADO	RICARDO FLORES MAGON	VALLE DE LOS REYES	
EX-HACIENDA SAN ISIDRO	RINCON DE LOS REYES	VILLA DE TEPOZANES	
FERROCARRILES	RIOS DE SAN ISIDRO	VILLA SAN AGUSTIN ATLAPULCO	
FLORESTA	SAN GREGORIO	VILLAS DEL SOL LA PAZ	
		VILLAS SAN ISIDRO	

Elaboración propia con base en información de INEGI

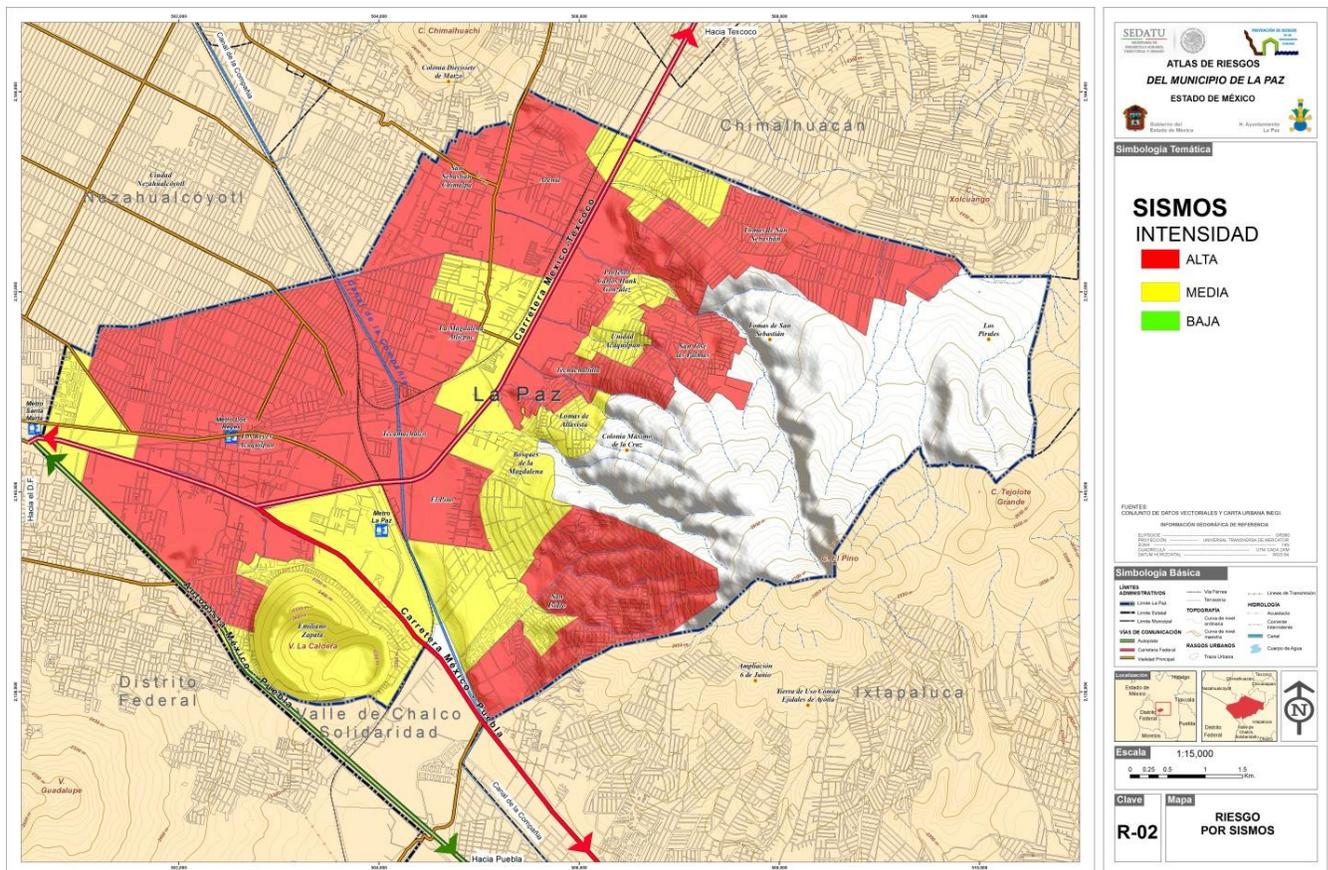


Cuadro 20. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km ²)	AGEB's	Población	Detalle
ALTA	19.46	58	194031	Asociada a planicies con suelos salinos y arcillosos
MEDIA	8.47	20	57804	Asociada a altas y medias pendientes con usos diversos

Elaboración propia con base en información de INEGI

Figura 36. Mapa de Riesgo por sismos.

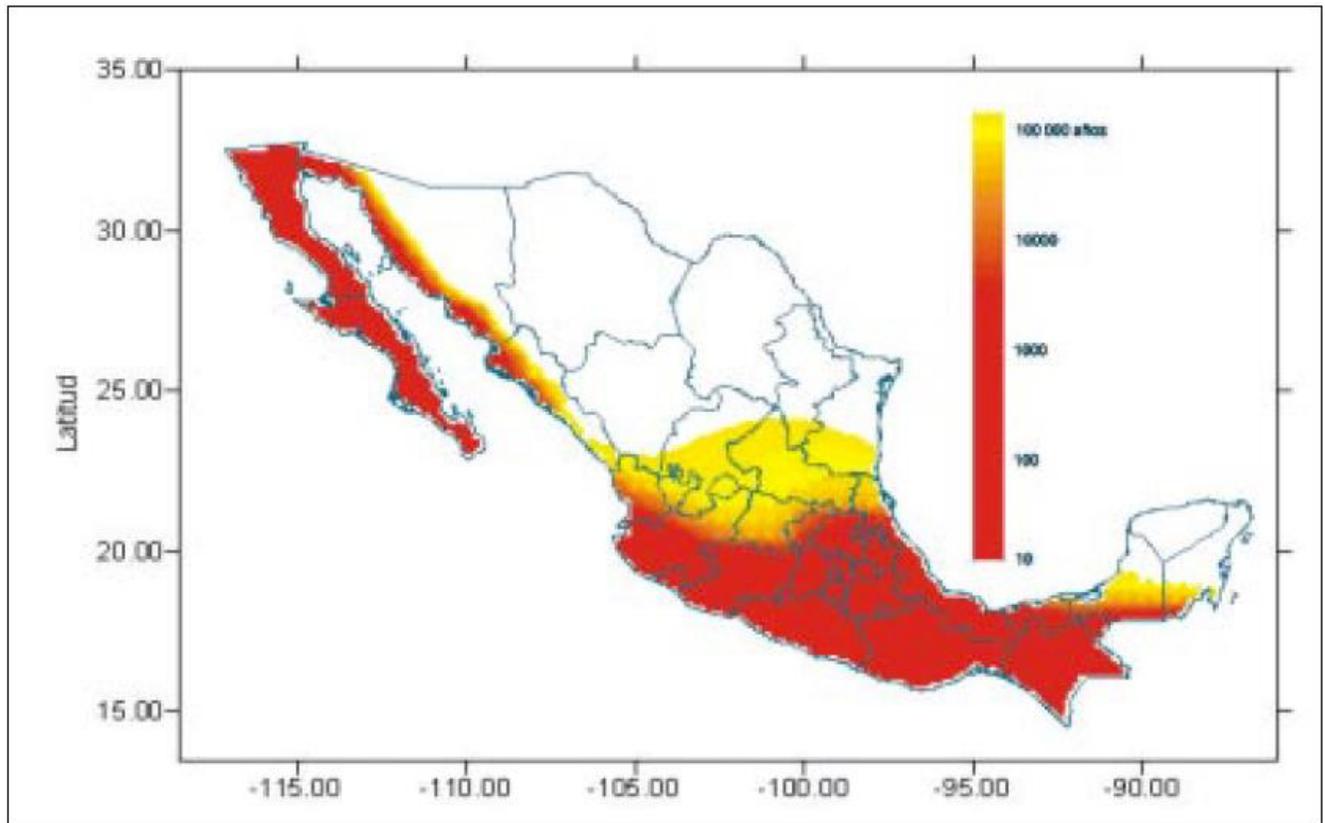


Elaboración propia con base en información de INEGI

Por último, es necesario mencionar que de manera cuantitativa el peligro por grandes sismos, se puede calcular por aceleraciones máximas del terreno. Para el caso de México CENAPRED (2001), realizó en base a observaciones que las aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (g), producen daños y efectos de consideración, sobre todo para los tipos constructivos que predominan en México. Por lo tanto, en la figura 24 se muestra el mapa de los periodos promedio con que pueden repetirse, en todo el país, el municipio de La Paz se encuentra en el rango de hasta 1,000 años por periodo de retorno.



Figura 37. Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores



Fuente CENAPRED 2001.

5.3. Tsunamis

El término japonés tsunami internacionalmente se usa para designar a la secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un sismo, derrumbes submarinos, erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Estas olas pueden arribar a las costas con gran altura y con efectos destructivos (CENAPRED, 2005).

La mayoría de los Tsunamis son generados por la actividad sísmica en el océano causado inicialmente por una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano (Figura 38), presentándose estos en gran mayoría en el Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino (CENAPRED, 2005).

En el transcurso del siglo veinte, éste ha sido el origen de aproximadamente el 94% de los 450 tsunamis ocurridos en el Océano Pacífico. Es por esto que existe el Sistema de Alarma de Tsunamis en el Pacífico (PTWS), conformado por 25 Estados Miembros participantes. Este sistema tiene por funciones monitorear las estaciones sismológicas y de nivel del mar a través de la cuenca



del Pacífico para evaluar los sismos potencialmente generadores de tsunamis y diseminar la información sobre alertas y alarmas del mencionado fenómeno. El Centro de Alarma de Tsunami del Pacífico (PTWC) es el centro operativo del TWS. Ubicado en Honolulu, Hawaii, el PTWC proporciona información de alertas de tsunami a las autoridades nacionales en la cuenca del Pacífico. Existen algunos países que también operan Centros Regionales o Nacionales de Alarma de Tsunami (SHOAC, 2005).

Los tsunamis de energía inicial extraordinaria pueden atravesar distancias enormes del Océano Pacífico hasta costas muy alejadas; por ejemplo, los originados en aguas de Chile en mayo de 1960 y de Alaska en marzo de 1964, que arribaron a litorales de México y causaron daños menores. Por lo tanto toda la costa del Pacífico Mexicano está expuesto al arribo de estos maremotos de origen lejano (CENAPRED, 2005).

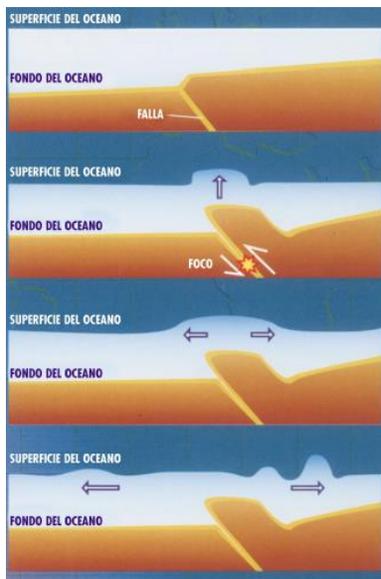


Figura 38. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.

Sin embargo, para México un riesgo aun mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. Por ejemplo, los ocurridos en: a) noviembre de 1925, que afectó Zihuatanejo, (Guerrero) con olas de 11 metros de altura; b) junio de 1932; invadió Cuyutlán (Colima), con olas de 10 metros de altura, que causaron cuantiosos daños y pérdidas de vidas; c) septiembre de 1985, Lázaro Cárdenas (Michoacán) e Ixtapa-Zihuatanejo (Guerrero), con olas de 3 metros de altura, y d) octubre de 1995, en varias poblaciones costeras de Colima y Jalisco, con olas de hasta 5 metros de altura que causaron algunos daños de consideración y una víctima. La costa occidental de México en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas está expuesta al arribo de estos tsunamis de origen local.

Particularmente el municipio de La Paz, NO puede ser afectado por este fenómeno debido a la distancia de las costas (Atlántico 230 km y Pacífico 290 km) (Figura 39), y al recorrer estas distancias tendría que sobrepasar las barreras montañosas que se encuentran hasta 4500 msnm, por lo que se considera el peligro como MUY BAJO O NULO (Figura 39).



Figura 39. Mapa de distancia a las costas de México.



Fuente: Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS. ESRI. 2014.



5.4. Inestabilidad de laderas

A nivel nacional, los peligros por procesos de inestabilidad de laderas o remoción en masa, constituyen una de las amenazas más comunes que impactan tanto a los asentamientos humanos, sin importar que sean en áreas rurales o urbanas, así como a su infraestructura socioeconómica como escuelas, empresas, mercados, vías de comunicación, parques, oficinas de gobierno, etc.

Dentro de las etapas de prevención y mitigación es indispensable el estudio del relieve, de la geología así como de la geomorfología del lugar, esto con la finalidad de determinar cuáles son las condiciones más propicias para que se presenten los procesos de remoción en masa, y así determinar la localización y distribución de las zonas más vulnerables. Pues son vitales para la generación de una caracterización del peligro de los procesos de remoción en masa que se pueden presentar en el municipio de La Paz, por lo que en el presente análisis se muestra una esencia potencial de que se presenten tales procesos.

La inestabilidad de laderas presenta cinco tipos de movimientos que pueden generar corrimientos de tierras en deslizamiento como: caída (fall), volcamiento (topple), deslizamiento (slide), deslizamiento extensivo (spread) y flujo (flow). Estos tipos de movimiento no necesariamente ocurren en forma independiente ya que en muchos eventos pueden encontrarse dos o más diferentes tipos ocurriendo sucesiva o simultáneamente (Figura 41).

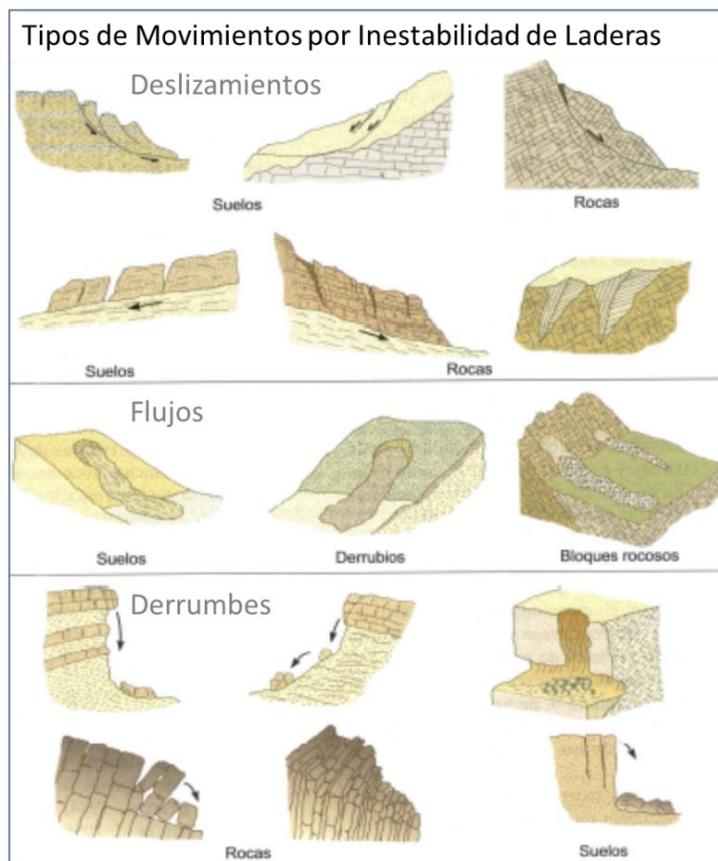




Figura 41. Ilustración de los tipos de inestabilidad de laderas.

Por lo tanto un deslizamiento existe cuando ocurre el movimiento de una masa de roca o suelo se desliza predominantemente a lo largo de una o varias superficies de ruptura o de una delgada zona de intensa deformación de material. Este movimiento no ocurre inicialmente en forma simultánea sobre lo que eventualmente será dicha superficie de ruptura sino más bien se inicia en forma local y luego se extiende en una o varias direcciones. Normalmente, los primeros signos para este tipo de movimiento son las fracturas o grietas en superficie en donde luego se podrá formar el escarpe del deslizamiento. Este tipo particular de movimiento está subdividido en dos categorías en función de las características de la superficie de ruptura: rotacionales y traslacionales.

En este caso, se presenta un mapa de susceptibilidad del terreno a procesos de remoción en masa, para el municipio de La Paz. La caracterización de dicho fenómeno, a partir de álgebra matricial (raster) con evaluación multicriterio, es una medida orientativa de los niveles de susceptibilidad potencial de los peligros de remoción en masa elaborada a partir de una tipología sustentada en el nivel de susceptibilidad litológica a dichos procesos, las condiciones dadas por las pendientes del terreno, la geología y la geomorfología, que contribuye de manera general a detectar las zonas con condiciones vulnerables más críticas.

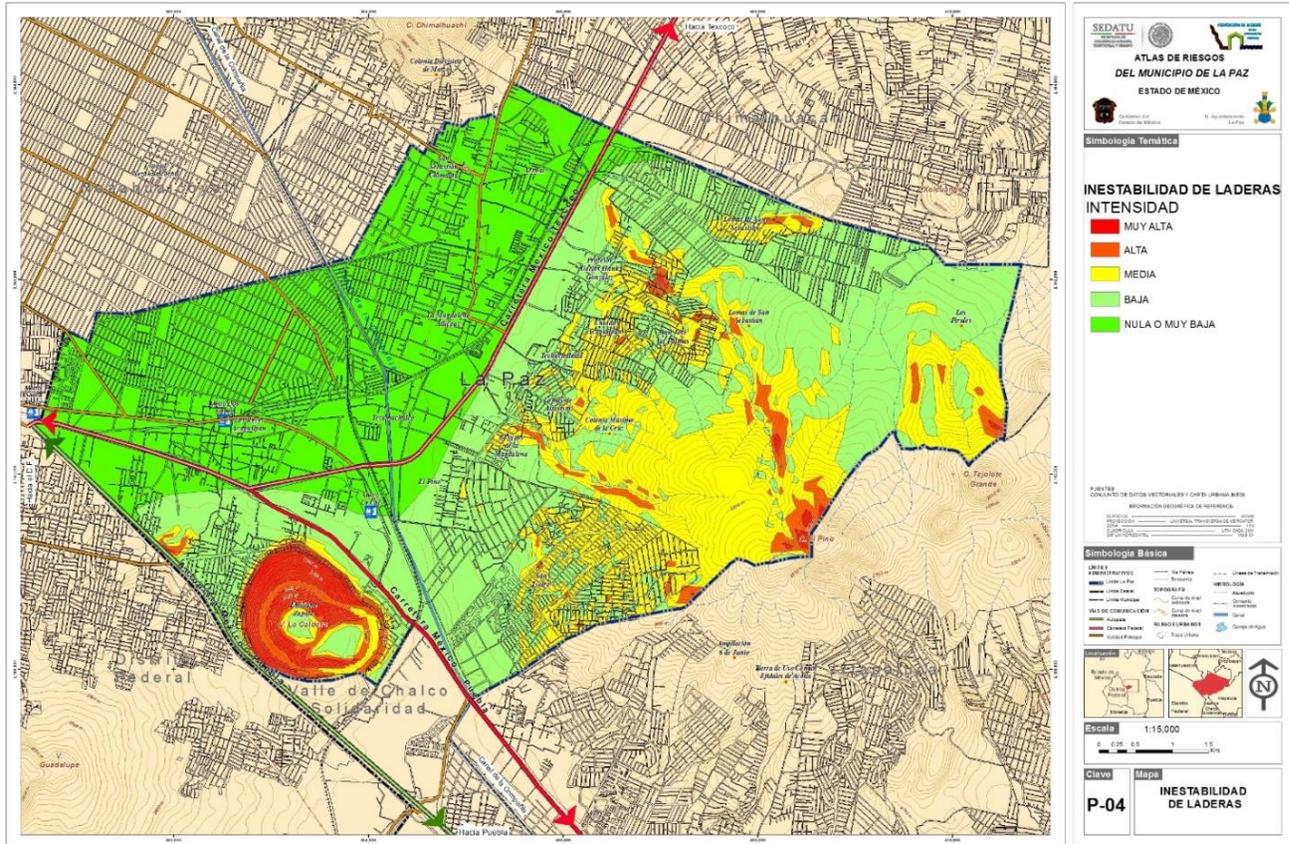
Los objetivos que persigue esta caracterización son:

1. Identificar las zonas donde los procesos en remoción en masa pueden desarrollarse con diferentes grados de intensidad.
2. Presentar una base orientativa sobre los niveles de susceptibilidad a que se presenten los procesos de remoción en masa en el municipio de La Paz.
3. Detectar de qué manera, los usos de suelo actuales, podrían acelerar la presencia de las dinámicas de los procesos de remoción en masa.

El mapa que resultó de unir las características físicas, dio como resultado 5 áreas definidas (Cuadro 21), los colores verdes nos indican niveles BAJOS pues no representan peligro a la sociedad, el color amarillo nos indica las áreas que es MEDIA la susceptibilidad de que ocurran los procesos de remoción en masa por ejemplo lomeríos y laderas bajas; en las áreas de color anaranjado la susceptibilidad es ALTA pues ya se encuentran en barrancas y lomeríos altos; y en las áreas rojas la susceptibilidad es MUY ALTA, aquí ya las pendientes sobrepasan los 35 grados de inclinación es el caso del Cerro El Pino y Volcán La Caldera.



Figura 42. Mapa de peligros por inestabilidad de laderas.



Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 21. Escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km ²)	Detalle
Muy Alta	0.9	Asociada a altas pendientes con uso forestal y actividad agrícola
Alta	1.10	Asociada a altas pendientes con uso forestal y actividad agrícola
Media	8.02	Asociada a pendientes medias con uso forestal o habitacional
Baja	14.04	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado
Muy Baja	12.85	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado

Metodología para inestabilidad de laderas incluye derrumbes

1. La inclinación de la pendiente. El valor designado como límite para el desarrollo de procesos de remoción fue 18° de inclinación en donde todo valor menor a éste, se



considera como un valor bajo, en cambio sí es mayor a 18° se toma como un valor en el que los procesos en remoción en masa pueden presentarse de forma frecuente.

- 2.
3. La geología, en este caso se le asignó un valor a cada una de las unidades litológicas, con respecto al tipo de consolidación de cada unidad litológica y su fábrica o estructura, es decir, qué tan propensas son las unidades litológicas para que ocurra un proceso de remoción en masa. La litología Ignea extrusiva se toma con un valor alto de que ocurran los procesos, en cuanto a lo aluvial se consideran estables, esto debido a que la unidad se asocia a áreas con baja pendiente.
- 4.
5. El aspecto morfológico que se consideró, fue el relieve negativo, es decir, los valles fluviales (ríos), ya que la corrientes superficiales tienden a erosionar e incrementar la pendiente del terreno y, por ello, la probabilidad de inestabilidad y ocurrencia de procesos de ladera; se utilizó el criterio de cercanía, la distancia a ríos en un rango de 100 metros donde: las distancias mayor a 100 metros presentan un valor bajo y menor a 100 metros se consideró con un valor de medio a alto (Cuadro 22).

Cuadro 22. Criterios de la metodología para los niveles de peligro para deslizamientos de ladera.

Factor /Nivel de Peligro	Muy Alto	Alto	Medio
Pendiente	De 35° a < 90°	18° a 35°	>12 a 18°
Litología	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva	Aluvial
Distancia a ríos	0 a 50 metros	50 a 100 metros	< 100 metros

Áreas de susceptibilidad muy baja

Las características físicas que se conjugan en estas áreas nos indican que son estables, sobre todo porque la pendiente es menor a los 18° de inclinación, pero en general es muy baja ya que corresponde a litología aluvial.

Áreas de susceptibilidad media

En estas áreas, la posibilidad de que ocurra un proceso de remoción en masa es media, la forma en las que se dieron las posibles combinaciones de los aspectos físicos es muy variada, ya que sólo se pueden presentar dos de las tres variables que se tomaron en cuenta. Pero las combinaciones que se puede dar son, la inclinación de la pendiente con la cercanía a los ríos ó el tipo de litología con la cercanía a los ríos.

En algunos casos se presenta una pendiente mayor a los 18° de inclinación y la cercanía a los ríos es menor a 100 metros, pero la litología es de Ignea extrusiva, los cual nos da como resultado una susceptibilidad media. Otra combinación posible que se presentó es que la pendiente es menor a 18° de inclinación, la litología Ignea extrusiva y la cercanía a los ríos es menor a los 100 metros.

Áreas de susceptibilidad muy alta



Las áreas que presentan una susceptibilidad muy alta para que ocurran los procesos de remoción en masa, es suficiente con que presenten la pendiente mayor a 18° de inclinación junto con la litología de Ignea extrusiva. En algunos casos se llegan a presentar las tres variables, como en algunas barrancas.

5.3.1 Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, una de las zonas de mayor inestabilidad, y por lo tanto de mayor peligro, es la parte sur del municipio. Así mismo, y de acuerdo con la geología y las pendientes (consideradas de alto peligro), se puede concluir que algunas zonas de montaña son propensas a deslizamientos de terreno. Los suelos que se presentan en la región considerada peligrosa son de gran espesor por lo tanto el mayor peligro lo constituyen deslizamientos (Figura 43).



Figura 43. Foto A ladera de la calle camino vecinal existen asentamientos con alto grado de peligro producto de deslizamientos de tierras, la población se asienta a escasos metros de la pared del volcán y está cayendo constantemente material. La foto B se observa que la construcción está sin cimientos fijos y probables bloques de pueden deslizar. Coordenadas UTM X 504027.40, Y 2138587.37, 1 de octubre de 2014.

5.4.1. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por remoción de masa se encuentran en las áreas de montaña, las localidades asentadas en las faldas volcán mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, como en Loma Encantada, San Gregorio, Santa Catarina, Emiliano Zapata, se detectan casas ubicadas en zonas de peligro con infraestructura precaria, construcciones de lámina de cartón y adobe.

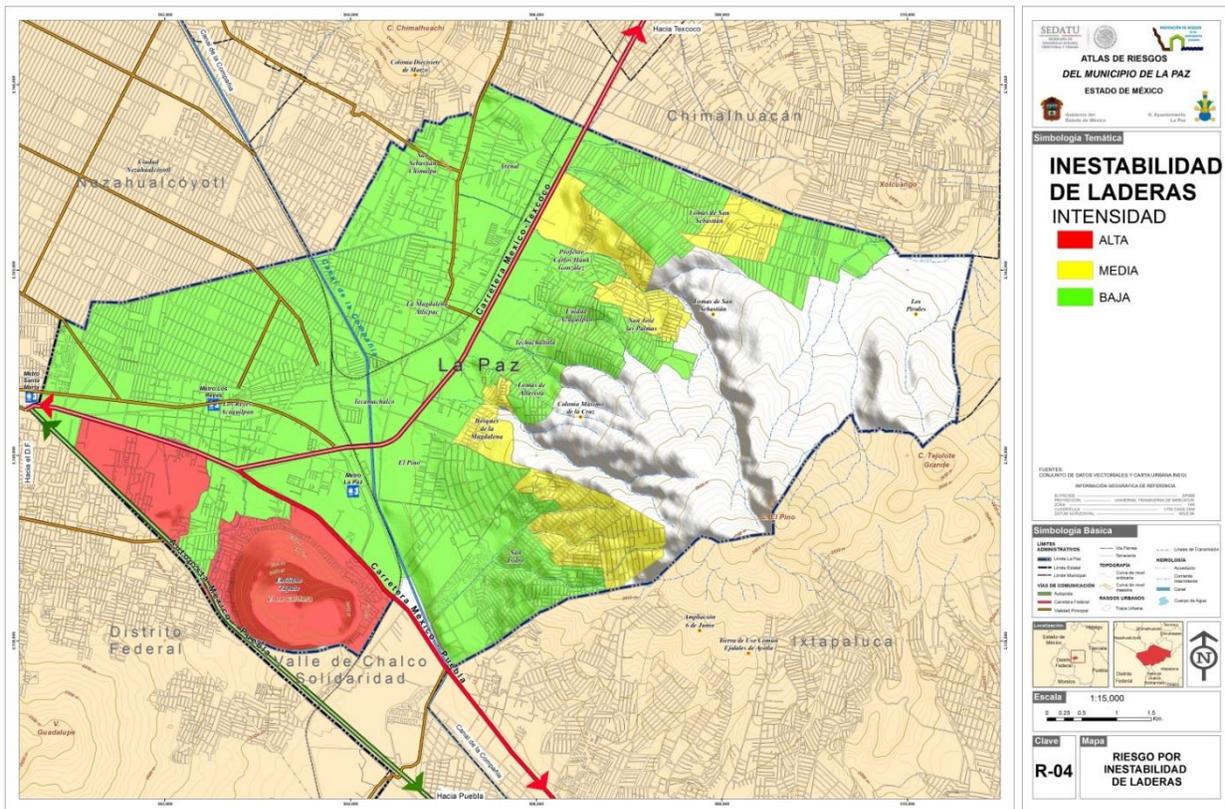
5.4.2. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de remoción de masa y las localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el riesgo ALTO se encuentran en las áreas habitables que se localizan en lomeríos y laderas altas, colonias como Ampliación Los Reyes, Los Reyes, Santa Catarina, Emiliano Zapata, Rincón de Los Reyes, y Villas del Sol La Paz del municipio (Cuadro 23). Así mismo, 9 colonias se ubican continuas y se caracterizan como riesgo MEDIO, el resto de las



colonias se encuentran sin riesgo (Figura 44). El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo debido a que existen pendientes mayores a 18 grados, aunado a los tipos de construcciones algunas precarias donde predomina lamina cartón. Por otro lado, el suelo urbanizado cercana a altas pendientes donde las construcciones de edificios que puede propiciar un incremento en la vibración y de cargas adicionales a un suelo en pleno proceso de pérdida de saturación, por lo que es posible que se acelere e intensifique la inestabilidad de la ladera, en el Cuadro 24. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio se mencionan el área propensa a este tipo de riesgo, así como los Ageb's y población que podría sufrir algún daño por este fenómeno. También existe inestabilidad de laderas, por la deforestación y por cortes del terreno (Figura 45).

Figura 44. Mapa de riesgo por inestabilidad de laderas.



Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 45. Foto A y B ladera de la calle Camino vecinal existen asentamientos y se puede observar material acarreado por la ladera y para detener los deslizamientos ponen costales para que no continúe cayendo material. Coordenadas UTM X 504027.40, Y 2138587.37, 1 de octubre de 2014.

Cuadro 23. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO
AMPLIACION LOS REYES	AMPLIACION JIMENEZ CANTU
EMILIANO ZAPATA	BOSQUES DE LA MAGDALENA
LOS REYES	CARLOS HANK GONZALEZ
RINCON DE LOS REYES	LOMAS DE SAN ISIDRO
SANTA CATARINA	LOMAS DE SAN ISIDRO 1
VILLAS DEL SOL LA PAZ	RESIDENCIAL SAN SEBASTIAN
	TEMEXCO
	TEPAPACALCO
	UPREZ

Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 24. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	3.37	6	19127	Asociada a altas pendientes con suelo deforestado y desnudo
Media	2.96	10	21224	Asociada a pendientes medias con suelo deforestado y desnudo
Baja	21.6	62	211484	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado

Elaboración propia con base en información de INEGI

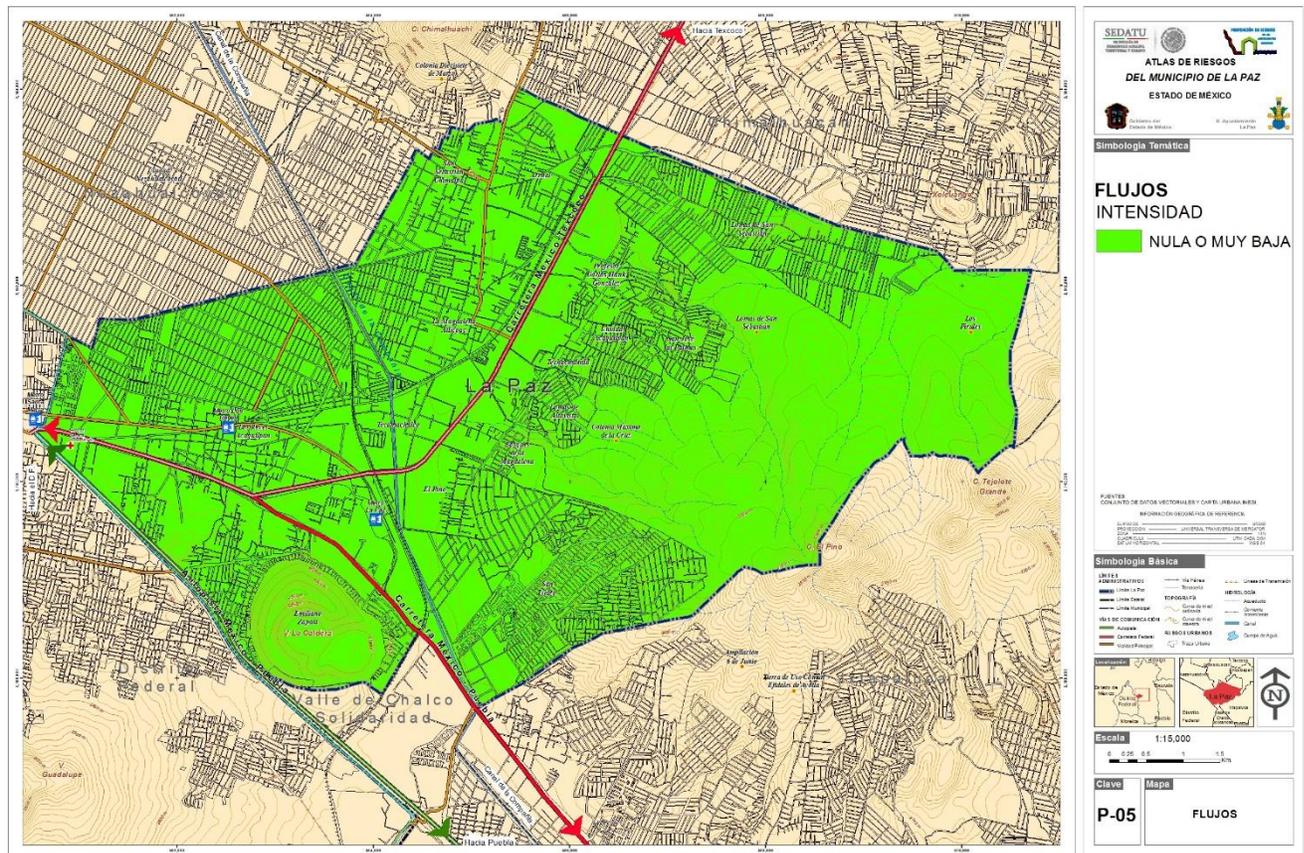


5.5. Flujos

Los flujos son los tipos más rápidos de corrimientos de tierra. Consiste en flujos con elevadas concentraciones de materiales detríticos que se mueven hacia los valles con velocidades que pueden alcanzar hasta 80 km/hora. El material acarreado tiene una granulometría variable que van desde grandes rocas hasta materiales en suspensión. Este fenómeno se incrementa debido a precipitaciones intensas que provocan mayor escorrentía por las pendientes esto determinado por la capacidad erosiva del terreno.

En el municipio de La Paz no se tienen indicios de este fenómeno y protección civil no reporta procesos de flujos, debido a que no existen amplias laderas que generen escorrentía significativa hacia el valle, por lo que se considera el peligro como MUY BAJO O NULO (Figura 46), y el 100% del territorio municipal está libre de este proceso.

Figura 46. Mapa de peligro por Flujos





Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.5.1. Peligro

Al no existir registros sobre Flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.

5.5.2. Vulnerabilidad

Al no existir registros sobre Flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.

5.5.3. Riesgo

Al no existir registros sobre Flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.



5.6. Caídos o Derrumbes

Los derrumbes pueden producirse en distintos ámbitos, en las zonas de montaña se presenta de forma frecuente a causa de factores producidos por las condiciones climáticas, siendo los más significativos aquellos relacionados con los procesos de erosión hídrica, ya que debido a la presión que ejerce el líquido en los poros y fisuras en el sustrato de suelo o roca, provoca la pérdida de estabilidad del terreno que al combinarse con pendientes que superen los 15 grados de inclinación, facilita que el material precipite por gravedad. El ser humano también ejerce cierta presión por la construcción de viviendas y extracción de materiales que dejan inestables las laderas.

En caso de presentarse derrumbes serían al sur en las áreas montañosas o con fuertes pendientes será un efecto directo de movimientos abruptos como sismos, fallas e inclusive de suelos. Los peligros de tipo MUY ALTO no involucran a ninguna población, sin embargo la zona de transición con el peligro ALTO ya se localizan viviendas donde las endientes son mayores a 18 o 10 grados (Figura 47). Los peligros de tipo MEDIO se desarrollan en los lomeríos y piedemontes de las laderas de montaña existen varias colonias y manzanas que representan peligro. El resto del municipio se encuentra dentro de las zonas con peligro BAJO y MUY BAJO que ocupan los valles y planicies y representan las áreas más estables del municipio en cuanto a derrumbes se refiere (Cuadro 25. Tabla).

Cuadro 25. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Muy Alta	0.01	Asociada a altas pendientes con uso forestal
Alta	0.5	Asociada a altas pendientes con uso forestal y actividad agrícola
Media	4.26	Asociada a pendientes medias con uso forestal o habitacional
Baja	2.72	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado
Muy Baja	29.39	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado



Figura 49 Vista del volcán La Caldera donde se ubican casas a mas de 25 grados de pendiente. Coordenadas UTM X 502724.51 Y 2138931.81. 1 de octubre de 2014



Figura 48 La Colonia Emiliano Zapata representa un alto potencial de derrumbes y caída de rocas, por las altas pendientes y el desprendimiento de material. Coordenadas UTM X 502703.62, Y 2138890.20. 1 de octubre de 2014

5.6.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por derrumbes se encuentran en partes altas, las localidades asentadas en las áreas de montaña mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, como en Loma Encantada y San Gregorio se detectan casas ubicadas en zonas de peligro su infraestructura es precaria con construcciones de lámina de cartón y maderas viejas como se muestra en la Figura 50.



Figura 50. Foto A Viviendas con alto grado de precariedad por lo que las calles más altas y cercanas al límite de la colonia Emiliano Zapata, representan mayor vulnerabilidad. Coordenadas UTM X 504058.17, Y 2138121.42, 1 de octubre de 2014. Foto B, La colonia Loma encantada y San Gregorio con alto nivel de vulnerabilidad. Coordenadas UTM X 504042.64, Y 2138557.72. 1 de octubre 2014



5.6.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de derrumbes y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de laderas de montaña. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo debido a que existen pendientes mayores a 18 grados sobre las laderas (Figura 51).



Figura 51. Foto A ladera de la calle Camino vecinal con alto grado de peligro producto de derrumbes, la población pone llantas y costales para que no continúe cayendo material, en la foto B se puede observar material acarreado por la ladera producto de derrumbes aguas abajo y foto C calles sin pavimentar con material suelto que puede ser acarreado y provocar derrumbes y caída de rocas.

Coordenadas UTM X 504079.17, Y 2138151.64, 1 de octubre de 2014.

5.7. Hundimientos

Una de las principales razones por las que ocurren los hundimientos en el terreno, se deben a varios factores de mecanismos que desencadenan este tipo de procesos que son tan variados, como por ejemplo: la extracción de agua del subsuelo, movimientos sísmicos, tectónicos, rellenos internos no compactados, minas antiguas, explotación de recursos en el subsuelo, o disolución de capas de rocas o salinas (natural o por construcción de embalses). Pueden ser “agujeros” de tamaños variables, desde pequeños (decenas de centímetros) hasta grandes (decenas de metros). Los hundimientos comúnmente provocan agrietamiento antes y después de su descenso en el terreno. Esto puede afectar considerablemente a construcciones o infraestructura diversa.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o ser inducidos por la actividad humana. En este sentido, pueden ser clasificados a partir de su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencias; o hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia al tener velocidades bajas de ocurrencia, no ocasiona víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobre todo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno que se deforma. Este proceso puede ocasionar la destrucción o daño en las vías de comunicación, invasión de aguas en zonas cercanas al mar, lagos o salinas, cambios en la pendiente que afecten a flujos de aguas en tuberías y alcantarillado, contaminación de aguas subterráneas, desestabilización o hundimiento de edificios y casas.

Por tal motivo, es necesario considerar varios aspectos que determinan las zonas de hundimientos o colapsos potenciales. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, fallas y fracturas, la



geología y las zonas de extracción de agua, fue posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de La Paz. La litología en donde se concentra este tipo de fenómenos es la del relleno aluvial del Cuaternario, perteneciente a las zonas de valles amplios, en este caso, cuencas sedimentarias con procesos de rellenos aluviales. Uno de los procesos para generar hundimientos más importantes es la extracción de agua para lo cual se realizó un mapa que corresponde a los pozos de extracción de agua de los pozos mediante una interpolación en m^3/s (Figura 52).

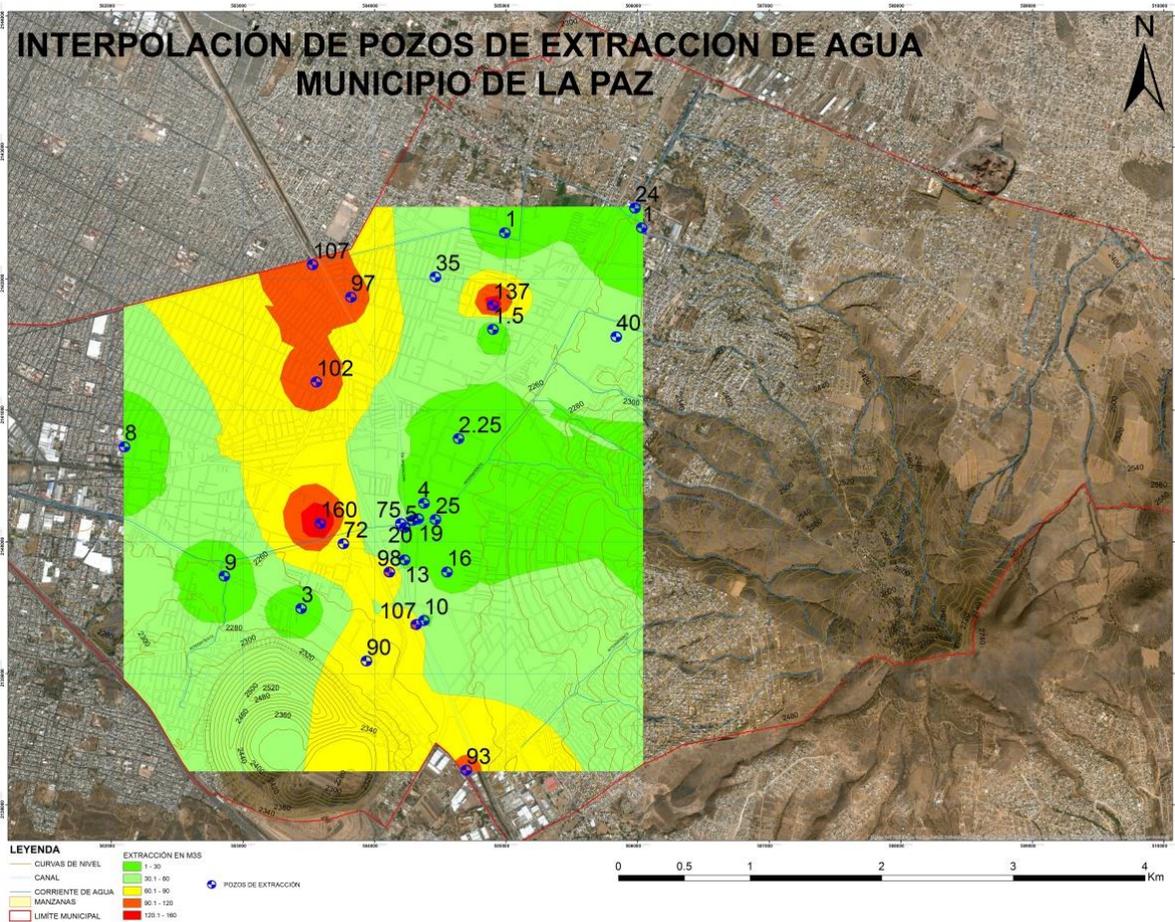


Figura 52. Pozos de extracción de agua e interpolación de valores de extracción en m^3/s , que van de 1 hasta 160 m^3/s en las zonas planas del interior del municipio.

En el municipio ocurren hundimientos en la zona cercana a la planicie lacustre de la Cuenca de México, y los rellenos aluviales, en los límites con el municipio de Nezahualcoyotl son considerados como MUY ALTOS y ALTOS tanto naturales (amplios fondos de valles) como antrópicos (lagos secos). Asimismo, la parte oriente en el área de la Barranca del Muerto al ser rellena por desperdicios o cascajo es muy susceptible a hundirse. Cabe señalar que los hundimientos al verse relacionados con la generación de un espacio vacío al interior del subsuelo, no ocurren de manera



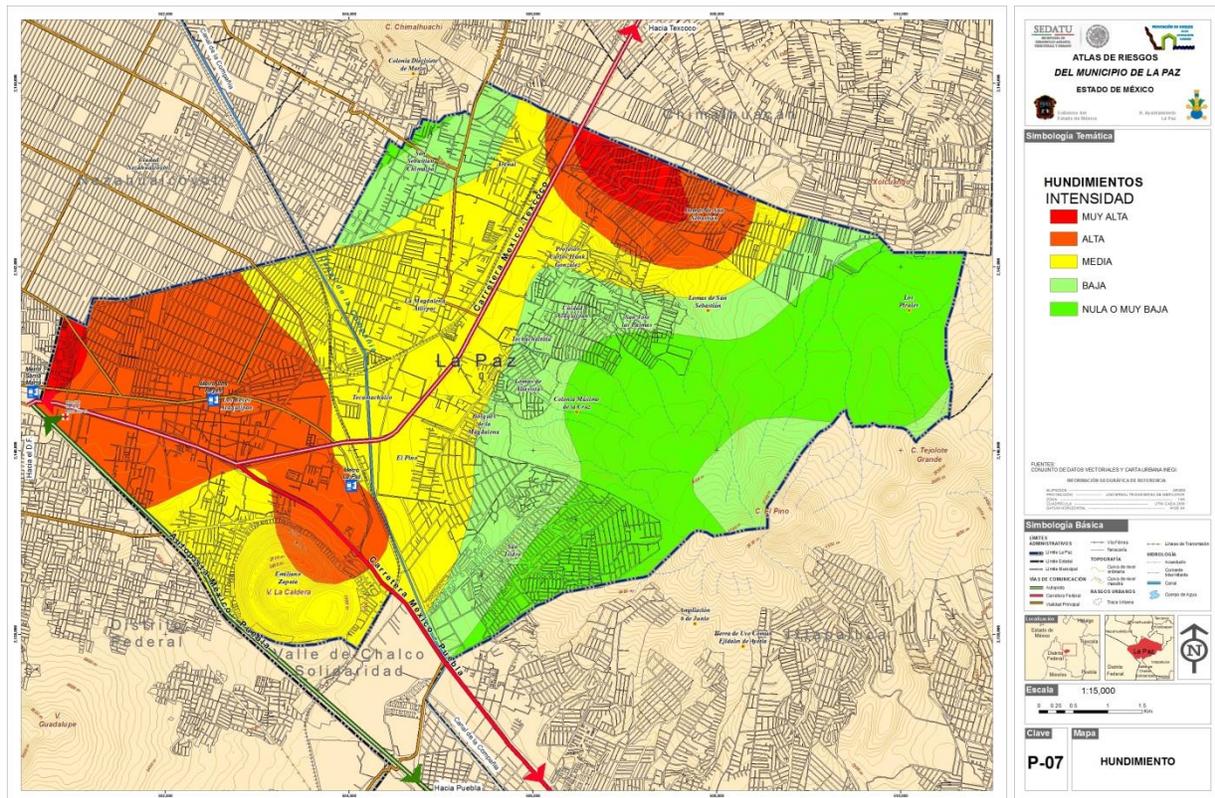
Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



natural en el municipio, debido a que se asocian a rocas sedimentarias que no afloran en él. Por lo que este tipo de fenómeno se asocia a la extracción de agua de manera antrópica, por medio de pozos de extracción como se muestra en la Figura 53. Y como el colapso se desencadena por el movimiento y/o el incremento de peso superficial. Las áreas de MEDIA A MUY BAJA están en áreas de laderas y montañas (Cuadro 26. Tabla).

Figura 53. Mapa de peligro por Hundimientos



Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 26. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Muy Alta	1.0	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua y suelo relleno de cascajo
Alta	8.14	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua y suelo relleno de cascajo
Media	11.9	Asociada a pendientes bajas con uso habitacional
Baja	7.33	Asociada geología cuaternaria y suelo estable
Muy Baja	8.48	Asociada geología cuaternaria y suelo estable



5.7.1. Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, las áreas de mayor inestabilidad para hundirse del municipio de La Paz son las planicies las que representan mayor peligro. Esto de acuerdo el suelo lacustre y la extracción de agua del subsuelo afecta seriamente el terreno (Figura 54), asimismo las áreas que son rellenadas por material de desecho o cascajo como La Barranca del Muerto.



Figura 54. Fotos A a D La Barranca del Muerto al oriente del municipio se encuentran siendo rellenada con material de cascajo y basura esto representa un alto grado de peligro producto de hundimientos de tierras, una vez que se encuentra completamente rellena la población se asienta sobre los escombros, por lo que las construcciones están sin cimientos fijos. Coordenadas Fotos A y B UTM X 506802.92, Y 2143329.87, Coordenadas Fotos C y D UTM X 506962.32, Y 2143328.49 1 de octubre de 2014.

5.7.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por hundimientos se encuentran en partes planas, las localidades asentadas en esta planicies mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, debido aunque las casas habitación sean de material de concreto sino tienen cimientos que resistan el movimiento brusco se convierten en vulnerables detectan casas ubicadas en zonas de peligro.



5.7.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de hundimientos y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de la planicie lacustre y las áreas rellenadas por cascajo. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo y la ilustración de una imagen de satélite (Figura 55).



Figura 55. Fotos A y B Av. Barranca del Muerto en los límites del municipio está siendo rellenada con material de desperdicio (cascajo) generando suelo inestable y al asentarse la infraestructura genera hundimientos.

Se puede deducir que Riesgo ALTO para la planicie y barrancas que están siendo rellenado por cascajo y basura (figura 50). De las colonias registradas, se encuentran 9 en zona de ALTO riesgo, 14 se encuentran en MEDIO y el resto es BAJO (Cuadro 27). En el Cuadro 27 se mencionan el área propensa a este tipo de riesgo, así como los Ageb's y población que podría sufrir algún daño por este fenómeno.

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.



Cuadro 27. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO
AMPLIACION JIMENEZ CANTU	20 DE MAYO
FLORESTA	AMPLIACION EL ARENAL
JORGE JIMENEZ CANTU	AMPLIACION TECAMACHALCO
LOMAS DE SAN SEBASTIAN	ANCON DE LOS REYES
LOS REYES	CARLOS HANK GONZALEZ
RESIDENCIAL SAN SEBASTIAN	COAXUSCO
TEMEXCO	EL PINO
TEPAPACALCO	EL SALADO
VALLE DE LOS REYES	EMILIANO ZAPATA
	LOMA ENCANTADA
	LOMAS DE SAN ISIDRO
	LOS REYES
	RINCON DE LOS REYES
	TEPOZANES

Elaboración propia con base en información de INEGI

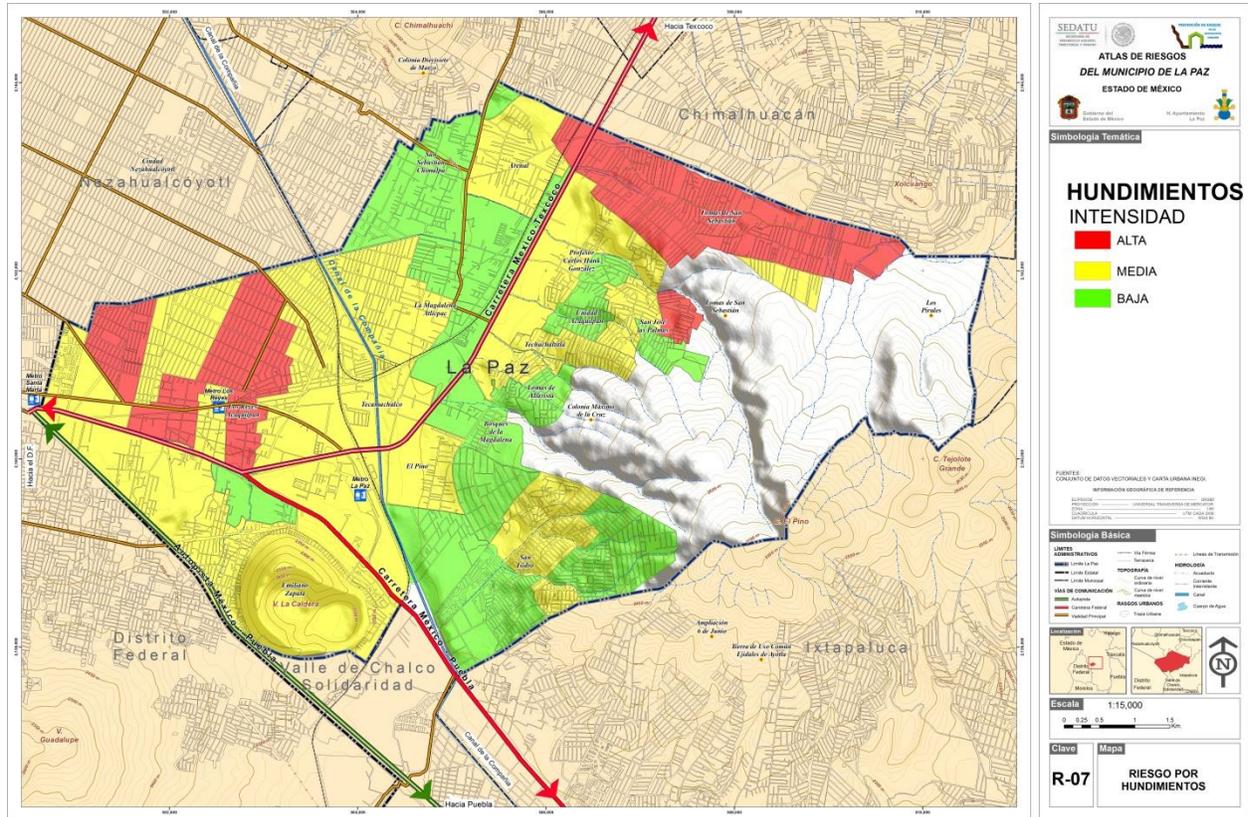
Cuadro 28. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	4.85	17	52414	Asociada a áreas planas con extracción intensificada de agua y suelo de relleno
Media	14.92	39	132294	Asociada a Litología aluvial con uso habitacional
Baja	8.15	22	67127	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 56. Mapa de riesgo por Hundimientos



Elaboración propia con base en información de INEGI

Zonificación Geotécnica del oriente del Distrito Federal y Estado de México

La geotécnica es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil. Se investiga el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc. (Wikipedia 2015).

El gobierno del Distrito Federal (GDF 2004a), da una descripción de las tres zonas identificadas, y un mapa de zonificación geotécnica en donde se muestran las zonas I, II y III (Figura 57).

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona es frecuente la presencia de oquedades en rocas, cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados; El municipio de La Paz abarca áreas de lomeríos en esta zona.

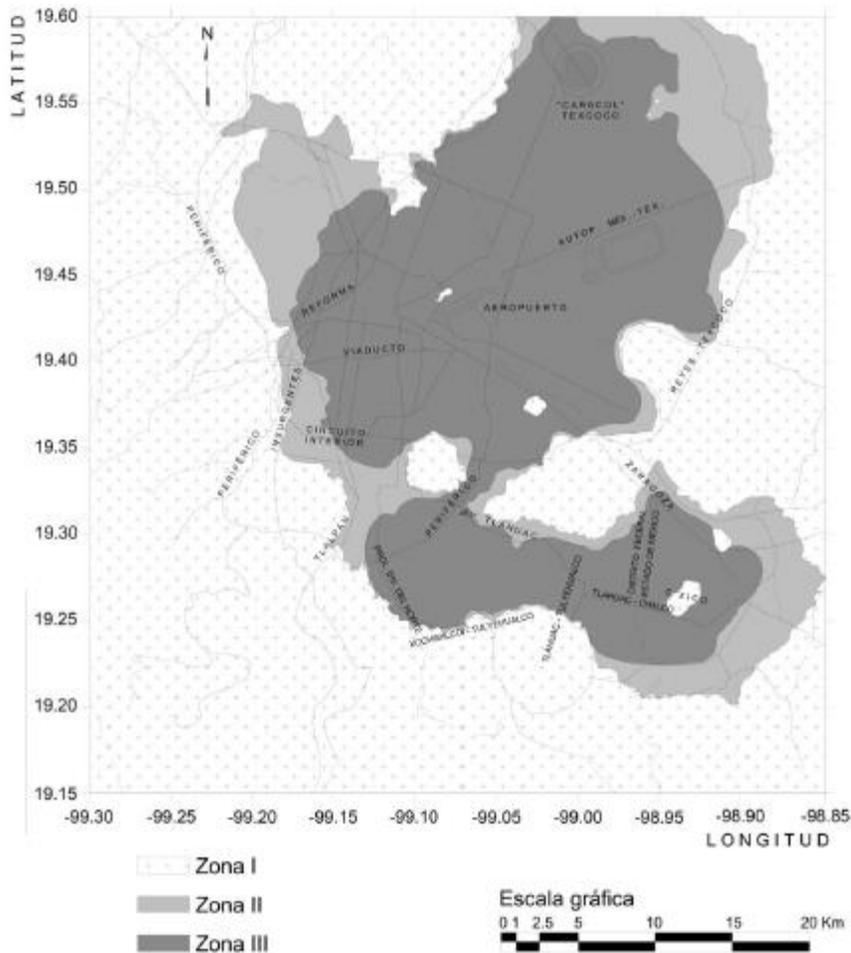
Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20m de profundidad, o menos, u que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con



capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros; y

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m. El municipio de La Paz se encuentra mayormente en esta zona por lo que es sujeta a hundimientos.

Figura 57. Mapa de zonificación geotécnica del DF.



Fuente: GDF 2004a



5.8. Subsistencia

La subsidencia del terreno es un fenómeno natural que implica el asentamiento de la superficie en un área extensa debido a varios factores, el cual afecta a amplias zonas del territorio causando importantes daños económicos. Los factores causantes pueden ser la disolución de materiales profundos, construcción de obras subterráneas o de galerías mineras, la erosión del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactación de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tectónica. Todas estas causas se manifiestan en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios metros durante periodos que varían desde minutos hasta años (Tomas, et al. 2009).

Tipos de subsidencia

La subsidencia del terreno es únicamente la manifestación en superficie de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación. Esta puede ser de dos tipos según su origen: endógena y exógena, así como por los mecanismos que la desencadena (Prokopovich, 1979; Scott, 1979; en Tomas, et al., 2009). La subsidencia de tipo endógena está ligada a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc. Mientras que la de tipo exógena se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos (Tomas, et al., 2009).

En cuanto a los mecanismos que la desencadenan se tienen las actividades de extracción de mineral en galerías subterráneas, la construcción de túneles, la extracción de fluidos de agua, petróleo o gas, acumulados en reservorios subterráneos (Figura 58), el descenso de nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua, los procesos morfotectónicos y de sedimentación o los procesos de consolidación de suelos blandos u orgánicos, son algunas de las causas de los procesos de subsidencia (González Vallejo et al., 2002; en Tomas, et al., 2009).

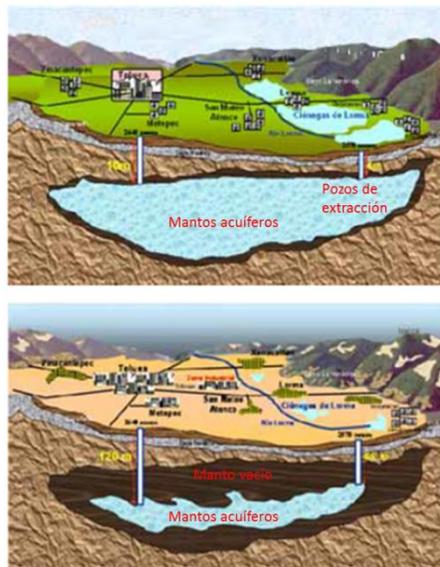


Figura 58. Ejemplo de la extracción de pozos de agua del subsuelo y su afectación con los mantos freáticos que producen fenómenos como subducción o hundimientos.



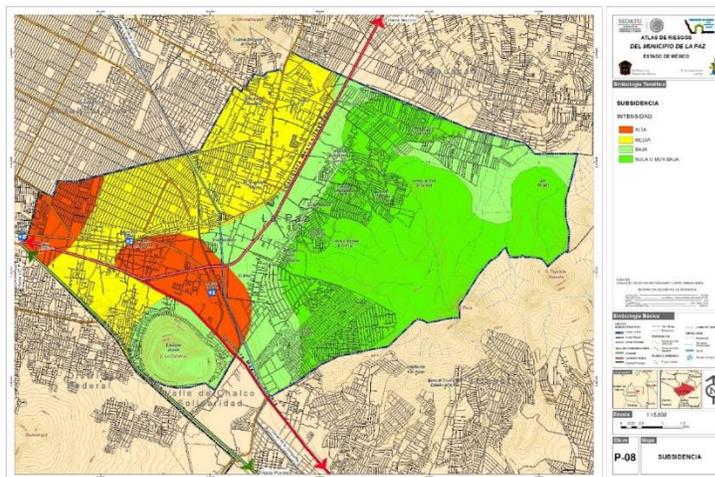
Actualmente, gran parte de la ciudad de México se asienta sobre los restos lacustres. Estos restos están formados por niveles arcillosos con un alto contenido de agua (humedad media del 400%), cuyo espesor varía entre 30 y 70 m con una alta deformabilidad. A lo largo de la historia de México, el hundimiento de los pesados edificios se debe a la consolidación natural de las arcillas. Aunado a este fenómeno está la extracción de agua por bombeo el cual tiene dos características principales: 1) está constituido por materiales permeables como arenas limos arenosos o gravas, y 2) está confinado por arcillas de baja permeabilidad. Así que al disminuir la presión del agua que se encuentra en los poros de los materiales arcillosos, donde dependiendo de su espesor y permeabilidad provoca un cambio súbito en la presión de agua del manto freático (Figura 59). A esta alteración se establece un flujo descendente de agua desde la arcilla hasta el acuífero. Cuando las arcillas están saturadas como ocurre en la ciudad de México el volumen de agua que expulsan es proporcional a la subsidencia que se observa en la superficie. De ahí ocurre la compresión y por ello el bombeo equivale a sobrecargar el suelo como respuesta a la disminución de la presión del poro. Así mismo, Este fenómeno constituye un serio problema para las construcciones; debido que hace necesario realizar frecuentes reconstrucciones y modificaciones (Tomas, et al., 2009). La extracción de agua subterránea se inició en 1847 (Tomas, et al., 2009), con pozos de tipo artesanos y con gastos de 1.5 m³/s y fue una solución efectiva para el abastecimiento de agua. Esta actividad se intensificó en la décadas de 1940 y ya causaba hundimientos hasta de 50 cm al año, lo que provocó daños a edificios coloniales e infraestructura urbana. INFO de pozos.

Para el municipio de La Paz, se encontraron indicativos sobre el terreno de subsidencia, que fueron considerados desde MUY ALTOS Y ALTOS (Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.) Cerca de las áreas de fallas y pozos de extracción de agua, y de MEDIO a MUY BAJO o NULO las áreas de laderas de montañas y algunas lacustres como se muestra en la Figura 60.

Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km ²)	Detalle
Alta	4.06	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua
Media	9.64	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua
Baja	9.47	Asociada geología cuaternaria y suelo estable
Muy Baja	13.76	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Figura 59. Mapa de peligro por Subsidencia



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.8.1. Peligro

En las áreas de planicie se observa cómo el piso presenta deformaciones en variadas formas debido al hundimiento de las construcciones, esto genera inestabilidad en las viviendas y la red carretera, en la Figura 60 y Figura 61, se ejemplifica el movimiento del terreno en áreas con fallas activas como sucede Av. Siervo de la Nación en los límites con el Distrito Federal donde las fallas han representado un nivel de subsidencia ALTO.



Figura 60. Foto A y B, Av. Siervo de la Nación en los límites con el Distrito Federal zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno, rompe el asfalto e infraestructura. Coordenadas Fotos A y B UTM X 500870.48, Y 2141374.16, 1 de octubre de 2014.

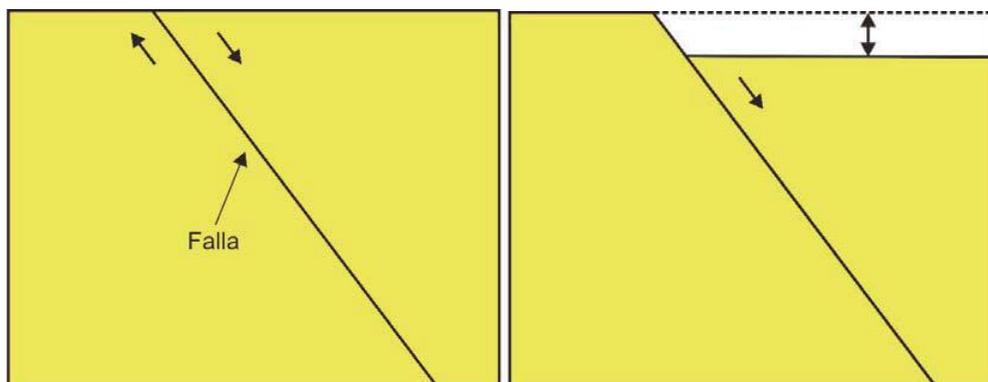


Figura 61. Ejemplificación de subsidencia en zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno y la estructuras (casas, calles, puentes, etc) en los límites se agrietan.



5.8.2. Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad debido al alto índice de marginación en el municipio es que la subsidencia se presenta sobre todo en el área de fallas y de extracción de los pozos de agua; por lo tanto, las construcciones nuevas si son corregidas a tiempo pueden disminuir la vulnerabilidad de sus viviendas e infraestructura.

Según Tomas et. al (2009) la subsidencia se acentuó nuevamente desde mediados del siglo XX, cuando las necesidades de agua potable de la ciudad de México llevaron a la explotación cada vez más intensa de los acuíferos de la cuenca, con el consiguiente drenaje del agua desde los estratos de suelo blando y su consolidación que es el origen del hundimiento del terreno (Figura 62).

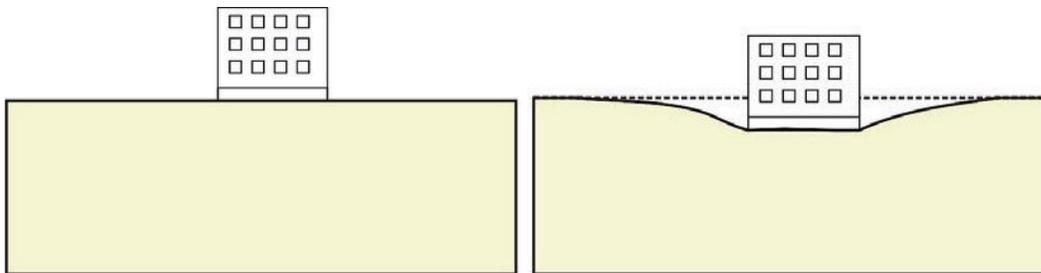


Figura 62. Ejemplificación de edificios colapsados en áreas de subsidencia, debido al peso del edificio y la compactación de las arcillas del suelo se genera el asentamiento e inestabilidad de las construcciones.

5.8.3. Riesgo

Para dar una visión clara de la magnitud que puede alcanzar la subsidencia el ejemplo más claro es el nivel del terreno en la plaza central de la ciudad (el Zócalo) que desciende cerca de 7.5 m desde inicios del siglo XX hasta la actualidad; la subsidencia actual varía en la cuenca de México, pero se establece que alrededor de 8 cm/año es el promedio, sin que haya señales de que vaya a reducirse en el futuro. Los efectos de esta subsidencia han sido particularmente graves para el sistema de drenaje y los edificios pesados. La única forma de resolver el problema es logrando un equilibrio entre la cantidad de agua que se extrae de los acuíferos y la que se recarga en los mismos por la filtración de agua de lluvia o por la inyección de agua tratada (Figura 63) y con infraestructura de cimentación de pilotes profunda.



Figura 63. Foto A y B Av. Siervo de la Nación en los límites con el Distrito Federal, áreas de riesgo por inestabilidad en el terreno y provoca daños a las infraestructura, como se observa en las fotos, depresiones y levantamiento de banquetas. Coordenadas Fotos A y B UTM X 500870.48, Y 2141374.16, Coordenadas 1 de octubre de 2014.

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.

Se puede deducir que Riesgo ALTO para la planicie donde se encuentran los pozos de extracción de agua y tienen mayor extracción (Figura 64). De las colonias registradas, se encuentran 3 en zona de ALTO riesgo, 20 se encuentran en MEDIO y el resto es BAJO (Cuadro 30), asimismo, en el Cuadro 31 se enumeran las áreas que tienen en km² los ageb's y la población en riesgo.



Cuadro 30. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO
FLORESTA	20 DE MAYO
LOS REYES	AMPLIACION EL ARENAL
VALLE DE LOS REYES	AMPLIACION LOS REYES
	AMPLIACION SAN SEBASTIAN
	AMPLIACION TECAMACHALCO
	ANCON DE LOS REYES
	ATENCO
	COAXUSCO
	EL SALADO
	EMILIANO ZAPATA
	LAS ALAMEDAS
	LOMAS DE SAN ISIDRO 1
	LOS REYES
	MAGDALENA ATLICPAC
	MAGDALENA DE LOS REYES
	RESIDENCIAL SAN SEBASTIAN
	RINCON DE LOS REYES
	UNIDAD ANAHUAC
	VALLE DE LOS REYES
	VILLA SAN AGUSTIN ATLAPULCO

Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 31. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB´s	Población	Detalle
Alta	1.45	6	22054	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua
Media	12.66	31	124103	Asociada a Litología aluvial con uso habitacional
Baja	13.81	41	105678	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI



Este aspecto se intensifica en la zona de transición debido a que existe mayor interacción entre materiales de diferente rigidez y deformabilidad.

Las grietas en suelo arcillosos del Valle de México es un fenómeno que se aceleró en las últimas décadas y está ligado al hundimiento y subducción a consecuencia del bombeo de agua y los sistemas de fallas y fracturas que aumentan la importancia de los agrietamientos. Se presentan en las zonas de transición abrupta, con secuelas de daños a las construcciones e instalaciones urbanas, constituye un grave factor de riesgo.

Las grietas pueden clasificarse por las siguientes características (Hinojosa, M.J. 2010):

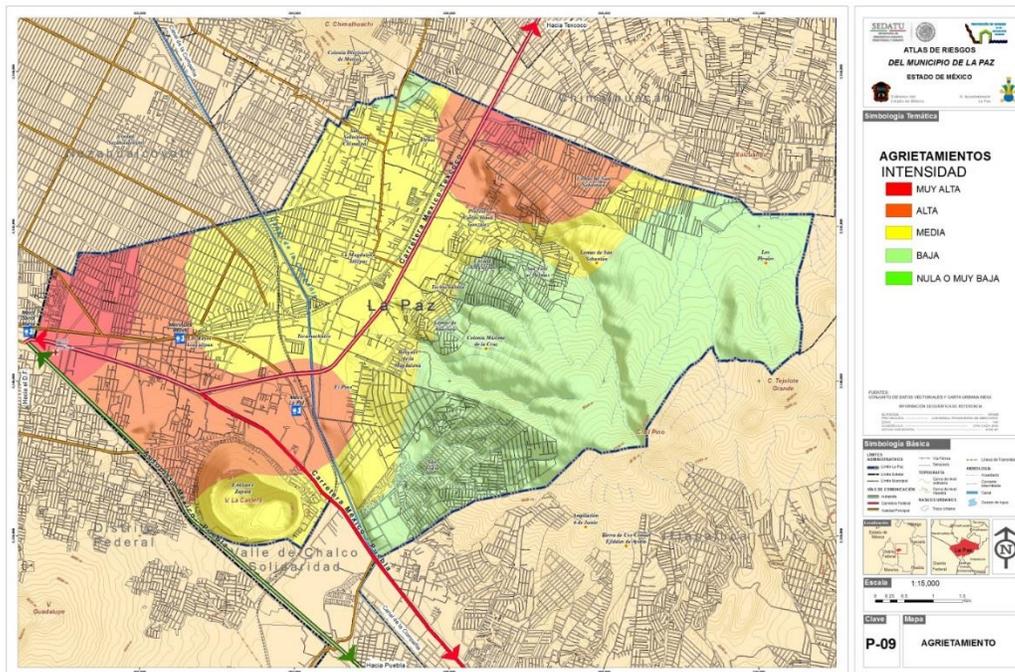
Tipo 1. Grietas correspondientes a hundimientos diferenciales en las zonas de transición abrupta entre materiales firmes y blandos. Se caracterizan por presentar escalones.

Tipo 2. Grietas en suelos blandos de áreas lacustres atribuibles a fracturamiento hidráulico.

Tipo 3. Grietas atribuibles a la heterogeneidad del subsuelo, (fracturas superficiales, emersión de estructuras geológicas. Etc).

Por lo tanto, en la figura 58 se presenta el mapa en donde se pueden localizar las zonas con mayor probabilidad de presentar grietas. Para su elaboración se consideraron las fallas y fracturas geológicas, uso de suelo así como las áreas susceptibles a hundimientos y subsidencia. El mapa de áreas susceptibles a presentar agrietamientos se presenta en tres niveles: ALTO en las áreas de la planicie lacustre y la barranca del muerto, MEDIO y BAJO en las zonas de piedemontes y planicies (Cuadro 32. Tabla). En el mismo sentido se recomienda el análisis de grietas, ya que estas son antecesoras de otro tipo de fenómenos como los procesos de remoción en masa y hundimientos.

Figura 65. Mapa de peligro por Agrietamientos



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI



Cuadro 32. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Muy Alta	2.06	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Alta	7.99	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Media	13.03	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Baja	13.05	Asociada geología cuaternaria y suelo estable
Muy Baja	0.5	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

5.9.1. Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, las áreas de mayor inestabilidad de agrietamientos del municipio de La Paz coinciden con las áreas de hundimientos y subsidencia en las planicies las que representan mayor peligro. Esto de acuerdo el suelo lacustre y la extracción de agua del subsuelo afecta seriamente el terreno (Figura 66)



Figura 66. Foto A, Av. Siervo de la Nación en los límites con el distrito Federal se localizan varios sistemas de fallas activas con alto grado de peligro producto de los movimientos que generan grietas en la infraestructura como en las paredes y banquetas según se muestra, UTM X 500736.71, Y 2140877.88. Fotos B Calle helechos se presentan aberturas entre las casas producto del agrietamiento del suelo Coordenadas UTM X 501194.68, Y 2141313.65 1 de octubre de 2014.

5.9.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por agrietamientos se encuentran en partes planas, las localidades asentadas en esta planicies mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, debido aunque las casas habitación sean de material de concreto sino tienen cimientos que resistan el movimiento brusco se convierten en vulnerables.

5.9.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de agrietamientos y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de la planicie lacustre (Figura 67), sobre las áreas donde se ubican los pozos de extracción de agua.



Figura 67. Foto A, Av. Siervo de la Nación en los límites con el distrito Federal se localizan varios sistemas de fallas activas con alto grado de peligro producto de los movimientos por sismos, se aprecia la avenida con fallas que hacen resaltar grietas, Coordenadas UTM X 500813.89, Y 2141164.81. 1 de octubre de 2014.

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.

Se puede deducir que Riesgo ALTO para la planicie donde se encuentran los pozos de extracción de agua y tienen mayor extracción (Figura 68). De las colonias registradas, se encuentran 10 en zona de



ALTO riesgo, 29 se encuentran en MEDIO y el resto es BAJO (Cuadro 33). Asimismo, en el Cuadro 34 se enumeran las áreas que tienen en km² los agéb's y la población en riesgo

Cuadro 33. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	
AMPLIACION JIMENEZ CANTU	20 DE MAYO	LOMAS DE SAN ISIDRO
CARLOS HANK GONZALEZ	AHUAZTLA	LOMAS DE SAN ISIDRO 1
EMILIANO ZAPATA	AMPLIACION EL ARENAL	LOS REYES
FLORESTA	AMPLIACION LOS REYES	MAGDALENA ATLICPAC
LOMAS DE SAN SEBASTIAN	ANCON DE LOS REYES	MARIEL
LOS REYES	COPALERA	RIOS DE SAN ISIDRO
RESIDENCIAL SAN SEBASTIAN	CUCHILLA DEL PINO	SAN GREGORIO
TEPOZANES	DE LA PAZ	SAN ISIDRO
VALLE DE LOS PINOS	EL PINO	SAN JOSE LAS PALMAS
VALLE DE LOS REYES	EL SALADO	SAN SEBASTIAN CHIMALPA
	EMILIANO ZAPATA	SANTA CATARINA
	JORGE JIMENEZ CANTU	TECAMACHALCO
	LA CRUZ	TECHACHALTITLA
	LOMA ENCANTADA	UNIDAD ANAHUAC
		VILLA SAN AGUSTIN ATLAPULCO

Elaboración propia con base en información de INEGI

Cuadro 34. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km ²)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	4.48	15	44570	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Media	18.38	50	160581	Asociada a áreas planas y áreas de subsidencia y hundimientos
Baja	5.05	13	46684	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI



Es por esto que resulta obvio que el acontecimiento de cualquier fenómeno natural que ocurra en el sistema atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, genera una probabilidad de afectación en las actividades humanas.

Según los estudios de estas áreas, tanto en el plano práctico como en el teórico, existe una relación no definida entre degradación ambiental urbana y la vulnerabilidad de las ciudades o poblaciones a fenómenos naturales. En 1992, el Banco Mundial organizó una conferencia sobre Manejo Ambiental y Vulnerabilidad Urbana. Las conclusiones de la conferencia indican que se necesita un marco integral que facilite el análisis de la vulnerabilidad urbana, para así poder tomar medidas preventivas.

Básicamente podemos decir que la vulnerabilidad es la variable de los componentes para evaluar el riesgo por fenómenos naturales, sin embargo, de acuerdo con Lugo e Inbar (2002), la vulnerabilidad “es un concepto que hace referencia a los aspectos de la infraestructura humana, conocer si el espacio está preparado para combatir el peligro”. La vulnerabilidad depende de la preparación y de la capacidad de defensa que tenga la población para hacer frente a una condición adversa natural y/o social.

Puesto que la actividad humana es precisamente la principal causante de la degradación ambiental, se puede prevenir y establecer medidas necesarias. La posibilidad de sustentar las estructuras sociales y económicas depende de la disponibilidad de recursos naturales. Sin embargo, es precisamente en nombre de sostener a la sociedad y promover el desarrollo que la actividad humana se convierte en una fuente principal de degradación ambiental (Augusta, 1996).

Los fenómenos naturales pasan a ser amenazas cuando su potencial para desequilibrar un sistema social aumenta. Cuando un sistema natural produce un evento necesario para mantener su equilibrio, pero que afecta el funcionamiento normal de un sistema social, se considera dicho evento como peligroso y sus consecuencias como un desastre. La contaminación del aire y el agua, la deforestación, la alteración de los cauces naturales de ríos y mares, o del terreno, los suelos, volcanes y lluvia generan desastres en la forma de inundaciones, tormentas, deslizamientos de terreno, erupciones, terremotos y afectan los sistemas sociales. Eventualmente, estas prácticas impactan en la sociedad y pueden provocar un evento calificado como desastre natural súbito, o empeorar los efectos de uno. Por ejemplo, la deforestación puede traducirse en deslizamientos de terreno en épocas lluviosas. Resulta relativo poder calificar lo que constituye un desastre cuando la presión diaria ejercida por un ambiente hostil se convierte en una crisis (Augusta, 1996; Lavell, 2002).

Tomando como referente los postulados descritos en párrafos anteriores la metodología que se implementa para el cálculo de riesgo por peligros geológicos en el Municipio de La Paz se construye en tres fases descritas a continuación:

Fase I Cálculo del índice de vulnerabilidad social (VS)

A partir de la aplicación del índice se plantea una medida, que valora de forma sintética las dimensiones estructurales de la vulnerabilidad social física (exposición al fenómeno), que parte de un análisis cualitativo de evaluación en campo de la exposición de la vivienda ante el peligro. También permitió realizar un análisis integrado y comparativo del impacto que tienen los problemas a los que se encuentra expuesta la población en diferentes escalas y que limitan su capacidad de respuesta.

Para medir el grado de vulnerabilidad física se elaboró un Índice que integra 3 variables censales por Área Geoestadística Básica (Ageb) alto, medio y bajo. Los valores resultantes se encuentran entre 1 y 3. Para el caso de aplicación, aquellas localidades que se encuentran con el valor más alto (3), son las que poseen una vulnerabilidad muy alta, esto implica que se encuentran expuestas a una serie de limitaciones para el disfrute de sus capacidades y desarrollo. Se definen tres rangos para clasificar cada una de las AGEB, teniendo el primero de ellos en el intervalo de 1.00 a 1.99, el cual corresponde



a las condiciones bajas de vulnerabilidad; segundo de 2.00 a 2.99, haciendo referencia a condiciones medias y 3 a 3.99 con condiciones de vulnerabilidad social muy alta.

El conjunto de indicadores para describir la vulnerabilidad toma en cuenta las condiciones de la infraestructura de la sociedad, es decir en términos económicos se describe las situaciones de vivienda que suponen precariedad y exclusión social a ciertos bienes y servicios necesarios para una vida digna. Otro indicador es el tipo de terreno que tiene que ver con las características y condiciones del suelo aunado al grado de la pendiente y su exposición.

Fase II Mapa de peligros geológicos

Para la elaboración del mapa de peligros, se realizó un reconocimiento y clasificación de los principales peligros geológicos-geomorfológicos que han afectado y pueden afectar el Municipio de La Paz (sismos, tsunamis, hundimientos, procesos de remoción en masa como flujos, derrumbes y deslizamientos), volcanismo, clasificados a partir de rasgos geológicos, geomorfológicos, estructurales, topográficos, cuantitativos y técnicos la ocurrencia de alguno de estos en espacios específicos (cartografía de los peligros).

Cada uno de los peligros fue caracterizado de forma cualitativa a partir de su probabilidad de ocurrencia en rangos de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Posteriormente se reclasificaron los peligros, a manera de índice de peligrosidad, en donde los valores más altos "5" fueron asignados a peligros con una alta probabilidad de alterar el orden social y los valores cercanos a "1" peligros con una probabilidad muy baja.

De esta manera se obtuvo un mapa de valores que posteriormente fue reclasificado, y que por razones cartográficas (para su fácil lectura) solo se determinaron tres tipos de peligros: alto, medio y bajo. Los valores altos son aquellos en donde existen peligros con una alta o muy alta probabilidad de ocurrencia en un espacio determinado, en este caso se observa que en las zonas altas los peligros con valores mayores que se sobrepusieron fueron las zonas propensas a sufrir daños en caso de deslizamientos, derrumbes y flujos.

Con el mapa a nivel municipal de peligros geológicos, se localizaron y tipificaron las áreas a nivel urbano y población detectada en los recorridos en campo, mismas que fueron marcadas como superficies específicas de ocurrencia de fenómenos determinados.

Fase III Mapa de riesgos geológicos

Las ciudades como escenario de riesgo son el espacio por excelencia, esto se debe porque un número importante de las ciudades grandes en el mundo se ubican en zonas propensas a varios tipos de peligros naturales, cuyos impactos se vuelven notorios en diferentes niveles de la población y su infraestructura, es decir diferentes tipos de vulnerabilidad social (Lavell, 1996).

Para el análisis y obtención de escenarios de riesgo son necesarias las variables de peligros y vulnerabilidad, por lo tanto con el índice de vulnerabilidad social y el mapa de peligros por deslizamientos y derrumbes a nivel urbano del municipio se pudieron detectar las áreas en donde convergen una mayor cantidad de fenómenos potencialmente peligrosos.

Una vez obtenido estos datos (peligros y vulnerabilidad), se realizó un cruce de tablas de la información y se reclasificaron a partir de los parámetros elementales, es decir, coincidencia de valores altos y medios se asignó un riesgo mayor, coincidencia de valores medios y bajos, riesgo medio; y valores menores, riesgo bajo (Cuadro 35). El resultado del cruce de esta información es la



caracterización del espacio a partir de la probabilidad de presentar un fenómeno potencialmente peligroso y la capacidad social para enfrentarlo, es decir, el riesgo de un espacio social determinado.

Cuadro 35. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en La Paz, Estado de México.

Riesgo	Vulnerabilidad	Peligro
ALTO	MUY ALTA	ALTO
	ALTA	ALTO
	MEDIA	ALTO
	MUY ALTA	MEDIO
	ALTA	MEDIO
MEDIO	BAJA	ALTO
	MEDIA	MEDIO
	BAJA	MEDIO
	MUY ALTA	BAJO
	ALTA	BAJO
BAJO	MEDIA	BAJO
	BAJA	BAJO

Trabajo de Campo

Es necesario especificar que el trabajo de campo consto de 144 puntos visitados y diversos tipos de fenómenos observados que contribuyeron para la realización del presente atlas de riesgos del municipio de La Paz. Por lo cual, se presenta la siguiente imagen donde se observan en el mapa los puntos marcados en color verde para los fenómenos observados (Figura 69).



Figura 69. Mapa del trabajo de campo y los fenómenos observados en cada punto de verificación.

Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

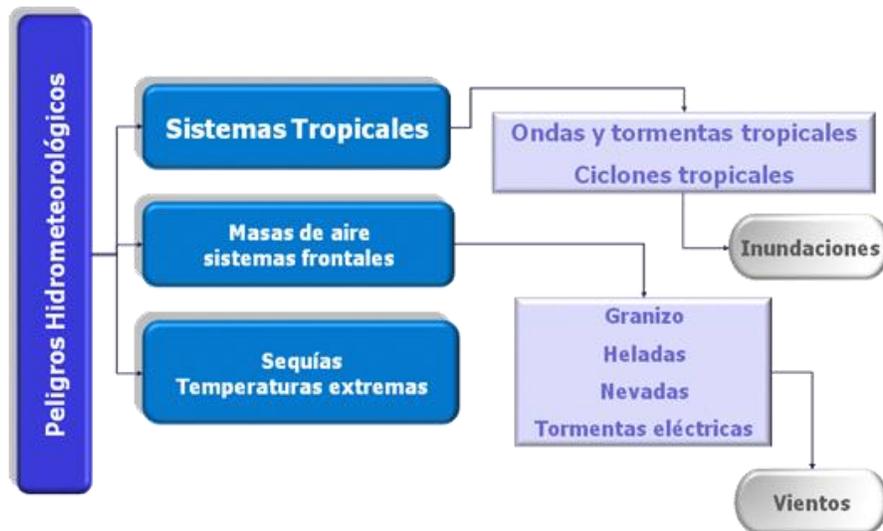
Los fenómenos hidrometeorológicos, son procesos o fenómenos naturales de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico que pueden causar lesiones o la pérdida de vidas, daños a la propiedad, la interrupción social y económica o la degradación ambiental, tales como inundaciones, avalanchas de lodo y escombros, ciclones tropicales, marejadas, tormentas y granizo, fuertes lluvias y vientos, fuertes nevadas y otras tormentas severas, sequías, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo, heladas y avalanchas

Estos fenómenos por su frecuencia, magnitud e intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura, están relacionados con el mayor número de desastres naturales en México. Lo cual ha evidenciado una alta vulnerabilidad de los asentamientos humanos.

Diferentes científicos e investigadores consideran que el incremento en la magnitud e intensidad de las amenazas como huracanes, inundaciones y sequías están asociadas al cambio climático. Los peligros hidrometeorológicos se clasifican como lo muestra el esquema de la siguiente figura.



Figura 24. Esquema de peligros hidrometeorológicos



Causas de los peligros hidrometeorológicos

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. El elemento central de estos fenómenos es la precipitación pluvial, la cual se refiere a la forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza la superficie de la tierra, a través de lluvia granizo o nieve.

La atmósfera es un sistema de gran complejidad que interactúa con los océanos, el suelo, y todo tipo de vida distribuyendo la energía que recibe del sol a través de numerosos procesos. Cerca de la cuarta parte de la energía del sol que llega a la tierra se encarga de evaporar agua que luego asciende hacia la atmósfera. Al mismo tiempo, la constante atracción de la gravedad provoca un descenso de la humedad atmosférica en forma de nieve o lluvia. La circulación a gran escala de los vientos también juega un papel determinante al mover el calor y transportar la humedad sobre la superficie de la tierra (Abbott, 1999). Así, la dinámica atmosférica del planeta permite que se lleven a cabo fenómenos como el ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las variaciones de presión barométrica, que combinados a fenómenos como la rotación y traslación de la tierra, o a características como la altitud o el tipo de suelo, determinan los fenómenos hidrometeorológicos de un sitio en particular.

Los peligros hidrometeorológicos se asocian a los fenómenos que se generan en las capas bajas de la atmósfera terrestre, producto de las condiciones de temperatura y humedad que en ella predominan y que tiene una incidencia directa sobre la superficie. Estos fenómenos son un peligro para los seres humanos y su patrimonio al momento de romper el balance del ciclo hidrológico en las características topográficas e hidrográficas de las cuencas.

Por ello, a pesar de que la cantidad de agua en el planeta es constante y de que sus procesos (ciclo del agua) permiten transportarla de un lugar a otro, su distribución varía en las diferentes regiones. Por ejemplo, las regiones selváticas presentan lluvias casi todo el año, cuentan con abundante vegetación y suelos con poca infiltración (impermeables) lo que permite la presencia de pantanos, grandes lagunas y ríos de gran caudal; sin embargo, existen regiones desérticas donde la presencia de lluvias es esporádica, hay poca vegetación y los suelos son altamente permeables y por tanto, existe poca presencia de cuerpos de agua.



5.10. Ondas Cálidas y Gélidas

Dentro de las ondas cálidas y gélidas se analizará las variaciones en las temperaturas, enfocándose en las temperaturas máximas, este análisis esta generalmente centrado en el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas, así como, los efectos que podrían causar en el ser humano. Los últimos años se han observado a nivel mundial tendencias anómalas hacia el aumento de la temperatura, que se relacionan con el cambio climático global.

Cuadro 36. Registro de Temperaturas Máximas en las Estaciones Meteorológicas

ESTACION: 00015050 LOS REYES													
		LATITUD: 19°21'28" N.		LONGITUD: 098°59'30" W.		ALTURA: 2,248.0 MSNM.							
Julio	Agosto	Septiembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio					
			Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual							
NORMAL	21	22.7	25.5	27.1	27.5	25.8	24.4	24.7	24.2	24.1	23.4	22.4	24.4
MAXIMA MENSUAL	26.3	26.8	28.5	29.7	31.5	37.3	32.7	33.5	32.8	32.4	32.4	32.3	
AÑO DE MAXIMA	2006	2006	2002	1963	2010	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
MAXIMA DIARIA	29	29.5	33.5	34	34	43	38	37	38	39	35	34	
FECHA MAXIMA	abr-73	27/1962	20/2002	29/2002	abr-69	mar-07	ene-07	jun-07	25/2007	mar-07	14/2007	mar-07	
DIARIA													
AÑOS CON DATOS	36	36	36	36	36	35	36	36	37	37	37	36	
ESTACION: 00015268 IXTAPALUCA													
		LATITUD: 19°19'02" N.		LONGITUD: 098°52'56" W.		ALTURA: 2,250.0 MSNM.							
NORMAL	22.7	24	25.7	27	26.7	25.2	24.2	24.7	24.3	24.1	23.8	23.1	24.6
MAXIMA MENSUAL	25.1	26	30	29.8	28.9	28.7	25.1	25.5	26.3	26.6	25.2	24.4	
AÑO DE MAXIMA	1986	2009	1991	2008	1988	2009	1987	1987	1985	1985	1988	1987	
MAXIMA DIARIA	27.5	29	35	33	32.5	34.5	29.5	29	31.5	35	28.5	27.5	
FECHA MAXIMA	20/1986	27/2008	20/1991	feb-82	oct-88	jun-82	feb-82	28/1988	dic-85	mar-85	22/1984	jul-84	
DIARIA													
AÑOS CON DATOS	16	17	16	16	15	15	14	14	15	14	12	14	
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS													
		LATITUD: 19°23'05" N.		LONGITUD: 098°50'46" W.		ALTURA: 2,405.0 MSNM.							
NORMAL	21.4	22.9	25.2	26.6	26.4	24.1	22.7	22.7	22.3	22.7	22.3	21.6	23.4
MAXIMA MENSUAL	23.8	25.8	27.4	29.2	30.8	28.2	25.8	24.6	24.5	24.7	24.6	24	
AÑO DE MAXIMA	2006	2003	2002	1998	1998	1998	2009	2009	1987	1979	2004	2008	
MAXIMA DIARIA	27	30	33	33	34	33	29	29	28	29	28	28	
FECHA MAXIMA	27/1973	27/2007	sep-03	may-98	sep-98	15/1998	30/2009	22/1997	20/2001	24/2010	18/1986	19/2008	
DIARIA													
AÑOS CON DATOS	37	38	37	38	37	37	37	37	36	37	35	35	



Atlas de Riesgos del Municipio de La Paz

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



ESTACION: 00009051 TLAHUAC													
LATITUD: 19°15'46" N.			LONGITUD: 099°00'13" W.			ALTURA: 2,240.0 MSNM.							
NORMAL	23.6	24.7	26.8	28	28.4	26.4	24.8	24.6	24.6	24.8	23.9	23.4	25.3
MAXIMA MENSUAL	28.2	30.3	32.5	36.7	35.6	30.7	28.9	27.7	28.9	27.7	29.3	27.8	
AÑO DE MAXIMA	1981	1981	1981	1981	1998	2005	2009	2009	1978	1978	1978	1980	
MAXIMA DIARIA	32	34	36	38.5	38	37	35	35	33	35	33	36	
FECHA MAXIMA	25/1978	28/1981	14/2006	may-81	sep-78	nov-05	28/2005	mar-88	mar-78	oct-10	may-80	ene-80	
DIARIA													
AÑOS CON DATOS	36	35	38	37	37	37	37	37	37	36	35	35	
ESTACION: 00009068 PUENTE LA LLAVE													
LATITUD: 19°25'45" N.			LONGITUD: 099°03'10" W.			ALTURA: 2,234.0 MSNM.							
NORMAL	21.4	23.4	26.1	27	27	25.7	24.2	24.3	23.6	23.9	22.3	20.9	24.2
MAXIMA MENSUAL	28.1	26.2	29.7	30.6	30.6	29.8	27.7	27.2	27.5	27.4	25.4	26	
AÑO DE MAXIMA	1993	1995	1980	1984	1983	2010	1980	1980	2010	1979	1988	2009	
MAXIMA DIARIA	34	32	33.5	37.6	35	35	31	31	33	31	31	29.5	
FECHA MAXIMA	29/1993	25/1997	oct-80	27/1993	mar-83	jul-10	abr-80	nov-80	21/1988	20/1979	21/1988	dic-09	
DIARIA													
AÑOS CON DATOS	27	27	26	28	28	27	27	27	28	27	26	26	

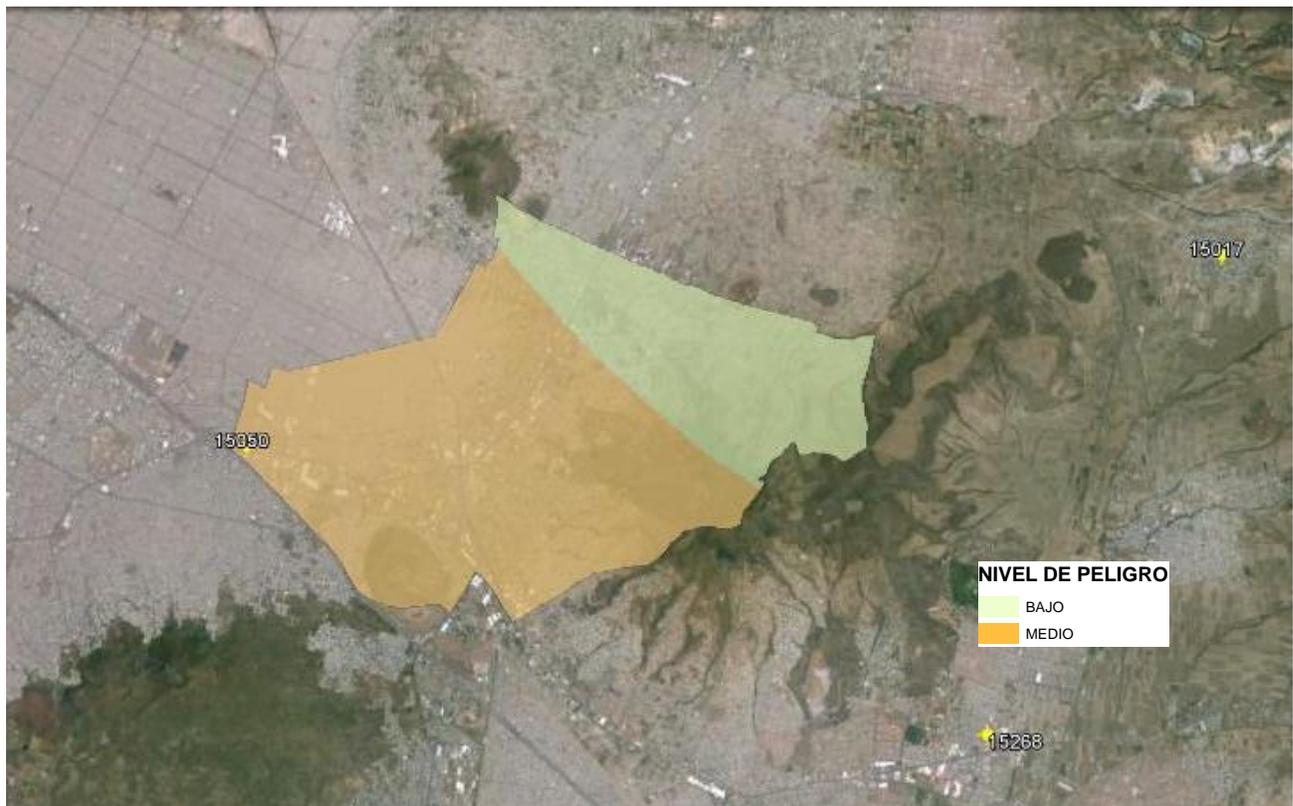


Peligro

En el Municipio de La Paz, se presentan temperaturas máximas mensuales de 36.7°C, de acuerdo a los registros de la estación Tláhuac, ubicada en el Distrito Federal. Los meses de mayores temperaturas son entre abril y mayo, fue el año de 1980 cuando se observa un incremento en la temperatura en varias de las estaciones analizadas, sin embargo, estos niveles de temperatura no han provocado afectaciones a la población.

Debido al tipo de clima de la zona, las temperaturas máximas extremas provocan a la población incomodidad y en casos extremos efectos por el golpe de calor. De acuerdo con la información registrada, la zona presenta un nivel de peligro bajo y muy bajo por ondas cálidas en la mayor parte de la superficie municipal y medio en la zona poniente.

Mapas 1. Peligro por Ondas Cálidas



Fuente: Elaboración propia con base en SMN



Vulnerabilidad

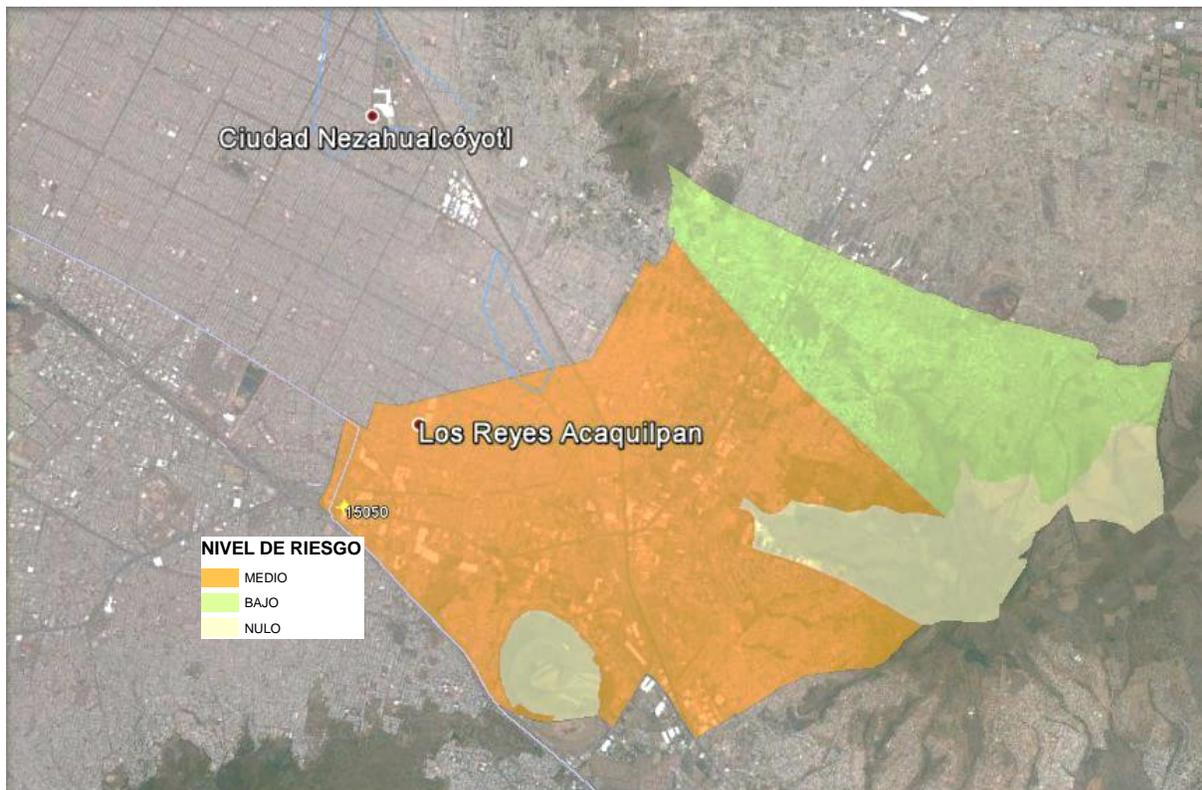
Con base en las características socioeconómicas de la zona y la capacidad de respuesta de la instancia de protección civil municipal ante los posibles efectos de las ondas cálidas el nivel de vulnerabilidad en el municipio ante este tipo de fenómeno es de bajo a muy bajo.

En el municipio el tipo de clima que se presenta es templado subhúmedo con lluvias en verano, por ello, las temperaturas no tienen cambios drásticos que puedan afectar gravemente a la población.

Riesgo

Con base en el análisis realizado, se estima que la zona noreste presenta un nivel de riesgo bajo ante ondas cálidas, mientras que en la zona suroeste el nivel de riesgo es medio, esto se debe principalmente a la estimación de la vulnerabilidad, ya que en la gran mayoría de las viviendas las condiciones y características constructivas dificultan el mantener en su interior temperaturas confortables. Cabe señalar que las zonas altas de municipio no están habitadas por lo cual el nivel de riesgo es nulo.

Mapa de nivel de Riesgo por Ondas Cálidas





Períodos de retorno por Ondas Cálidas:

Integrada la base de datos, se inician las siguientes actividades:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Pruebas de verosimilitud.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas máximas.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de temperaturas máximas asociadas a diferentes periodos de retorno.
- Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Cálidas

Para poder determinar las temperaturas máximas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida. Estas funciones fueron, Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

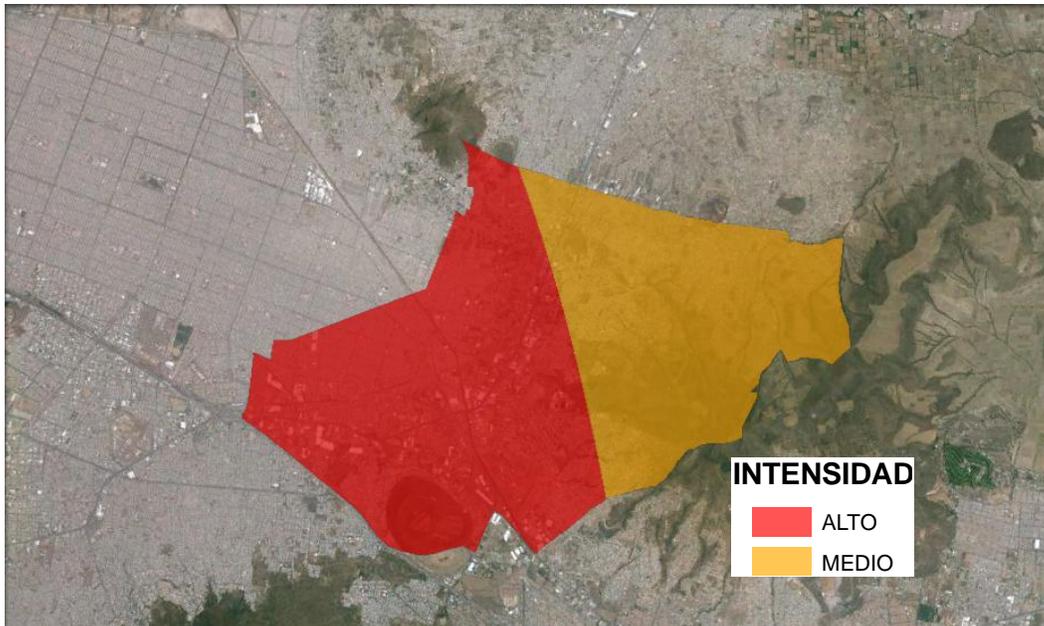
La función que presentara el menor error cuadrado fue la utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados.

En la siguiente tabla se muestran las temperaturas máximas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

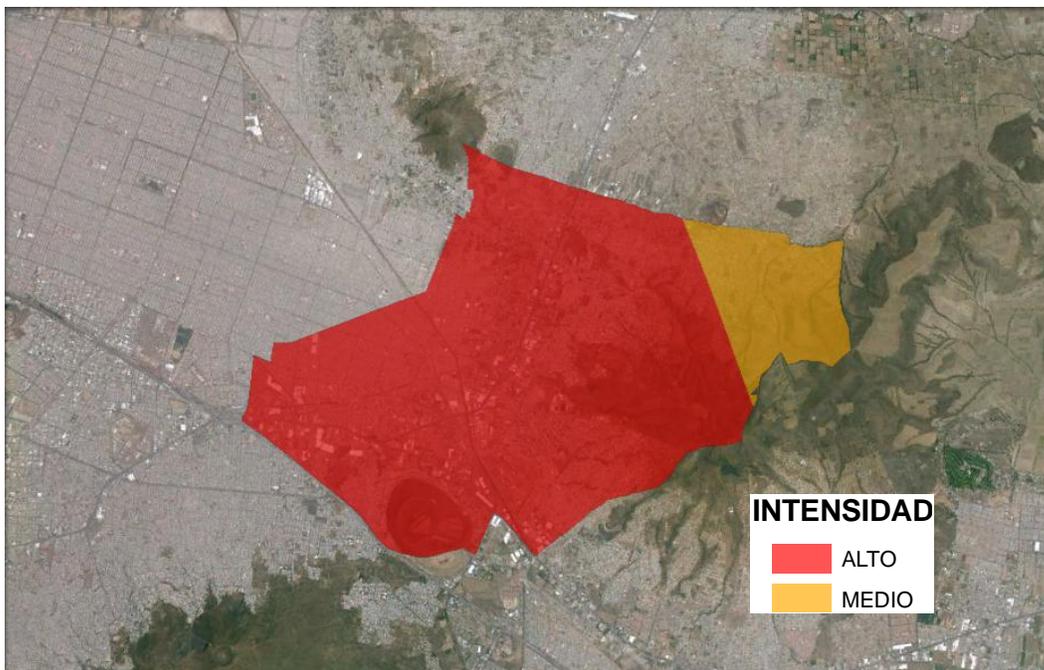
RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÁXIMAS PROMEDIO DE MAXIMA DIARIA	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	EDO. MEX	35.28	36.14	37.06	37.84	38.66
9068	PUENTE LA LLAVE	EDO. MEX	32.50	33.22	34.08	34.89	35.77
15017	COATEPEC DE LOS OLIVOS,	EDO. MEX	30.08	30.98	31.76	32.7	33.73
15050	LA PAZ	EDO. MEX	35.33	36.14	37	38.15	39.3
15268	IXTAPALUCA, IXTAPALUCA	EDO. MEX	31.04	31.83	33.08	34.01	34.88



PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS POR ONDAS CALIDAS

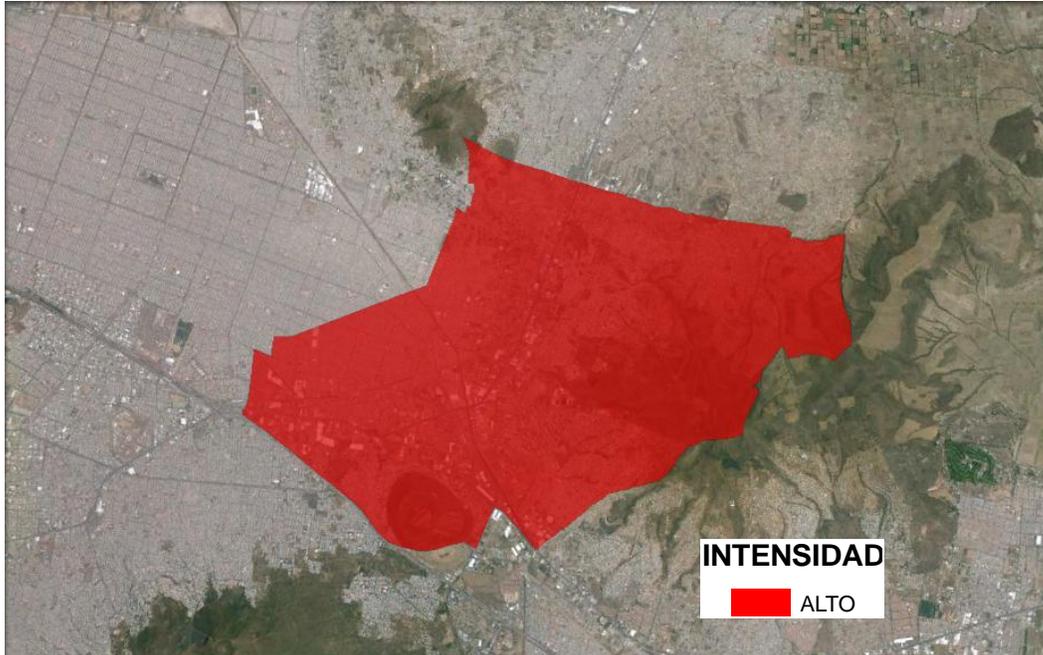


PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS POR ONDAS CALIDAS

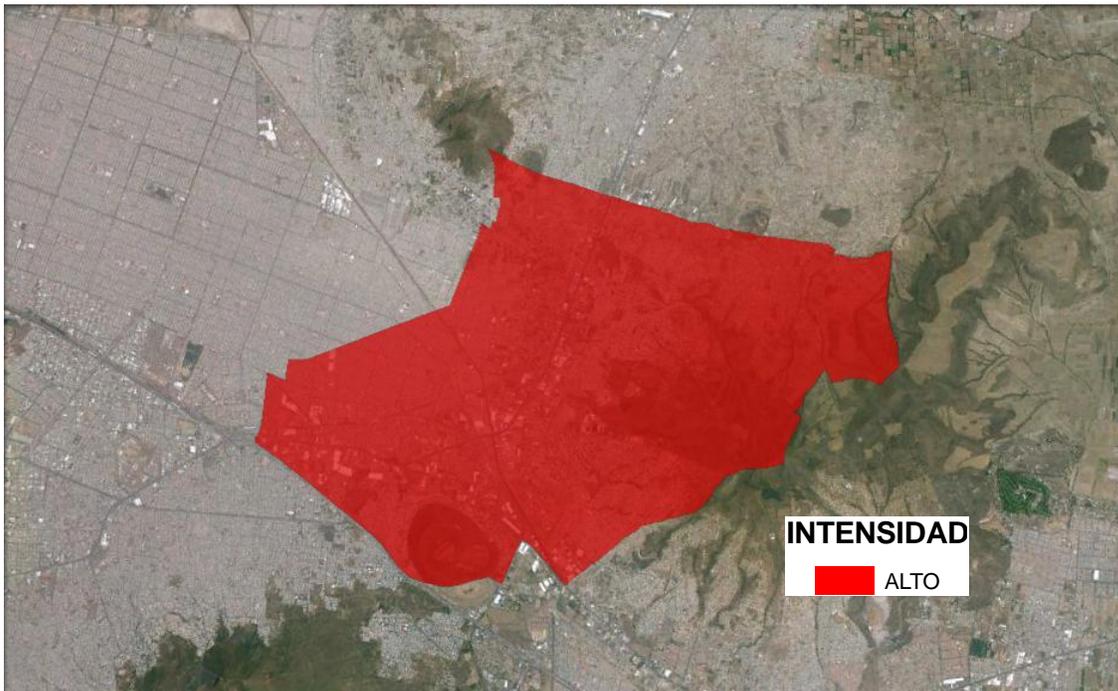




PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS POR ONDAS CALIDAS



PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS POR ONDAS CALIDAS





Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Gélidas

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas mínimas.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de temperaturas mínimas asociadas a diferentes periodos de retorno.

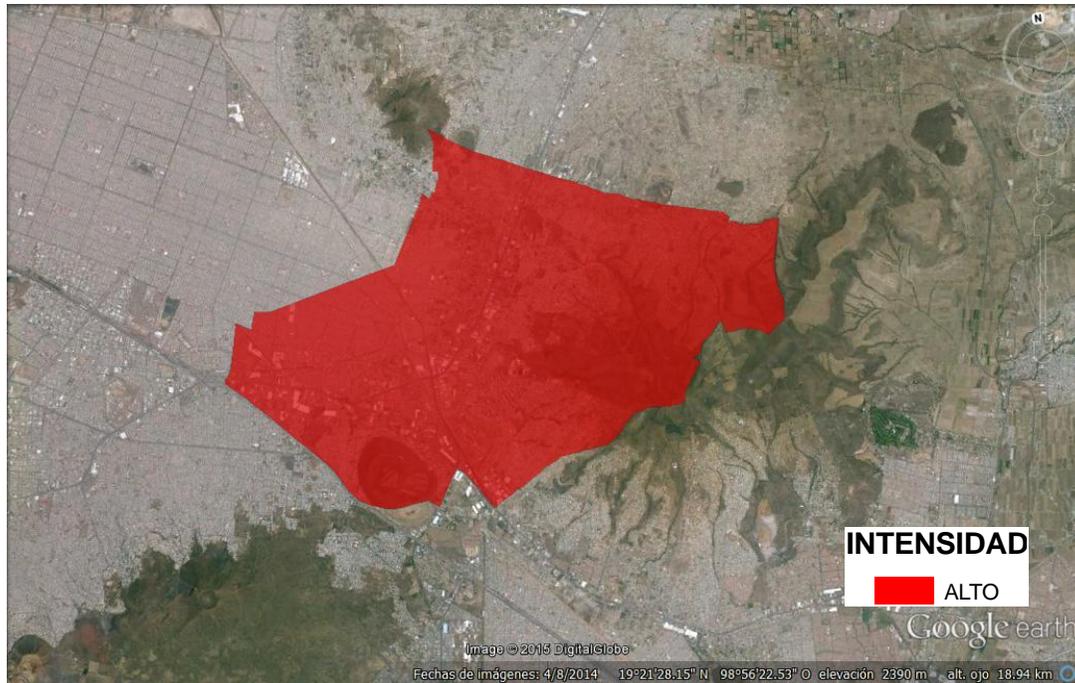
Para poder determinar las temperaturas mínimas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida. Estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas mínimas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

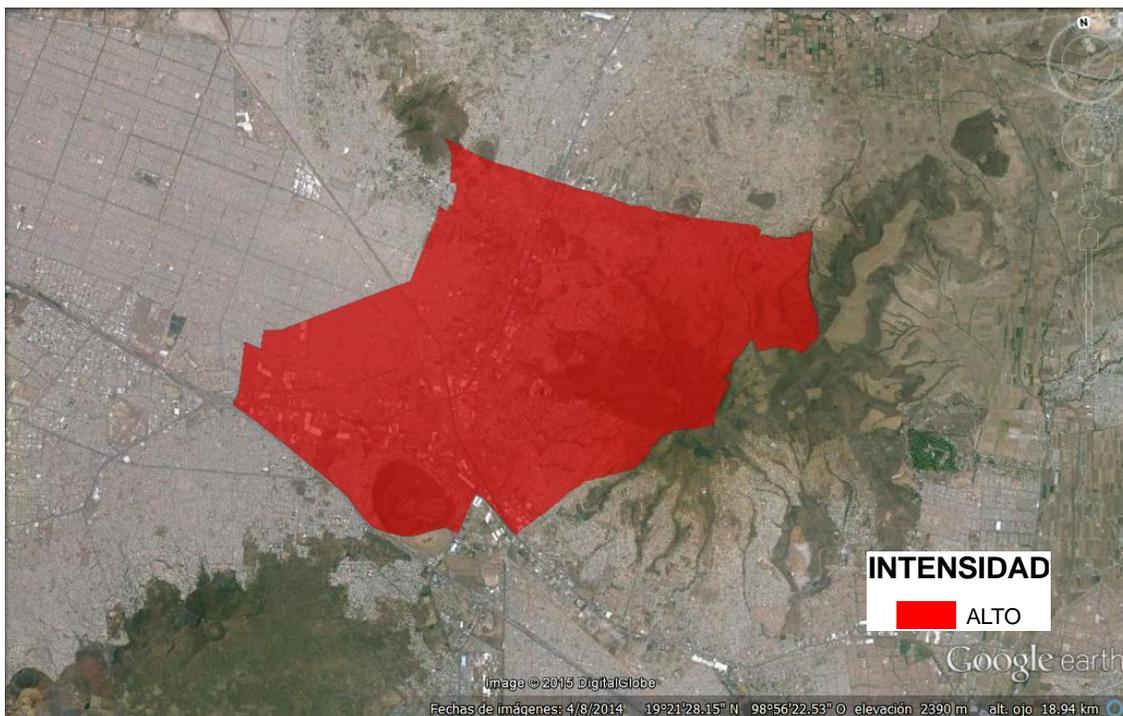
RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MINIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	EDO. MEX	8.30	7.32	6.44	5.67	4.68
9068	PUENTE LA LLAVE	EDO. MEX	5.80	5.00	4.25	3.07	2.16
15017	COATEPEC DE LOS OLIVOS,	EDO. MEX	8.70	7.64	6.88	5.93	5.01
15050	LA PAZ	EDO. MEX	8.50	7.46	6.66	5.72	4.83
15268	IXTAPALUCA, IXTAPALUCA	EDO. MEX	7.30	6.33	5.45	4.55	3.79



PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS POR ONDAS GELIDAS

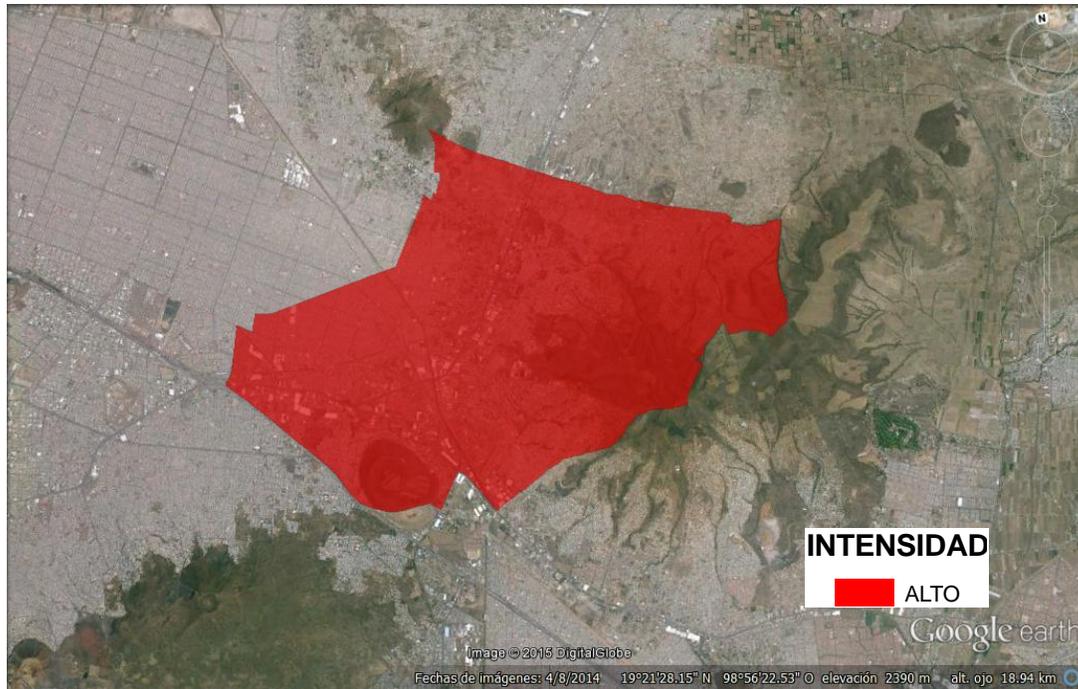


PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS POR ONDAS GELIDAS

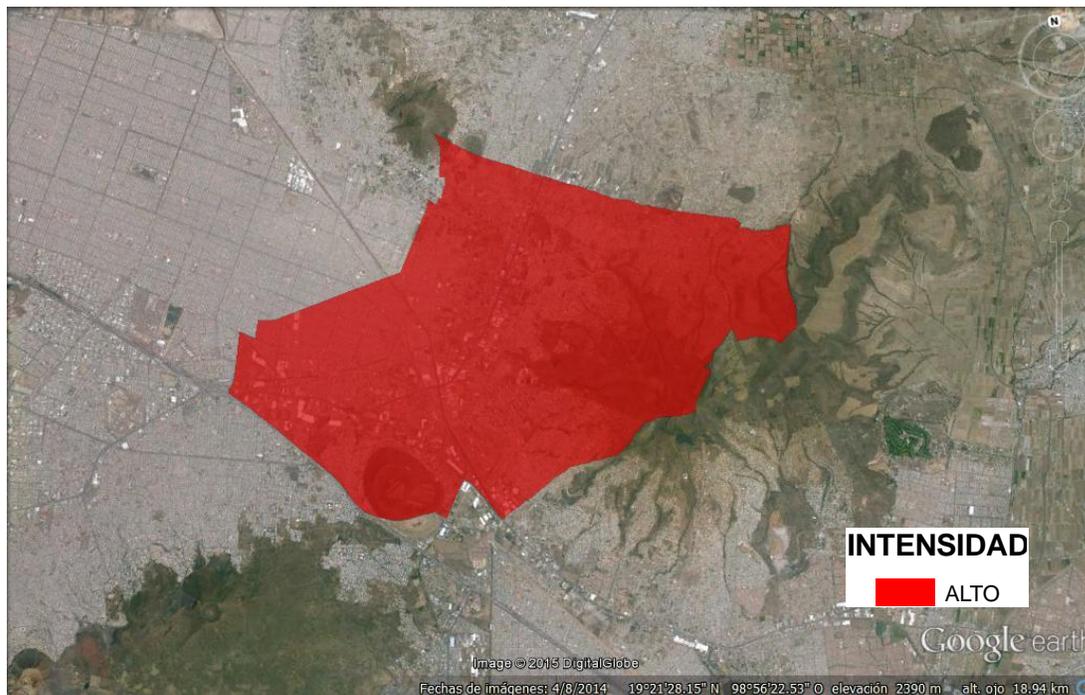




PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS POR ONDAS GELIDAS



PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS POR ONDAS GELIDAS





5.11. Sequías

Una sequía es la carencia de agua en el suelo a consecuencia de la insuficiencia de lluvias y es un periodo prolongado de tiempo seco. Es un proceso que puede tomar uno o más años y afecta las zonas agrícolas (Lundgren, 1973). Existen tres tipos de sequía: meteorológica, agrícola e hidrológica.

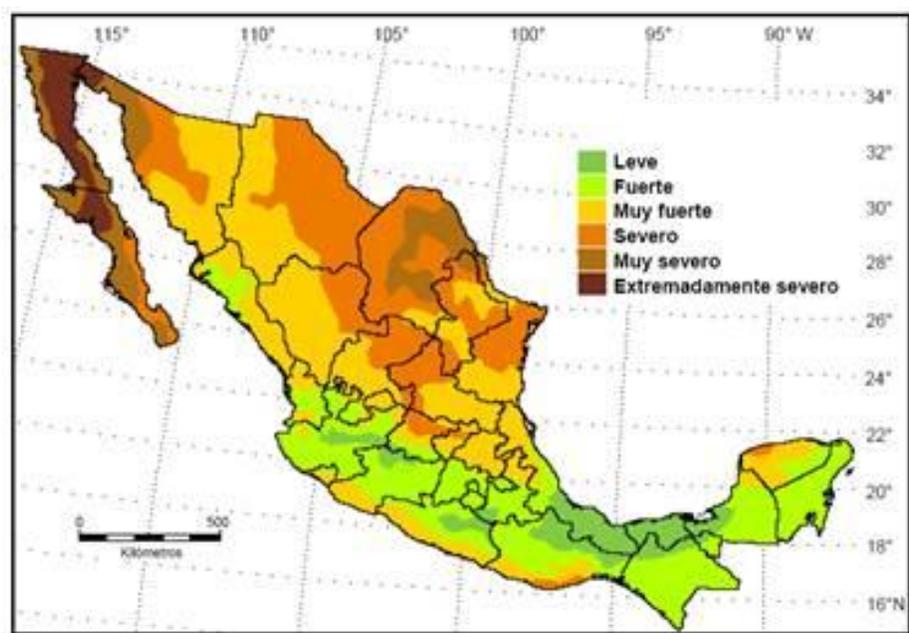
Sequía Meteorológica: Es una expresión de la desviación de la precipitación respecto de la normal en un periodo de tiempo. Estas definiciones dependen de la región considerada, y se basan presumiblemente del conocimiento de la climatología regional.

Sequía Agrícola: Ocurre cuando no existe humedad suficiente en el terreno para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo. La sequía agrícola sucede después de la sequía meteorológica.

Sequía Hidrológica: Se refiere a deficiencias en las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas. Se mide de acuerdo con los niveles de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas. Se requiere un periodo de tiempo entre el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc. Por lo que este no es el primer indicador de la sequía.

Existen estudios importantes dirigidos a determinar el índice de severidad en el país, que identifican en México tres áreas con índice de severidad leve, la primera se localiza sobre la llanura tabasqueña comprende parte de los siguientes estados: sur de Veracruz, norte de Oaxaca, la mayor parte de Tabasco y sur de Campeche; la segunda, en el extremo oriente de la cuenca del Balsas; y la tercera, en el Bajío donde abarca parte del estado de Jalisco y noroeste de Michoacán. Ocupan 6.3% de la superficie total del país.

Figura 27. Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica



Fuente: Hernández, Instituto de Geografía e Instituto de Ciencias de la UNAM

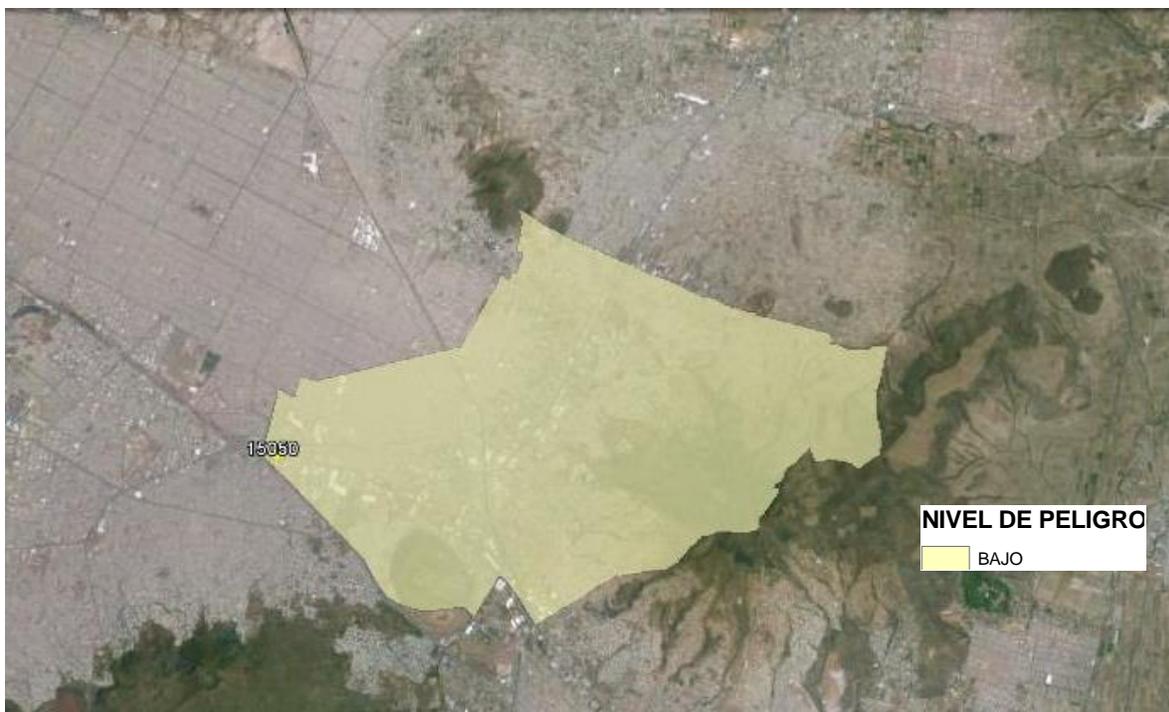


El estado de Morelos junto con Tlaxcala, el centro y sur de Puebla, el estado de México, Jalisco y Michoacán, presentan condiciones que los ubican en un nivel de severidad de la sequía leve. Por otro lado, cinco áreas del país tienen sequía severa: la de mayor extensión se ubica en el noreste de México y abarca el desierto chihuahuense y una prolongación, hacia el sur, que llega al estado de Guanajuato. Otra zona se localiza en el centro norte del estado de Sonora, y una más en la costa oriente de Baja California Sur. Las otras dos áreas, de menor extensión, se localizan: una sobre la costa oaxaqueña y otra en la costa noreste del estado de Yucatán. Todas ellas abarcan 24.4% de la superficie del país.

Peligro

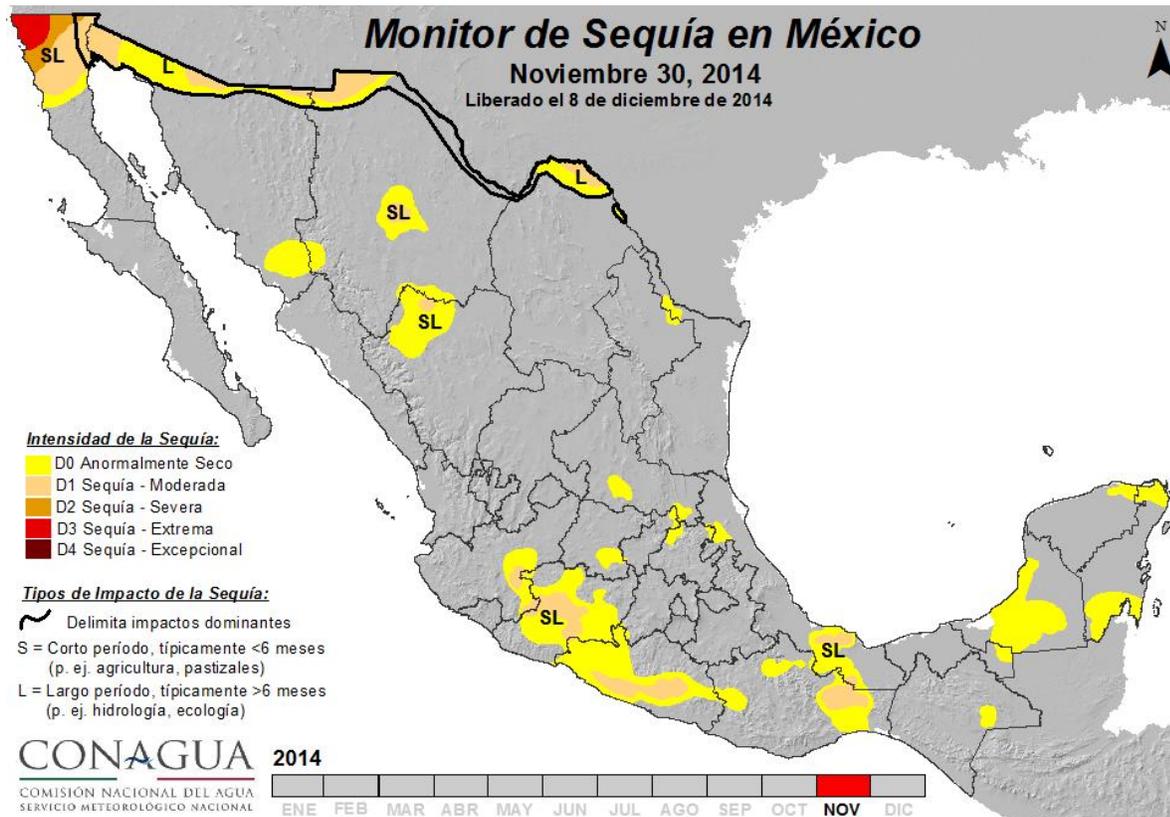
En este atlas se considera el análisis de la sequía meteorológica, identificada en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y su duración. En la Centro del país a la cual pertenece Estado de México existen zonas con altos niveles de sequía. En particular, en el municipio de La Paz, por su localización geográfica se presenta un porcentaje del 10 al 15% de sequía, con un nivel de peligro bajo, en prácticamente todo el territorio municipal.

Figura 28. Peligro por Sequias Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro Sequía Meteorológicas

Actualmente y con base en el monitor de Sequías el municipio de La Paz no se encuentra afectado por ninguna de las categorías de sequía en el mes de noviembre de 2014, cabe señalar que de acuerdo a este instrumento durante todo el año el municipio no ha sido afectado por la sequía.



Vulnerabilidad

La sequía es un fenómeno natural que afecta lentamente a los territorios, en las zonas productivas la vulnerabilidad se asocia principalmente con la baja capacidad de producción para las cosechas, en las zonas urbanas como es el caso de La Paz, la vulnerabilidad se asocia a la reducción del agua disponible para la generación de energía eléctrica y las actividades cotidianas de la población. Además, la escasez de agua superficial genera sobreexplotación del agua subterránea.

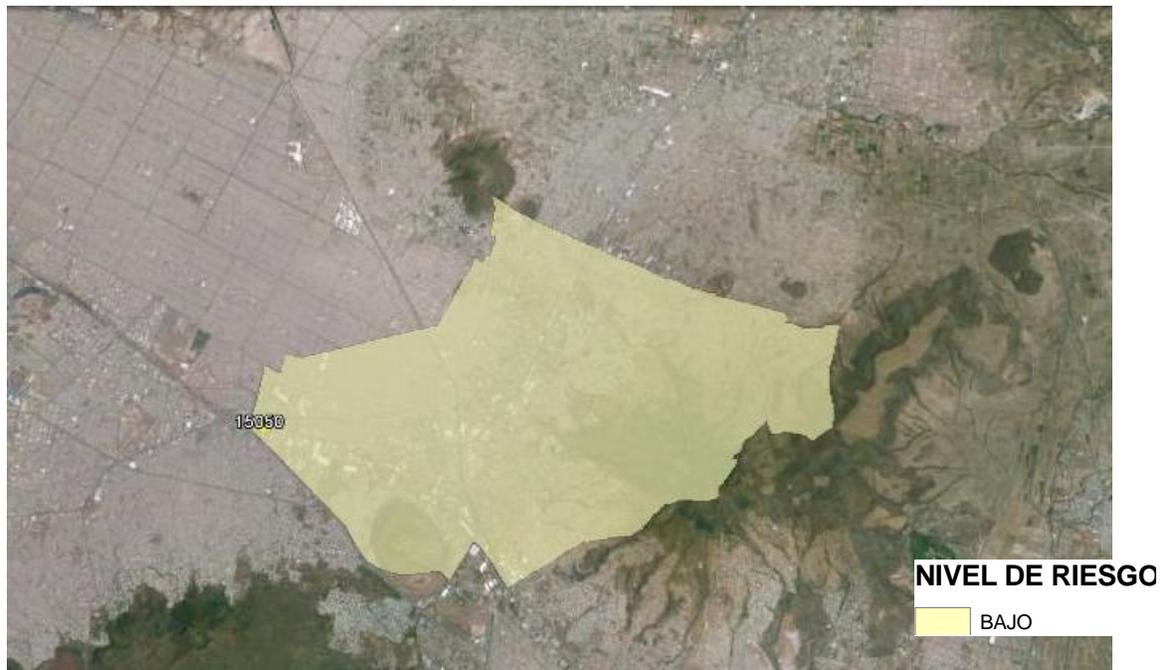
De acuerdo con los índices de sequía y las características de la infraestructura del municipio el nivel de vulnerabilidad estimado es medio en las zonas altas y bajo en la mayoría de la superficie del municipio.

Riesgo

Con base en el análisis anterior el nivel de riesgo por sequía en el municipio es bajo, dado que el peligro y la vulnerabilidad se encuentran en esta misma escala. Cabe señalar, que el municipio en los últimos años ha presentado más de 90 días con lluvias al año, alcanzando precipitaciones anuales de más de 500 ml.



Figura 28. Mapa de Riesgo por Sequias Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de peligro y vulnerabilidad.

5.12. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)

Cuando el aire posee propiedades físicas similares en una gran extensión, se llama masa de aire, en cada nivel, la temperatura y humedad, son uniformes en sentido horizontal y cuyas dimensiones pueden ser de más de 1,000 km. de cubrimiento. Las masas de aire se producen en los continentes o sobre los océanos, en regiones donde el aire adquiere las características físicas de la zona latitudinal de ubicación. Las regiones de contraste de temperatura, humedad, presión, viento y energía potencial que se ubican entre dos masas de aire se llaman frentes o sistemas frontales.

Este fenómeno provoca precipitaciones de importancia sobre todo en la región norte de la República Mexicana, por el desplazamiento de masas y frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares, que forman las llamadas tormentas de invierno.

Dicho fenómeno no se presenta con alta intensidad en el Municipio de La Paz. Para los fines del presente estudio, las masas de aire y sistemas frontales se clasifican de la siguiente manera: heladas, nevadas, granizadas y tormentas eléctricas.

5.13. Heladas

Una helada es un evento de origen meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 00 centígrados o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.



En el norte y centro de México se presentan heladas durante los meses más fríos del año (noviembre-febrero), las temperaturas pueden descender a menos 0°C debido al ingreso de aire polar continental, generalmente seco, proveniente de Estados Unidos.

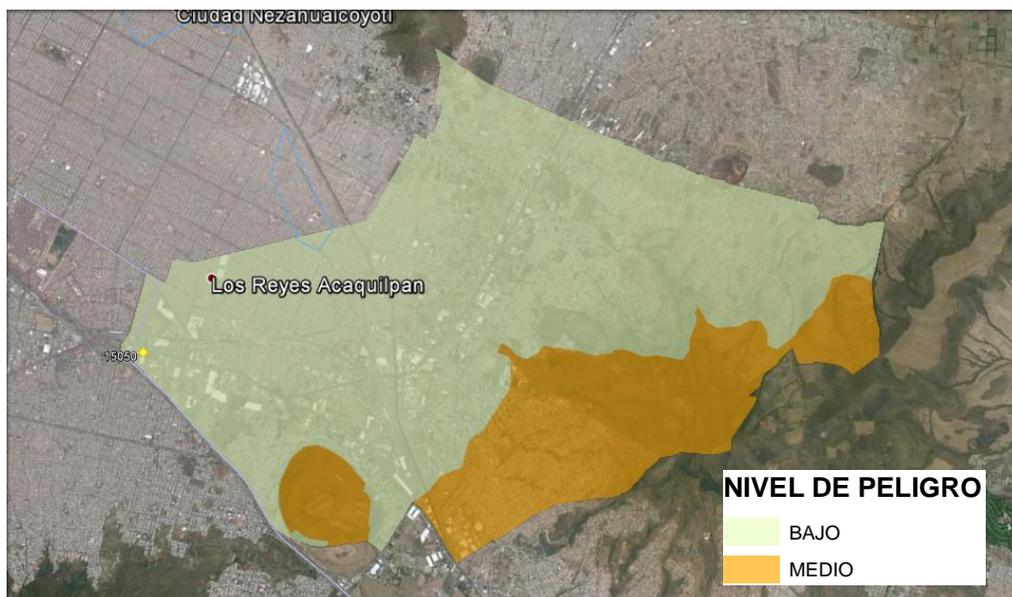
Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, y se desplazan de norte a sur sobre el país. Las heladas que ocurren en México durante los meses del verano causan fuertes daños a la agricultura. Las regiones más afectadas están localizadas en la Mesa Central del Altiplano y en la Sierra Madre Occidental.

Además, en las partes altas del Sistema Volcánico Transversal sobre el paralelo 19°N, esencialmente en los estados de México, Puebla y Tlaxcala se registran temporadas con más de 100 días al año con la presencia de este fenómeno, se establece como las regiones de mayor peligro por helada en aquellas que presentan más de 50 días al año con heladas. En contraste, con casi cero días de heladas al año se encuentran principalmente las llanuras costeras del país, tanto en la vertiente del Golfo de México, al sur del río Pánuco y hasta la Península de Yucatán, incluyendo la región del Istmo de Tehuantepec, así como en las costas del océano Pacífico (CENAPRED 2001:14).

Peligro

El peligro de la helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella (Matías, et al., 2001). El periodo de heladas para el municipio de La Paz es del mes de diciembre a marzo, sin embargo, este tipo de fenómenos se presentan con una frecuencia baja y en las zona de mayor altitud el nivel de peligro es medio, de acuerdo a los registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) durante las últimas décadas no se ha identificado ninguna helada en la zona de estudio.

Figura 33. Nivel de Peligro por Heladas



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Heladas y Nevadas.

De acuerdo con el registro histórico del Instituto de Geografía de la UNAM en el periodo de 1941 a 1980 el Municipio de La Paz, presenta una zona con bajo peligro de heladas, pues se identifica una



presencia de este fenómeno menor a 10 heladas por año, cabe señalar, que este es el rango más bajo de la calificación y que este fenómeno podría tener una frecuencia mucho menor en la zona.

Cuadro 37. Registro de Temperaturas Mínimas en las Estaciones Meteorológicas

ESTACION: 00015050 LOS REYES		LATITUD: 19°21'28" N.		LONGITUD: 098°59'30" W.		ALTURA: 2,248.0 MSNM.								
Septiembre	Oct	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Nov	Dic	Anua l		
NORMAL		3.9	5	7.7	9.8	10.9	11.6	11.2	11.1	10.8	9	5.8	4.6	8.5
MINIMA MENSUAL		0.8	0.3	1.4	2.7	4.6	5.2	5.5	4.9	4.5	1.9	-0.1	-0.9	
AÑO DE MINIMA		2005	2005	2005	2007	2007	2007	2005	200	200	2007	2007	2007	
MINIMA DIARIA		-5.5	-3.5	-2.5	-2	1	3	4	3	1	-5	-5	-5	
FECHA MINIMA DIARIA		23/1965	jun-63	14/2005	ene-05	jun-10	ene-07	jun-05	sep-07	27/2007	25/2007	24/1978	21/1966	
AÑOS CON DATOS		36	36	36	36	36	35	36	36	37	37	37	36	
ESTACION: 00015268 IXTAPALUCA		LATITUD: 19°19'02" N.		LONGITUD: 098°52'56" W.		ALTURA: 2,250.0 MSNM.								
NORMAL		2.7	4.7	6.3	8.3	9.6	10.8	10.2	9.9	9.9	8.2	4.1	3.1	7.3
MINIMA MENSUAL		0.4	0	3.7	5.5	6.8	9.4	9.5	7.6	8.2	5.5	1.4	0.5	
AÑO DE MINIMA		2008	1983	2009	2002	2002	1987	1988	198	198	1987	1981	2003	
MINIMA DIARIA		-6	-4.5	-9	3	4	5	6.5	5.5	5	1	-11.5	-6	
FECHA MINIMA DIARIA		jun-08	19/1983	20/1986	13/1982	18/2006	feb-84	16/1986	13/1985	23/2002	25/2007	jun-82	22/1982	
AÑOS CON DATOS		16	17	16	16	15	15	14	14	15	14	12	14	
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS		LATITUD: 19°23'05" N.		LONGITUD: 098°50'46" W.		ALTURA: 2,405.0 MSNM.								
NORMAL		5.3	6.3	8.3	10.2	11.1	11.2	10.5	10.3	10.2	8.5	6.7	5.9	8.7
MINIMA MENSUAL		2.2	3.9	5.2	8.6	9.7	8.8	9.3	9.2	8.7	5.5	4	4	
AÑO DE MINIMA		1986	1968	1986	1985	1985	2006	2004	200	200	1987	1966	2003	
MINIMA DIARIA		-4	-5	-3	1	6	1.1	6	2	2	-2	-3	-5	
FECHA MINIMA DIARIA		13/1986	nov-71	jun-87	19/2007	abr-70	25/2003	14/1974	17/1971	26/1979	24/1999	22/2002	31/1980	
AÑOS CON DATOS		37	38	37	38	37	37	37	37	36	37	35	35	
ESTACION: 00009051 TLAHUAC		LATITUD: 19°15'46" N.		LONGITUD: 099°00'13" W.		ALTURA: 2,240.0 MSNM.								
NORMAL		4.2	5.1	6.7	8.6	10	11.2	11.1	11	11	9.1	6.1	5.1	8.3
MINIMA MENSUAL		-1.2	-1.1	2.6	4.9	4.3	8.9	9.1	9.1	8.4	4.9	0.4	-0.1	
AÑO DE MINIMA		1980	1976	1978	1971	1981	1970	1967	197	197	1967	1970	1970	
MINIMA DIARIA		-8	-7	-3	1	2	4.5	3	4	-1	-2	-5	-5	
FECHA MINIMA DIARIA		mar-67	25/1976	abr-82	abr-69	jun-70	28/1967	27/1981	abr-81	ago-74	27/1968	29/1966	mar-70	
AÑOS CON DATOS		36	35	38	37	37	37	37	37	37	36	35	35	
ESTACION: 00009068 PUENTE LA LLAVE		LATITUD: 19°25'45" N.		LONGITUD: 099°03'10" W.		ALTURA: 2,234.0 MSNM.								
NORMAL		2.9	4.5	5.7	7	7.4	7.5	7.2	7	7	6	4.3	3.3	5.8
MINIMA MENSUAL		0.4	1	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.6	3	1.3	1	0.5	
AÑO DE MINIMA		2010	2010	2007	2004	2007	2006	2006	200	199	2010	2010	2010	
MINIMA DIARIA		-8	-1	-1	0.5	2	2.5	2	3	0.1	0.1	0	-0.8	
FECHA MINIMA DIARIA		jun-94	ene-86	21/1986	may-10	20/2009	18/2010	29/1997	ago-94	30/2010	31/2008	30/1989	may-93	
AÑOS CON DATOS		27	27	26	28	28	27	27	27	28	27	26	26	



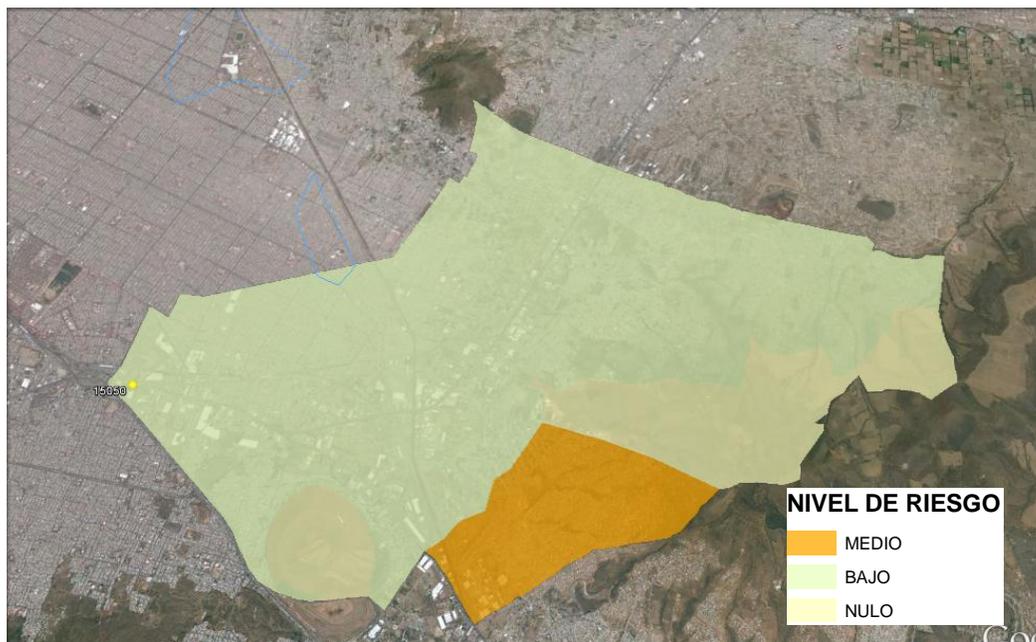
Vulnerabilidad

La mayoría de los análisis de vulnerabilidad ante las heladas se asocia con las cosechas, sin embargo, en el municipio de la Paz el sector agrícola es mínimo. Para del cálculo de la vulnerabilidad social, se considera que la población más vulnerable ante el impacto de heladas en el municipio son los grupos dependientes es decir, los niños y los adultos mayores, actualmente estos grupos demográficos superan el 30% de la población. Por otra parte, para identificar las zonas con mayor vulnerabilidad se consideraron como elementos claves de análisis las características de los materiales de construcción de la vivienda, debido a que en las viviendas con materiales estables la población puede mantener la temperatura en niveles confortables, mientras que en viviendas con materiales precarios el descenso de la temperatura es más perceptible, provocando que la población de escasos recursos se ve afectada con mayor severidad ante las heladas.

Riesgo

El cálculo del riesgo por heladas está relacionado con los daños que pueden provocar a la salud de la población y a las pérdidas que se podrían producir sobre sus actividades económicas. Tal como se ha mencionado anteriormente las heladas tienen graves daños en la agricultura, por ello, generalmente el cálculo del riesgo se asocia a las pérdidas en las cosechas. Resulta difícil cuantificar los daños que se producen en la salud de la población derivado de una helada. De acuerdo con la estimación de peligro y la vulnerabilidad en el municipio de la Paz únicamente se estima con un riesgo medio el sur del municipio, en las colonias: Villas San Isidro, Río de San Isidro, Lomas de San Isidro, Villas de San Isidro, Mariel, Primavera y 20 de Mayo.

Figura 33. Nivel de Riesgo por Heladas



Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Heladas.

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

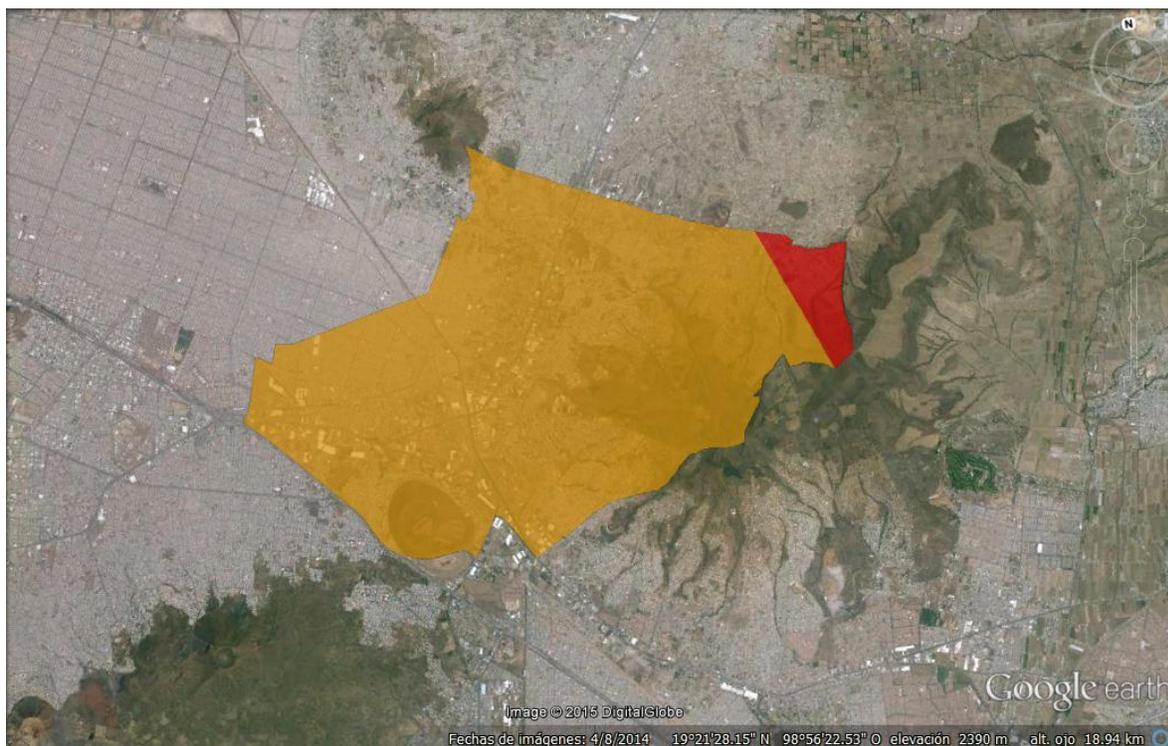


- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas mínimas.
- Ajuste de Función de probabilidad

Derivado de los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura de las estaciones meteorológicas de la región, se registran en promedio temperaturas mínimas de acuerdo a la siguiente tabla:

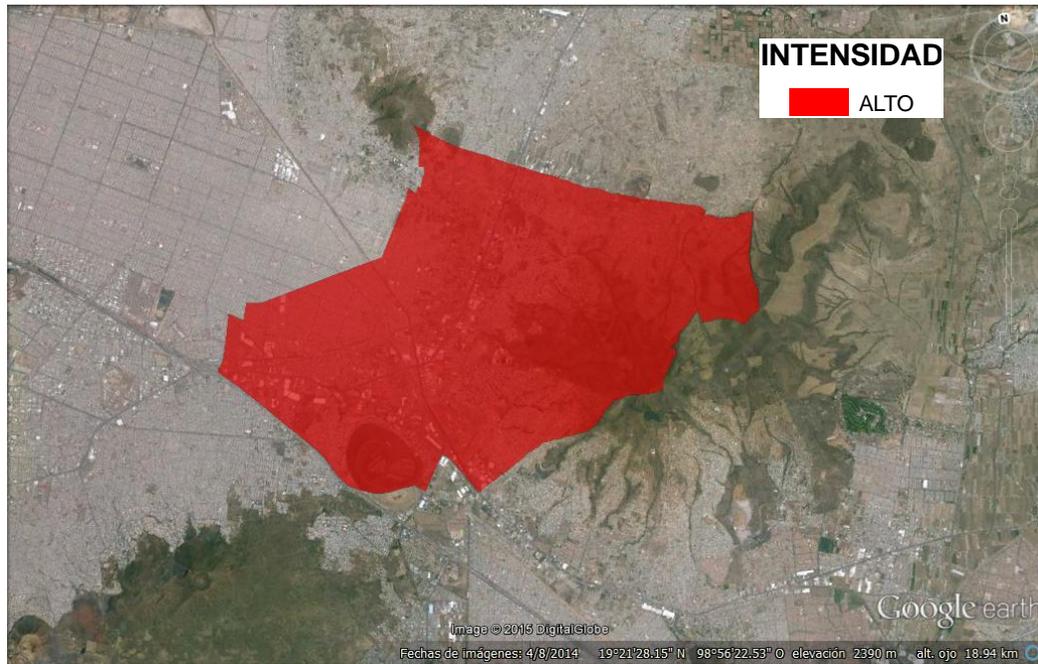
RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS DE TEMPERATURAS MÍNIMAS POR MES							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÍNIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	EDO. MEX	-1.37	-2.18	-2.89	-3.43	-4.06
9068	PUENTE LA LLAVE	EDO. MEX	0.27	-0.92	-1.58	-2.41	-3.37
15017	COATEPEC DE LOS OLIVOS,	EDO. MEX	-0.32	-1.27	-2.3	-3.16	-4.08
15050	LA PAZ	EDO. MEX	1.37	0.38	-0.68	-1.67	-2.85
15268	IXTAPALUCA, IXTAPALUCA	EDO. MEX	0.58	-0.58	-1.64	-2.47	-3.44

PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS POR HELADAS

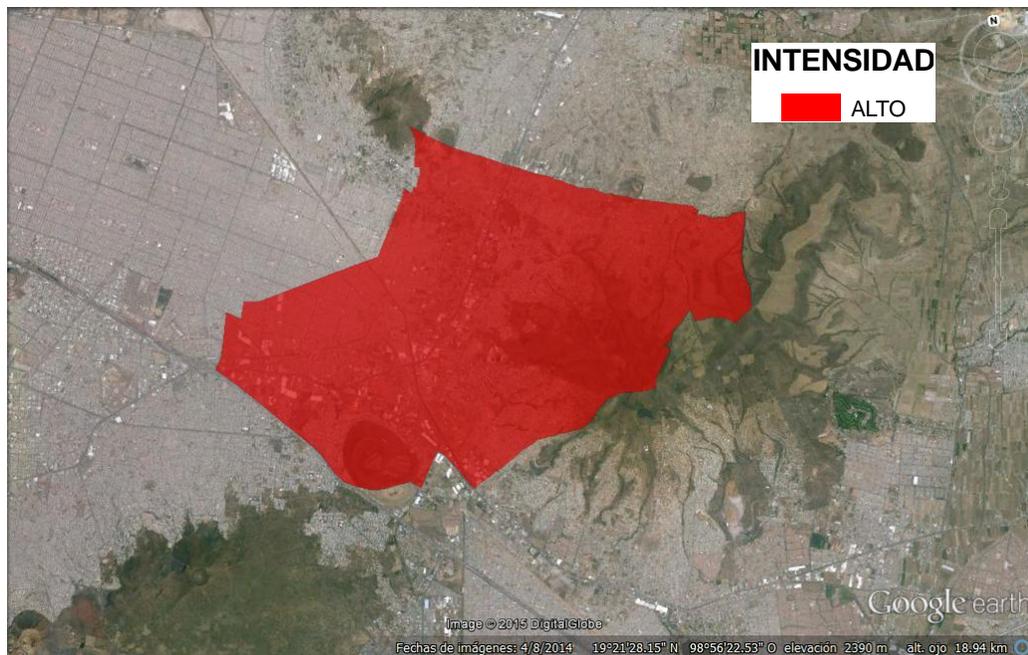




PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS POR HELADAS

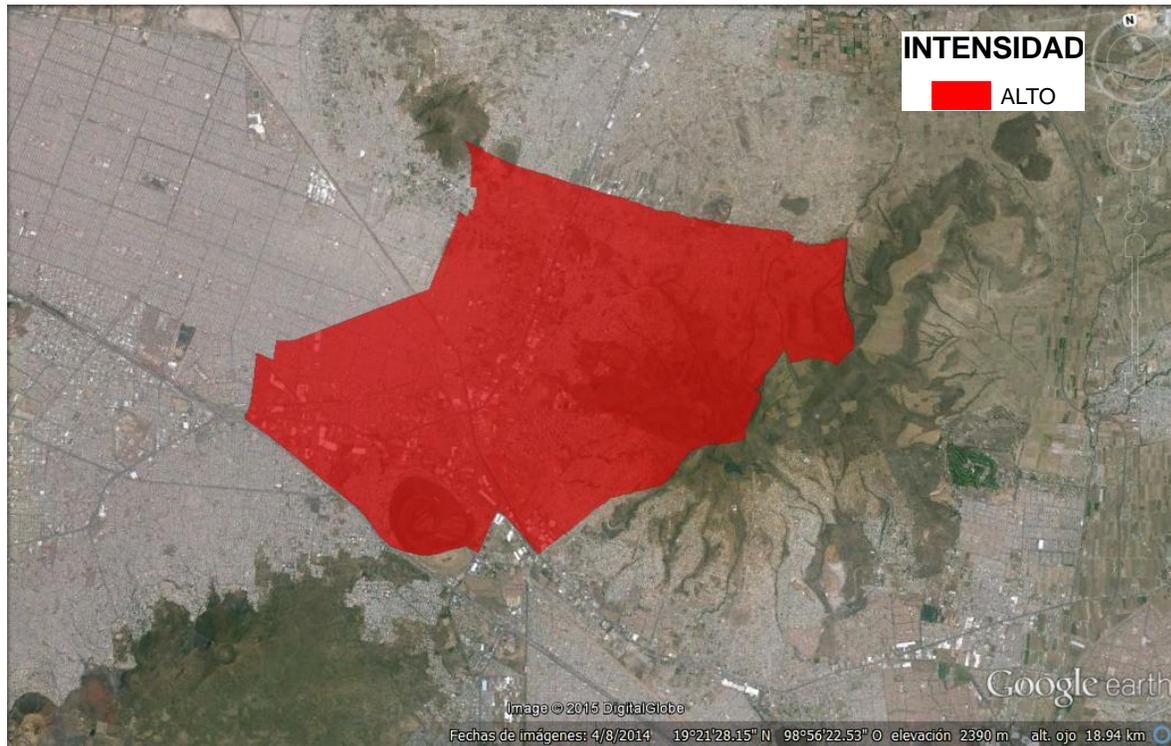


PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS POR HELADAS





PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS POR HELADAS



5.14. Tormentas de nieve

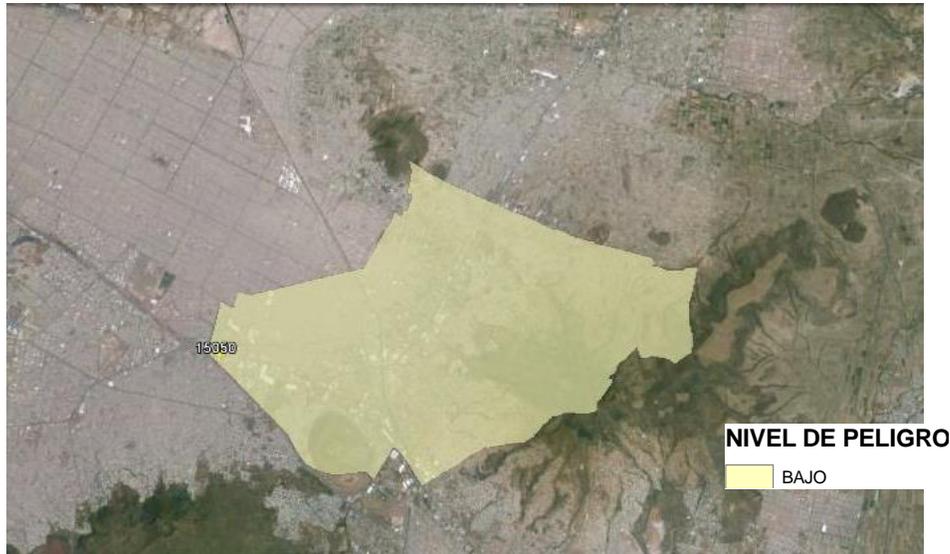
Las nevadas se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de las corrientes de aire. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. La nieve que cubre el suelo al derretirse forma corrientes de agua que fluyen o se infiltran para recargar mantos acuíferos.

En las zonas urbanas los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: apagones y taponamiento de drenajes; por los daños a estructuras endeables y derrumbes de techos. Pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente indigentes o personas de bajos recursos económicos.

En el municipio de la Paz este fenómeno se presenta con un nivel bajo.



Figura 28. Peligro por Nevadas



5.15. Tormentas de Granizo

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población, regiones agrícolas y zonas ganaderas. En las áreas de asentamientos humanos afectan principalmente 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 generan inundaciones durante algunas horas.

Con base en la información de las estaciones meteorológicas cercanas al municipio, se obtienen los datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y año, plasmado en número de días con granizo, esta información es útil para realizar la distribución espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos, sin embargo, en La Paz durante el último año registrado por el Meteorológico Nacional se ha presentado muy pocas lluvia con granizo en la zona.

Peligro

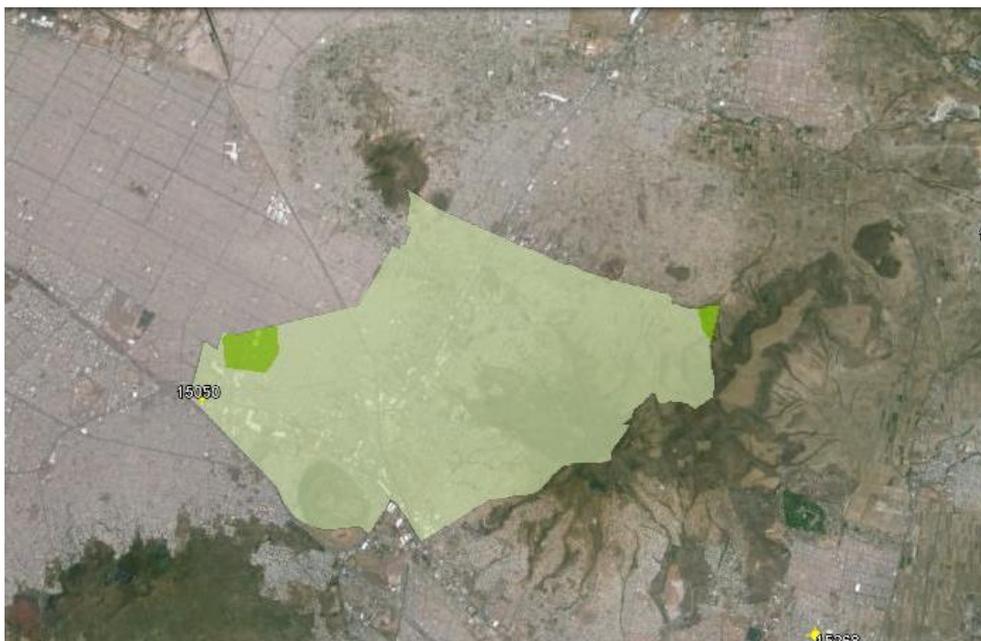
De acuerdo con el Instituto de Geografía de la UNAM, el nivel de peligro por granizo en la zona es muy bajo, pues coincide con el Servicio Meteorológico Nacional y estima una presencia de cero días con granizo en la mayor parte del territorio municipal.

Únicamente en una pequeña fracción al noreste del municipio, se han registrado dos días con granizo al año, lo cual aún lo ubica en un nivel de peligro bajo.

Figura 32. Nivel de Peligro por Granizadas



Atlas de Riesgos del
Municipio de La Paz



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Granizadas.

ESTACION: 00015050 LOS REYES		LATITUD: 19°21'28" N.				LONGITUD: 098°59'30" W.				ALTURA:					
2,248.0 MSNM.															
GRANIZO	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.4	
AÑOS CON DATOS	32	32	32	30	33	31	33	32	32	3	33	3			
											3	2			
ESTACION: 00015268 IXTAPALUCA		LATITUD: 19°19'02" N.				LONGITUD: 098°52'56" W.				ALTURA:					
2,250.0 MSNM.															
GRANIZO	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
AÑOS CON DATOS	13	14	13	13	12	12	12	12	13	1	10	1			
											1	2			
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS		LATITUD: 19°23'05" N.				LONGITUD: 098°50'46" W.				ALTURA:					
2,405.0 MSNM.															
GRANIZO	0	0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	0.1	0.	0.	0	0	1.5	
AÑOS CON DATOS	40	40	40	40	39	39	39	38	38	3	36	3			
											7	6			
ESTACION: 00009051 TLAHUAC		LATITUD: 19°15'46" N.				LONGITUD: 099°00'13" W.				ALTURA:					
2,240.0 MSNM.															
GRANIZO	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	
AÑOS CON DATOS	37	36	38	37	38	38	38	38	38	3	36	3			
											7	6			
ESTACION: 00009068 PUENTE LA LLAVE		LATITUD: 19°25'45" N.				LONGITUD: 099°03'10" W.				ALTURA:					
2,234.0 MSNM.															
GRANIZO	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0.4	
AÑOS CON DATOS	24	24	23	25	25	27	27	27	27	2	24	2			
											6	4			



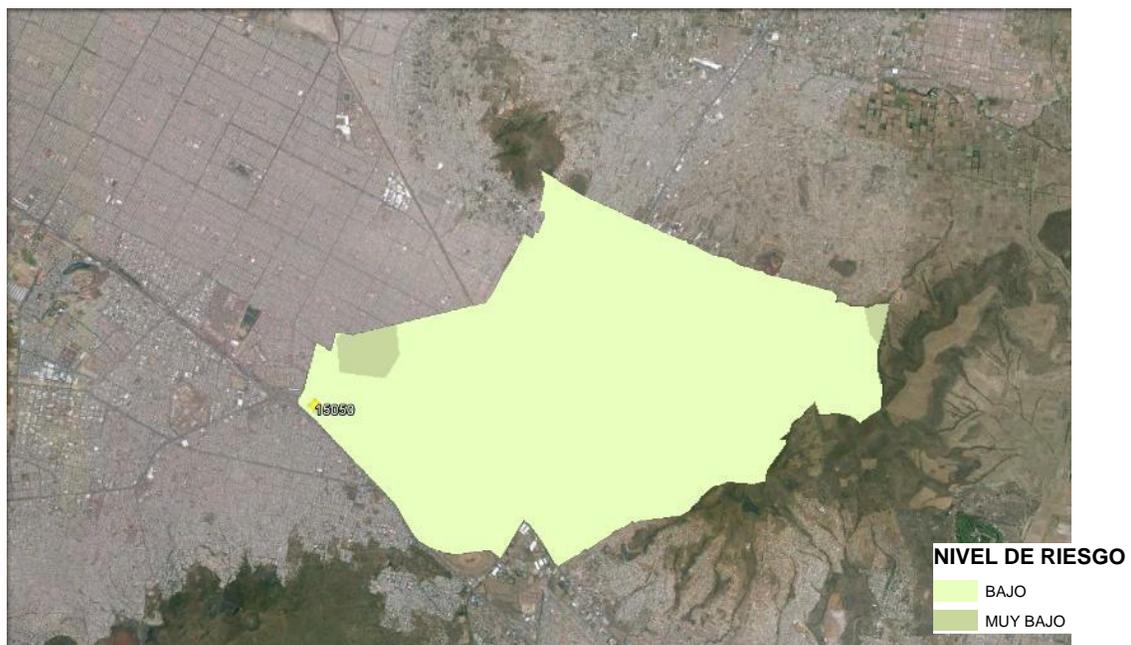
Vulnerabilidad

La mayor afectación que provocan las tormentas de granizo en las zonas urbanas es la obstrucción del drenaje lo que provoca inundaciones. Los efectos que se presentan constantemente están relacionados con la pérdida de techos, generalmente contruidos con láminas de cartón o asbesto que debido al peso del granizo acumulado llegan a desplomarse.

Por lo anterior, la zona con mayor porcentaje de viviendas con materiales endebles en sus techos se ubica en la zona sur del municipio conocida como San Isidro.

Riesgo

En este municipio se estimó el riesgo por tormentas de granizo con base en la determinación del peligro y la vulnerabilidad, en el municipio las tormentas de granizo se presentan muy esporádicamente, en general en las estaciones analizadas se presentaron en el último año menos de un día con granizo, realizando un interpolación se identificó que el nivel de riesgo es bajo en todo el municipio.





5.16. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta.²

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar.

La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera.

Sus principales efectos se deben a:

Lluvia.- Las lluvias intensas asociadas a los huracanes pueden extenderse a grandes distancias de su región central. En huracanes muy simétricos, la lluvia suele concentrarse cerca de su centro y en todas direcciones, cabe señalar, que mientras más tiempo se mantengan el huracán en tierra desprenderá mayores niveles de lluvia.

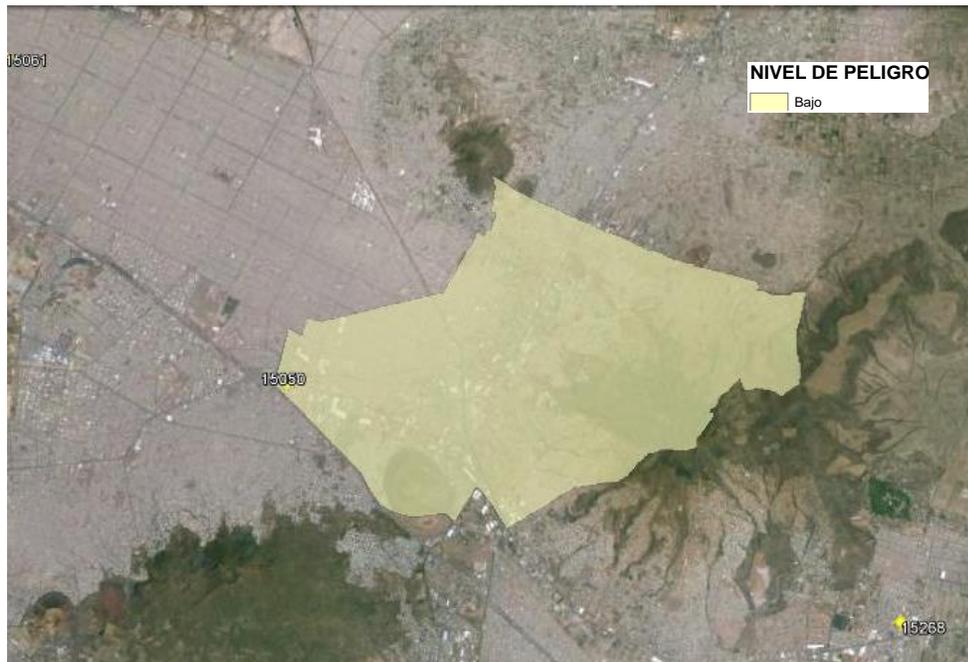
Viento.- Los vientos provocados por los huracanes son severos, alcanzan en la categoría de tormenta tropical una velocidad de 63 km/h, cuando los huracanes llegan a niveles más fuertes se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h, en estos casos los vientos pueden dañar construcciones y techumbres débiles, voltear objetos pesados como autobuses y dañar líneas eléctricas y de comunicación.

Marea de tormenta. La disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón tropical y los vientos de este fenómeno sobre la superficie del mar originan un ascenso del nivel medio del mar que es conocido como marea de tormenta. Ella puede provocar inundaciones en las zonas bajas continentales cercanas al mar y que las olas impacten sobre estructuras costeras.

Peligro

Dado que el municipio de la Paz no se ubica en la zona litoral del país, por ello únicamente podrían afectar al municipio las lluvias.

² CENAPRED; Ciclones Tropicales, 2003.

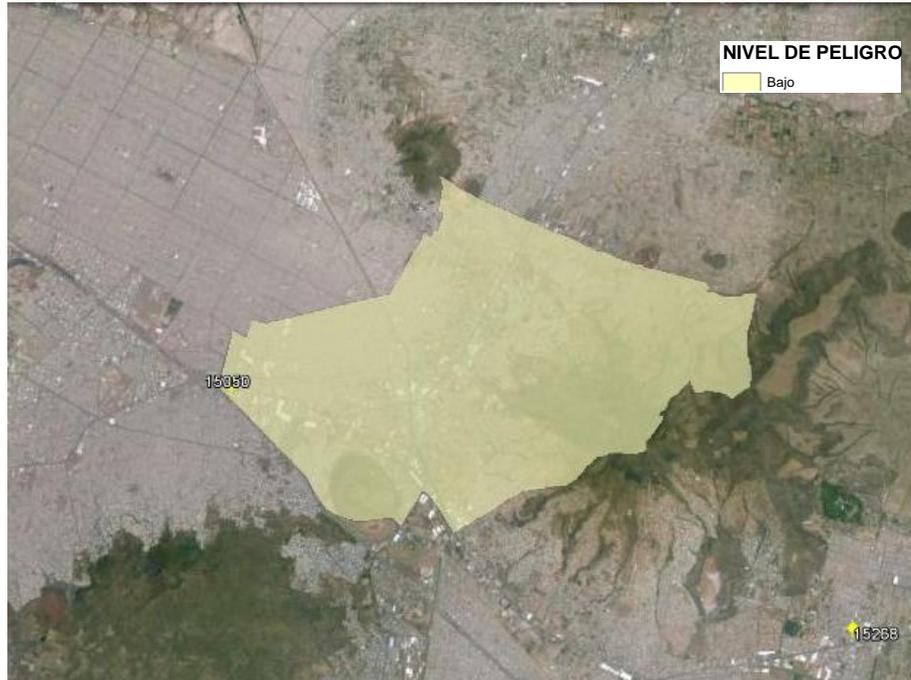


5.17. Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

Peligro

En el Municipio de la Paz no existe evidencia de que se haya presentado algún tornado.



5.18. Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico 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 del Servicio Meteorológico Nacional, en el municipio de La Paz sólo se cuenta con una estación denominada Los Reyes, para la elaboración de este análisis fue necesario realizar una interpolación con información de las estaciones más cercanas.

Peligro

De acuerdo con la información obtenida durante 29 años, se han registrado menos de 10 tormentas eléctricas por año, en el año 2010 no se identificó la presencia de este fenómeno.



Figura 26. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto de Geografía de la UNAM.

ESTACION: 00015050 LOS REYES	LATITUD: 19°21'28" N.				LONGITUD: 098°59'30" W.				ALTURA:				
2,248.0 MSNM.													
TORMENTA E.	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	32	32	32	30	33	31	33	32	32	33	33	32	
ESTACION: 00015268 IXTAPALUCA	LATITUD: 19°19'02" N.				LONGITUD: 098°52'56" W.				ALTURA:				
2,250.0 MSNM.													
TORMENTA E.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AÑOS CON DATOS	13	14	13	13	12	12	12	12	13	11	10	12	
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS	LATITUD: 19°23'05" N.				LONGITUD: 098°50'46" W.				ALTURA:				
2,405.0 MSNM.													
TORMENTA E.	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.5	0	0	0	0	0.8
AÑOS CON DATOS	40	40	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36	
ESTACION: 00009068 PUENTE LA LLAVE	LATITUD: 19°25'45" N.				LONGITUD: 099°03'10" W.				ALTURA:				
2,234.0 MSNM.													
TORMENTA E.	0.5	0.3	0	0.2	0	0.2	0.8	0.4	0.4	0.7	1.5	0.8	5.8
AÑOS CON DATOS	24	24	23	25	25	27	27	27	27	26	24	24	



Vulnerabilidad

Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). En ocasiones, las descargas eléctricas pueden provocar la muerte y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos, siendo el mayor peligro para la aviación (Hebbs, 2005).

Existen estudios que establecen que la exposición de una persona durante una tormenta eléctrica puede tener como consecuencias, parálisis, quemaduras, intensos dolores de cabeza, pérdida de audición y de la memoria o incluso la muerte.

Riesgo

De acuerdo con el CENAPRED y la Secretaría de Salud, el Estado de México es la entidad donde se ha registrado la mayor cantidad de fallecidos por tormentas eléctricas, entre 1985 y 2010 se contabilizaron 1,140 decesos provocados por tormentas eléctricas.

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, en el municipio de La Paz, solo se tiene una estación (Los Reyes), sin embargo, existen 6 estaciones en los municipios aledaños de las cuales se obtuvo información para realizar las interpolaciones necesarias.

En la estación Los Reyes se registró únicamente 0.2 veces tormentas eléctricas, sin embargo en la estación se registró una actividad de 23 tormentas eléctricas. De acuerdo a las interpolaciones realizadas.

Con base en el cálculo del peligro y la vulnerabilidad el nivel de riesgo del municipio a estimado es bajo, debido a que ambos factores tienen un nivel bajo tanto de peligro como de vulnerabilidad.

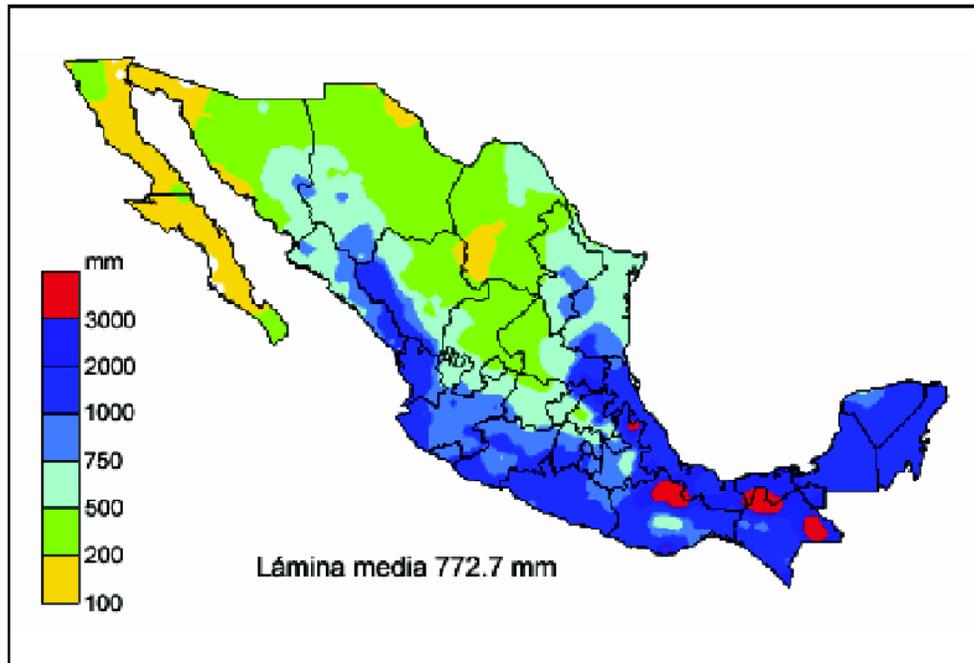
5.19. Lluvias

Cuando el sol calienta el agua superficial de los océanos, lagos y lagunas, evapora parte del agua contenida en ellos, y este vapor se eleva hacia la atmósfera. El vapor de agua al condensarse en las capas altas y frías de la atmósfera, se transforma en nubes que se presentan en diversas formas: cúmulos, cirros, estratos y nimbos. En las nubes las pequeñas gotas formadas se juntan y crecen hasta que se vuelven demasiado pesadas y regresan a la tierra como precipitación (CENAPRED, 2004b).

La precipitación puede manifestarse como lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La lluvia consiste de gotas de agua líquida con diámetro mayor a 0.5 mm. La llovizna está formada con gotas más pequeñas, de 0.25 mm o menos, que caen lentamente, por lo que rara vez la precipitación de este tipo supera 1 mm/h. La nieve está compuesta de cristales de hielo que comúnmente se unen para formar copos. El granizo está constituido por cuerpos esféricos, cónicos o irregulares de hielo con un tamaño que varía de 5 a más de 125 mm; la cellisca está formada por granos sólidos de agua cuando se congela al atravesar una capa de aire con temperatura cercana a los 0° C (CENAPRED, 2001a).



Figura 34. Zonificación de la precipitación media anual nacional.



Fuente: CENAPRED, 2001:106

Los principales mecanismos a través de los cuales se genera la precipitación son los siguientes:

- Lluvias ciclónicas, son las provocadas por los ciclones tropicales que pueden ocasionar tormentas de larga duración, del orden de varios días y abarcar grandes extensiones.
- Lluvias orográficas, se originan con las corrientes de aire húmedo que chocan con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento lo que da lugar a su condensación y, como resultado, la ocurrencia de precipitación en el lado por donde sopla el viento (barlovento) hacia las montañas.
- Lluvias invernales (frentes fríos), consisten en el desplazamiento de frentes de aire frío procedentes de la zona del polo norte y que forman las llamadas tormentas de invierno o equipatas. En el país la zona norte es la más afectada por este tipo de fenómenos.
- Lluvias convectivas, tienen su origen en el calentamiento de la superficie terrestre; el aire en contacto con zonas cálidas llega a calentarse más que en los alrededores, lo que da lugar a corrientes verticales en las que asciende el aire caliente húmedo. Estas corrientes al llegar a la capa de la troposfera, se enfrían rápidamente, produciéndose la condensación de vapor de agua y formándose nubes densas, por lo general del tipo de cúmulos. Se presentan en áreas reducidas ya que el ascenso y descenso de las corrientes sólo muestran un espacio local (Ahrens, 2000 en CENAPRED, 2004b).

En México, la mayor cantidad de precipitación se concentra en los estados del sur y sureste, con cantidades superiores a los 1,000 mm como media anual, lo cual muestra las áreas de mayor susceptibilidad para la ocurrencia de inundaciones y otros peligros asociados a este tipo de



fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, los parámetros de precipitación del municipio de la Paz son considerables y las lluvias extraordinarias se pueden presentar causando daños en la zona de estudio.

Cuadro 38. Tipos de Lluvia

No	Tipo de Lluvia	Características
1	Ciclónica.	Provocadas por ciclones, resultado del ascenso de aire por una baja de presión atmosférica.
2	Invernales	formada por el ascenso de una masa de aire caliente por encima de un frente frío
3	Orográfica	generada por el choque de aire cálido y húmedo con las montañas provocando su enfriamiento y precipitación
4	Convectiva	Resultado del ascenso del aire cálido que ascendió por ser más liviano que el aire frío que existe en sus alrededores, formando corrientes convectivas.

Fuente: CENAPRED, 2004.

Peligro

Con base en la información de las estaciones meteorológicas se realizó una interpolación de los niveles de precipitación en el municipio. De acuerdo a los registros de más de 30 años la zona con mayores precipitaciones en el municipio es el oriente, durante los meses de junio, julio y agosto la precipitación alcanza hasta 252mm como máxima mensual. Los días lluviosos en estos meses alcanzan 18 días, por ello es durante este periodo del año cuando se presentan con mayor frecuencia inundaciones.

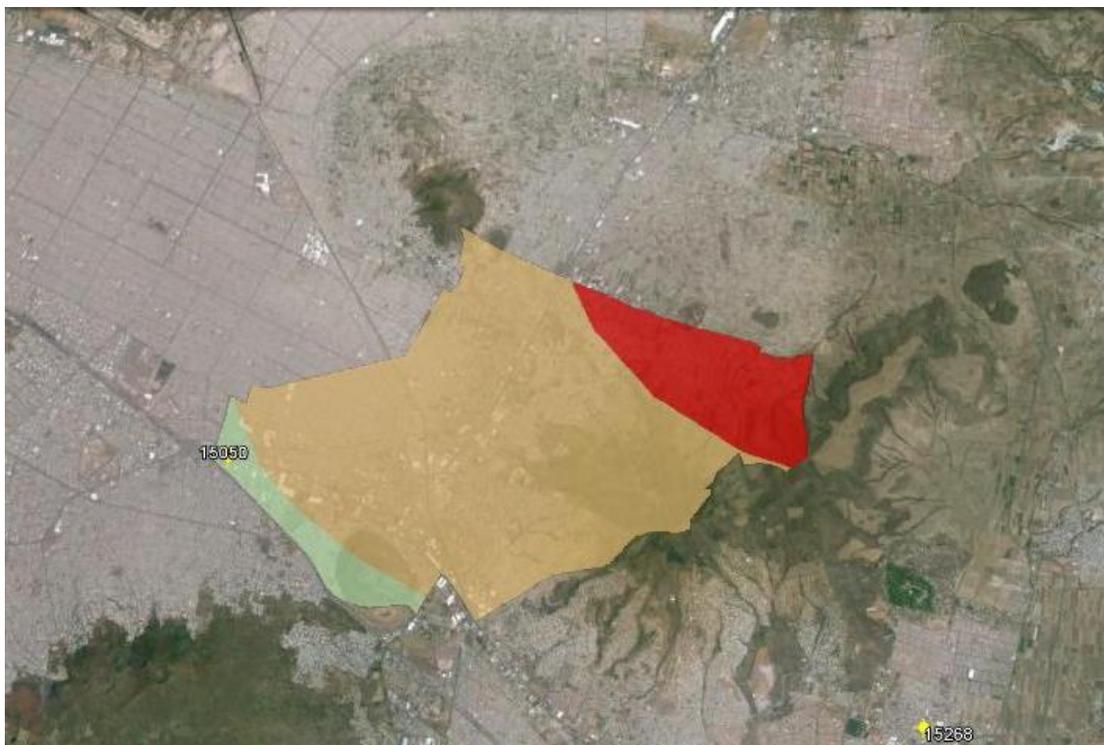
La estación meteorológica Los Reyes, que se ubica dentro del perímetro municipal presenta días de precipitación por encima de la media mensual. Durante el último año registrado se identificó un total de 94 días al año con lluvias.

La precipitación pluvial anual en el municipio asciende a 555 mm; en los meses de junio, julio, agosto y septiembre se concentra hasta el 80% del total anual de dicha precipitación, el mes de menores precipitaciones es Diciembre.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en la zona suroeste del municipio se presentan la mayor cantidad de precipitación, mientras que hacia las zonas noreste el nivel de peligro por precipitaciones extremas disminuye.



Mapa de Peligro por Lluvias



ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NO V	DI C	ANUA L
ESTACION: 00015050 LOS REYES			LATITUD: 19°21'28" N.			LONGITUD: 098°59'30" W.			ALTURA: 2,248.0 MSNM.				
LLUVIA	1.9	2.2	2.8	5.4	8.8	13.8	18.5	16.3	14	6.9	2.8	0.9	94.3
AÑOS CON DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	37	36	37	36	
ESTACION: 00015268 IXTAPALUCA			LATITUD: 19°19'02" N.			LONGITUD: 098°52'56" W.			ALTURA: 2,250.0 MSNM.				
LLUVIA	1.3	1.2	2.6	4.8	8.5	16.4	16.6	14.9	14.3	6.9	2.3	0.7	90.5
AÑOS CON DATOS	16	17	16	16	15	15	14	14	15	14	12	14	
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS MSNM.			LATITUD: 19°23'05" N.			LONGITUD: 098°50'46" W.			ALTURA: 2,405.0				
LLUVIA	1.6	1.7	3	6.3	10.2	15.8	19.2	18.5	17.2	8.5	2	1.2	105.2
AÑOS CON DATOS	42	42	42	42	41	41	41	40	40	41	40	40	
ESTACION: 00009051 TLAHUAC			LATITUD: 19°15'46" N.			LONGITUD: 099°00'13" W.			ALTURA: 2,240.0 MSNM.				
LLUVIA	1.2	1.4	1.6	2.9	6.8	11.1	14.1	13.3	11.1	5.1	1.2	0.6	70.4
AÑOS CON DATOS	41	40	42	41	41	41	41	41	41	40	39	39	
ESTACION: 00009068 PUENTE LA LLAVE MSNM.			LATITUD: 19°25'45" N.			LONGITUD: 099°03'10" W.			ALTURA: 2,234.0				
LLUVIA	2.1	1.4	1.5	4.2	6.6	11.9	14.2	11.9	8.8	4.2	1.1	1.2	69.1
AÑOS CON DATOS	28	28	27	29	29	29	28	29	29	28	27	26	



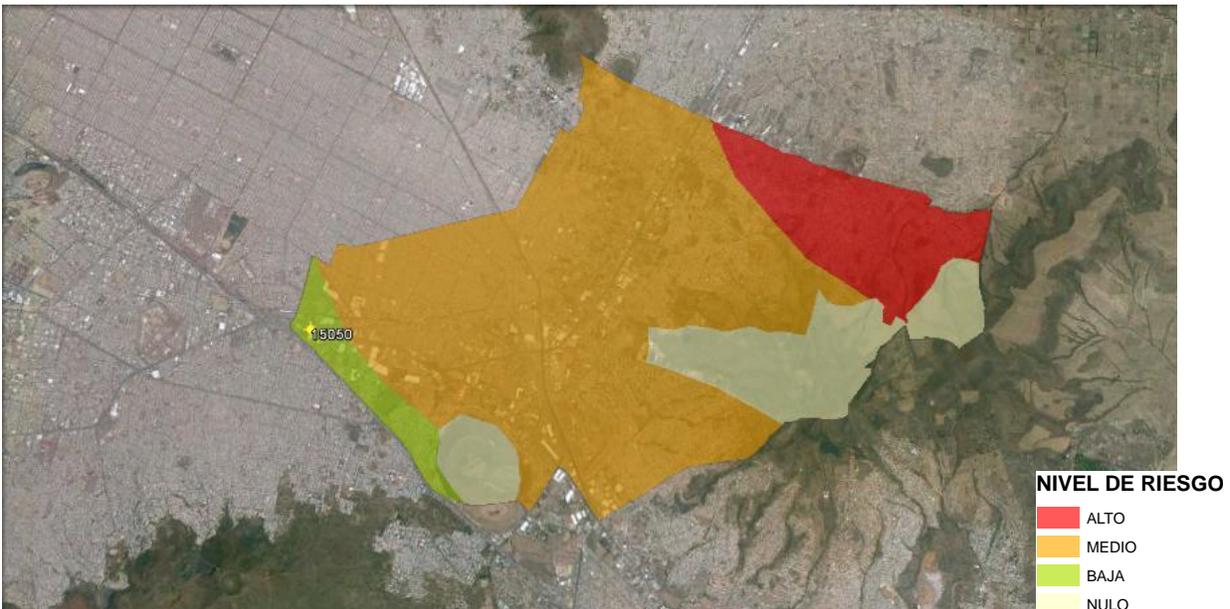
Vulnerabilidad

En el municipio de La Paz el nivel de vulnerabilidad ante lluvias extremas es de bajo a medio, debido a que se considera como factor importante en el cálculo de la vulnerabilidad las condiciones de la vivienda, los niveles más altos de vulnerabilidad ante lluvias extremas se presentan principalmente las zona norte del municipio, esto se debe principalmente a que en esta zona se ubican la mayoría de las viviendas con materiales de construcción de poca durabilidad como son paredes y techos de madera o cartón, lo cual provoca que cuando se presenten lluvias extremas las viviendas sean más vulnerables ante los efectos destructivos que puedan provocar.

Riesgo

De acuerdo con el análisis realizado el nivel de riesgo bajo se ubica en la zona poniente del municipio y la zona oriente alcanza un nivel de riesgo alto, cabe señalar que el centro del municipio y la gran mayoría de la superficie de La Paz presentan un nivel medio de riesgo ante las lluvias extremas. Cabe señalar que las zonas altas del municipio al no estar habitadas su riesgo es nulo.

El principal efecto de las lluvias extremas son las inundaciones, situación que será analizada en otro apartado.



Las colonias que se ubican en un nivel de riesgo alto ante las lluvias extremas son: Castilla Nueva y Residencial San Sebastián y Lomas de San Sebastián.

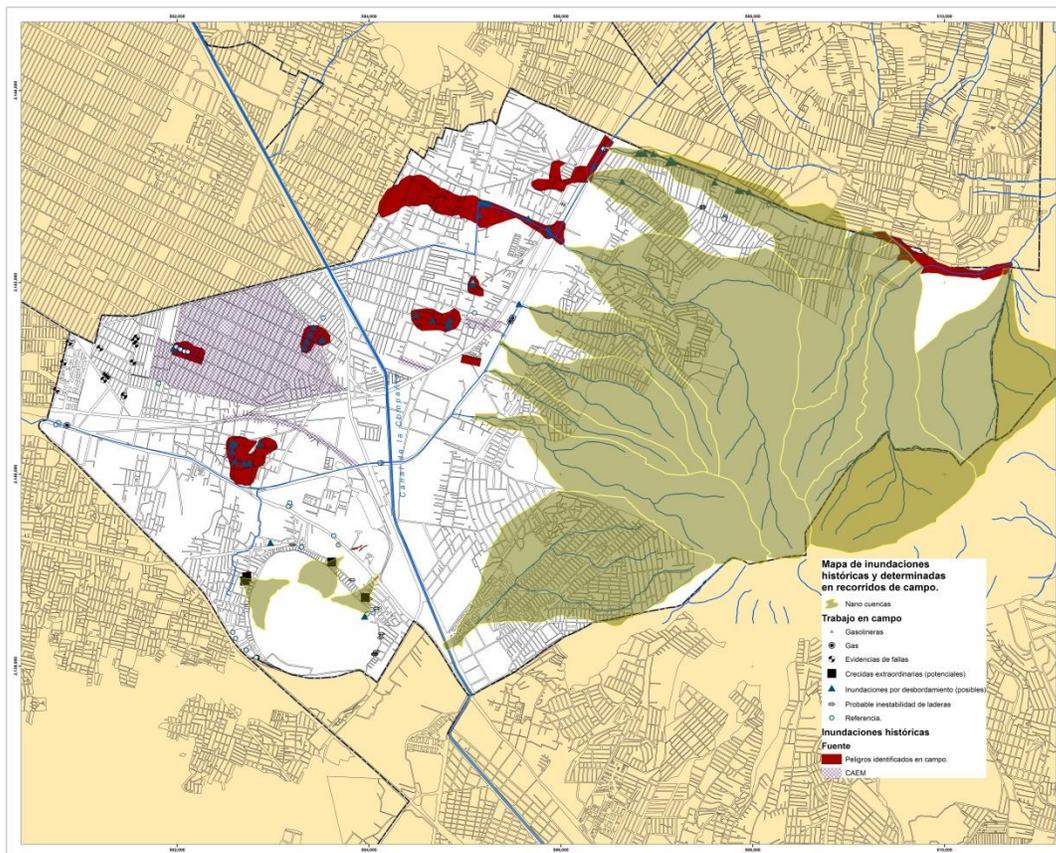
5.20. Inundaciones

La inundación es el efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.



Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Las inundaciones dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son el fenómeno natural que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas.

Figura 70. Zonas inundables determinadas en campo y con información de PCM La Paz.



Las inundaciones no previstas y de gran intensidad constituyen un riesgo natural frecuente que, en general, resultan ser muy costosas en términos de pérdidas económicas y, en algunos casos, de pérdidas de vidas humanas. La habilidad para estimar y predecir el impacto asociado con estos eventos es de vital importancia para establecer políticas que minimicen los efectos negativos, así como para evaluar alternativas futuras de control.

Los modelos HEC-RAS, ArcView 3.2 e IBER 1.9 facilitaron la determinación de las áreas de inundación para avenidas de periodos de retorno de 10, 20, 50 Y 100 años, encontrándose que las áreas clasificadas por uso de suelo más afectadas son el área urbana.



Para el estudio de las inundaciones en La Paz, se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. Las inundaciones que se presentan en el Municipio son principalmente fluviales, es decir aquellas relacionadas con los ríos, los escurrimientos y sus cauces son la “vía” por la que el agua precipitada recorre todo el Municipio. Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del Municipio, para La Paz se analizaron las inundaciones de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), y se dividieron en dos tipos básicos ambas de origen pluvial-fluvial: Ribereñas y repentinas.

Las ribereñas son aquellas relacionadas con el desbordamiento de un escurrimiento, para el Municipio, las inundaciones ribereñas se pueden presentar en dos categorías: las ribereñas con escorrentía y las de planicie.

Figura 71. Zona con amenaza de inundación ribereña en el canal de la Compañía



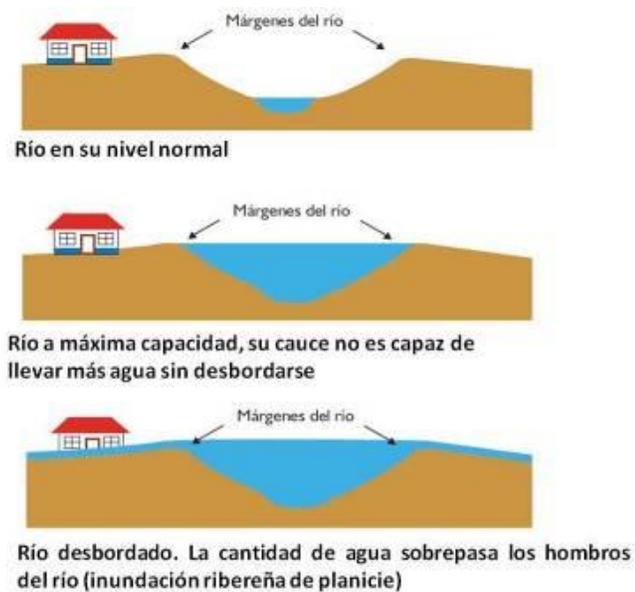
Las ribereñas con escorrentía se encuentran localizadas en zonas de pendiente pronunciada (del este del Municipio, zonas encañonadas del volcán La Caldera y el cerro El Pino en las cercanías de los escurrimientos o de los canales, su daño y peligrosidad principal se presentan durante un aumento extraordinario de los gastos en los escurrimientos, éstos pueden arrastrar materiales que al saturar los cauces naturales o artificiales (canales, drenajes, túneles, etc.) represan el agua, provocando la acumulación de agua en puntos que en primer lugar desbordan el agua por sus ‘hombros’ más bajas y



en segundo ejercen presión sobre el punto más bajo y débil de la zona mismo que 'revienta' de forma violenta y súbita, generando una pequeña inundación repentina que puede causar severos daños.

El caso de las ribereñas de planicie el aumento del tiro de agua en las mismas puede ser súbito o lento, pero siempre contenido en los cauces del escurrimiento y en el momento que sobrepasan la capacidad de gasto del cauce desbordan el líquido generando inundaciones de desplazamiento vertical estilo planicie; éstas inundaciones de desplazamiento vertical tienden a ser de una duración mucho más prolongada y el tiro de agua puede alcanzar alturas mayores a un metro. Es decir, cuando una película de agua cubre gradualmente una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación vertical. Efectos de ésta son los charcos, agua invadiendo calles, entrando en construcciones, cultivos anegados, etc. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños. Aunque no se puede descartar un aumento rápido del nivel del agua (sin que ello represente flujos o fuertes corrientes) en el canal de la Compañía su peligrosidad históricamente en el municipio ha sido nula.

Figura 72. Inundaciones ribereñas



Las inundaciones repentinas o avenidas repentinas, suceden en zonas relativamente pequeñas, localizadas en la parte baja de una microcuenca o sea en un cauce de un río en las que escurre toda el agua de una precipitación, filtraciones, deshielos e incluso descargas de aguas residuales (en el caso de La Paz esta zona es el pie de monte de La Caldera y El Pino). Son zonas susceptibles a avenidas repentinas de agua y –dada la preeminente ubicación de estas zonas en la mancha urbana– cuyos efectos desastrosos están directamente relacionados con la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias asociadas a problemas en el sistema de drenes y canalizaciones de agua pluvial del Municipio.



Figura 73. En las zonas altas del cerro El Pino se identificaron pendientes mayores a 50° (sin embargo no hay ningún asentamiento en esa zona).

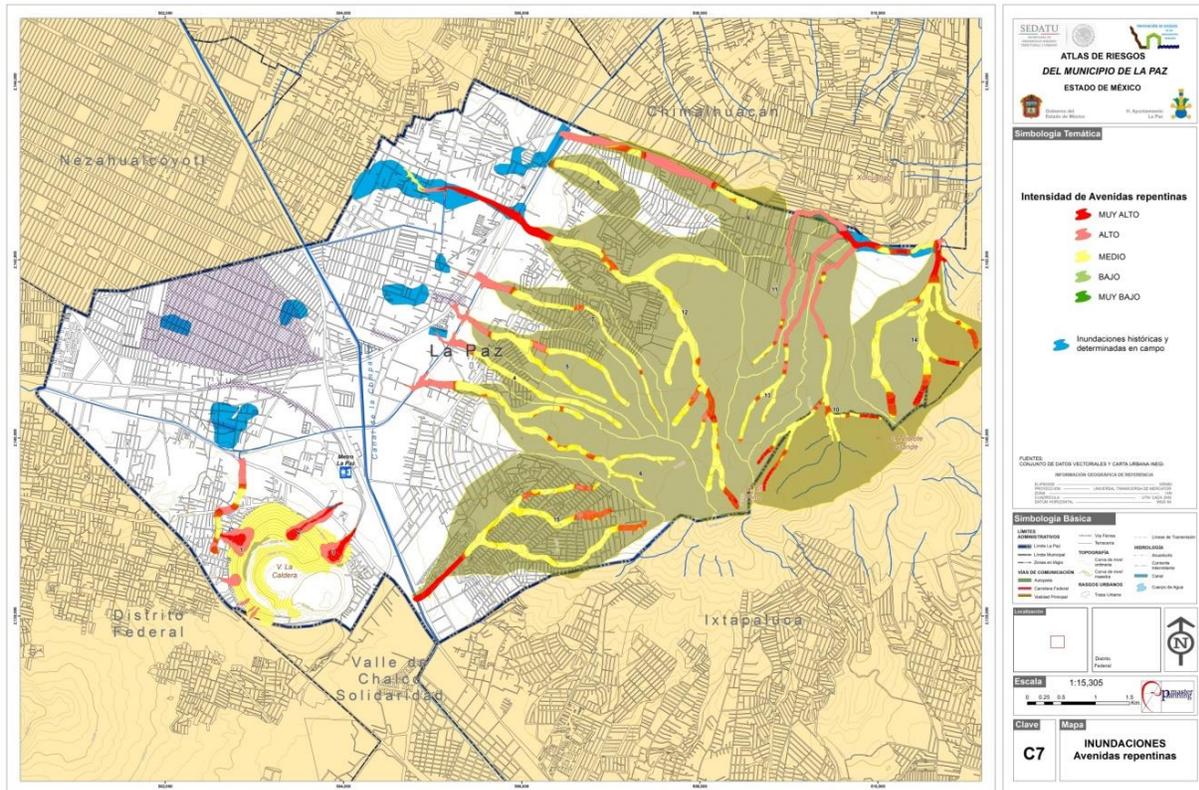


Se presentan en las zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de ríos del Municipio; los volúmenes de agua son extraordinarios y fluyen rápidamente arrastrando todo lo que esté en el cauce, son corrientes de agua, lodo, piedra y materiales orgánicos que escurren con un alto poder destructivo, se pueden desarrollar incluso en minutos y sin indicaciones visibles de lluvia. Es decir, cuando en un cauce se incrementa en poco tiempo la cantidad de agua que fluye en él, ya sea por el ingreso de agua de lluvia o por las descargas de una presa, se dice que se ha producido una avenida.

Dependiendo de la rapidez con que se presenta el cambio en la cantidad de agua se puede hablar de avenidas súbitas, las cuales tienen un fuerte efecto destructivo. Usualmente, resultan de situaciones climáticas que cambian rápidamente, tal como el desarrollo repentino de una intensa tormenta local sobre la cuenca de drenaje de un río o un pequeño riachuelo.



Figura 74. Inundaciones repentinas.



Método

Para el establecimiento del modelo para zonas de inundación se desarrolló la siguiente metodología:

1. Se efectuó la delimitación de la zona de estudio, mediante la localización de las cuencas.
2. Posteriormente se realizó un diseño para determinar los parámetros más representativos del escurrimiento (Montgomery, 1991, Manning, CONAGUA).
3. Se cuantificó y representó el escurrimiento de la cuenca mediante el modelo en HECRAS y posteriormente en IBER 1.9.
4. Con el empleo de un simulador de lluvias se establecieron las precipitaciones que ocurren en la cuenca, los tipos de suelo y su deforestación.
5. Con los resultados obtenidos de la simulación se obtuvo la primera aproximación del modelo matemático que se representa los escurrimientos superficiales y a los cuerpos de agua. Este punto fue refinado con análisis de percepción remota y trabajo en campo.

Para el caso de La Paz, se determinó que la cuenca que causa mayores estragos en la población, debido a inundaciones, es la 12 que desciende del Cerro El Pino.



Figura 75. Segmentación de cauces e identificación de pendientes.

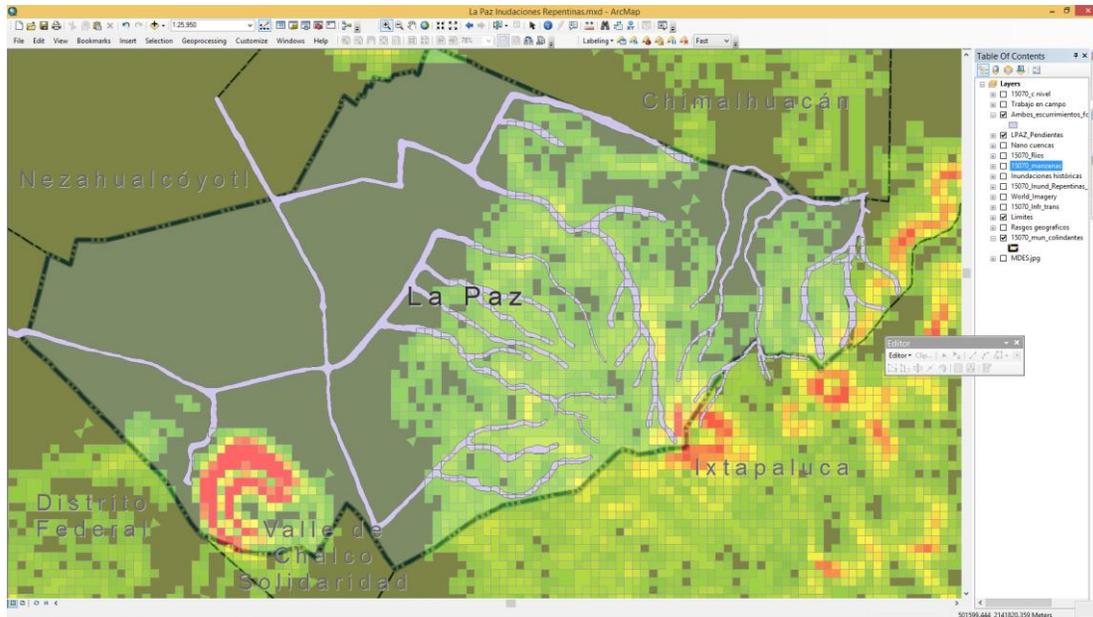
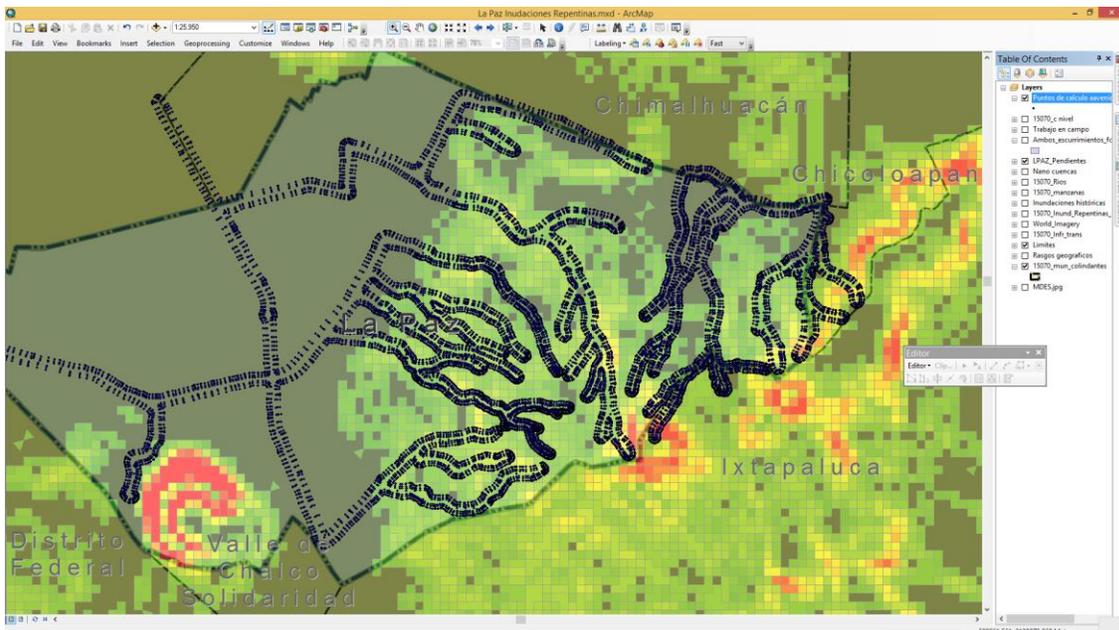


Figura 76. Asignación de valores por vértices para generar raster.



En el municipio de La Paz se emplearon métodos de valoración de píxeles para las avenidas repentinas. La valoración de los píxeles se caracterizó con la ponderación de las variables de pendiente, rugosidad del suelo y tamaño de la cuenca hidrográfica; a tal fin se ensayan dos interpoladores diferentes, la media ponderada por el inverso de la distancia (IDW-PID) y el Kriging,



para generar capas completas del territorio y determinar cuáles son las diferencias que emergen en los patrones obtenidos. Por otro, se exploran las potencialidades de visualización avanzada de los SIG, con el objetivo de penetrar más en los resultados y apreciar mejor las relaciones de avenidas repentinas en La Paz.

Figura 77. Asignación de valores a puntos para inundaciones repentinas.

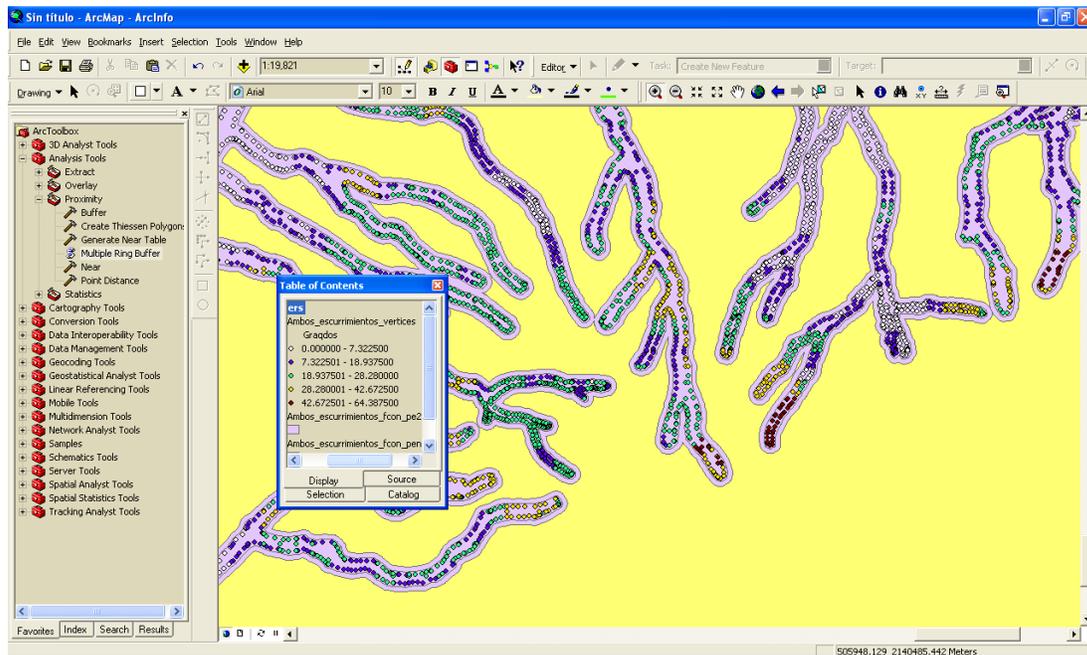


Figura 78. Normalización de variables.

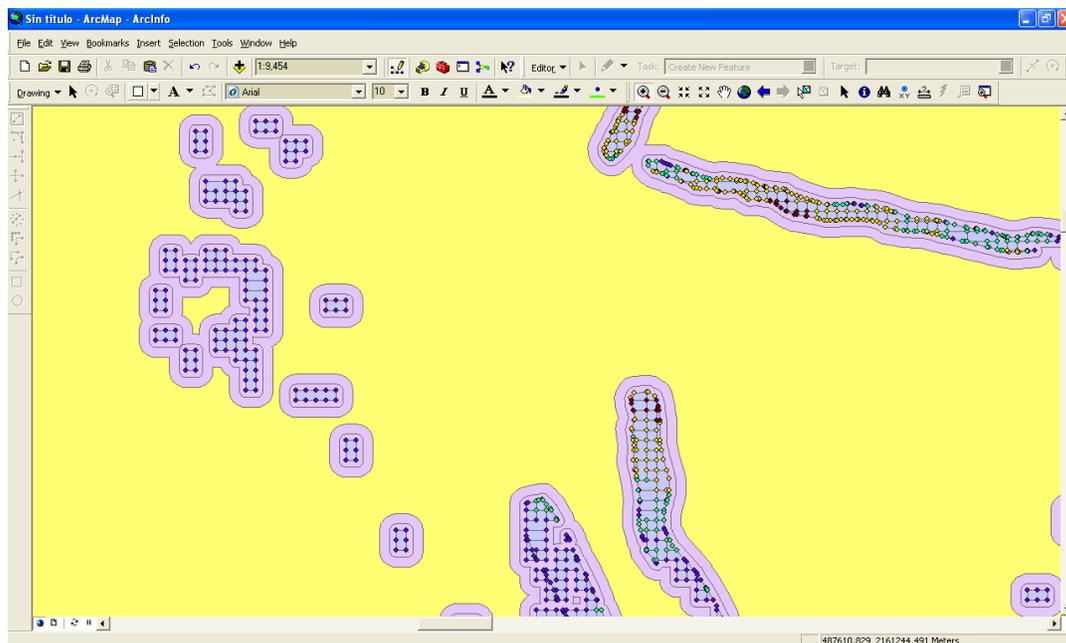
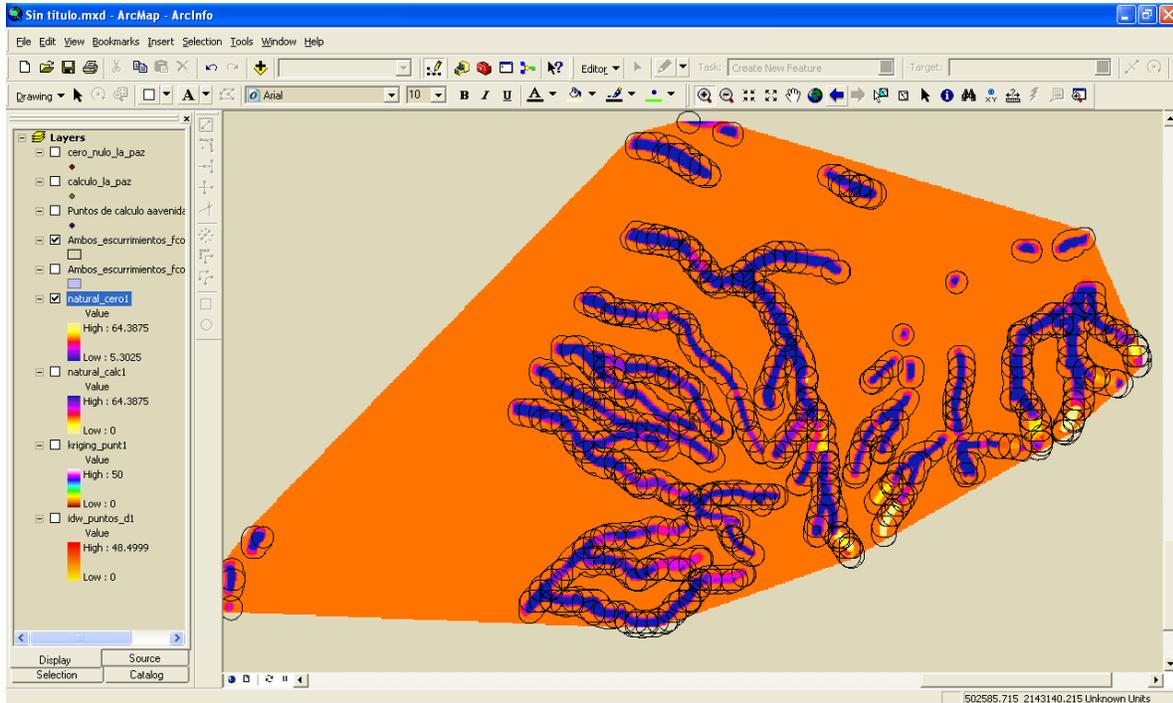




Figura 79. Raster resultado de la interpolación de valores (asociados a inundaciones repentinas)



Método general: IDW (ponderación por distancia)

La interpolación del punto problema se realiza asignando pesos a los datos del entorno en función inversa de la distancia que los separa -inverse distance weighting, IDW-.

La fórmula general es:

$$\hat{z}_j = \sum_{i=1}^n k_{ij} \cdot z_i$$

donde \hat{z}_j es el valor estimado para el punto j ; n es el número de puntos usados en la interpolación; z_i el valor en el punto i -ésimo y k_{ij} el peso asociado al dato i en el cálculo del nodo j . Los pesos k varían entre 0 y 1 para cada dato y la suma total de ellos es la unidad. Para establecer una función de proporcionalidad entre el peso y la distancia, la fórmula general queda como sigue:



$$\hat{z}_j = \frac{\sum_i \frac{z_i}{d_{ij}^b}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^b}}$$

donde $k_{ij} = 1/d_{ij}^b$ y b es un exponente de ponderación que controla la forma en la que el peso disminuye con la distancia.

Esta familia de métodos permitió la generación del modelados de inundaciones repentinas de una forma lo más precisa de acuerdo a la información altimétrica en el municipio de La Paz. Sin embargo, se trata esencialmente de una media ponderada y, por tanto, el resultado se encuentra siempre incluido dentro del rango de variación de los datos. Por este motivo, el correcto tratamiento de las formas cóncavas y convexas depende estrechamente de la distribución de los puntos originales y la presencia de datos auxiliares se hace muy conveniente.

Figura 80. Las pendientes en el Volcán La Caldera alcanzan hasta 45° y con suelos pavimentados se puede escurrir hasta un 90% del agua de lluvia (después de varias horas de precipitación). Las pendientes son parte del cálculo para avenidas repentinas.



La hipótesis de la variable regionalizada (kriging)

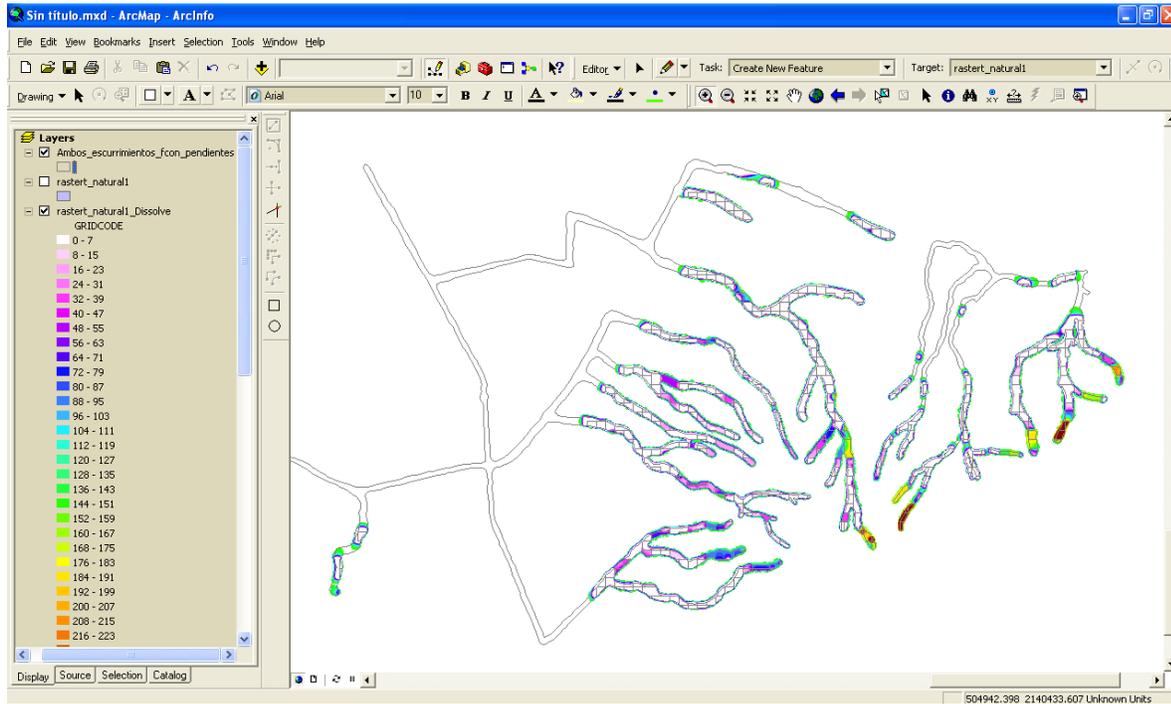
El kriging es un método de interpolación con una expresión general similar a la anterior.

La diferencia básica es que asume que la altitud puede definirse como una variable regionalizada. Esta hipótesis supone que la variación espacial de la variable a representar puede ser explicada al



menos parcialmente mediante funciones de correlación espacial: la variación espacial de los valores de z puede deducirse de los valores circundantes de acuerdo con unas funciones homogéneas en toda el área.

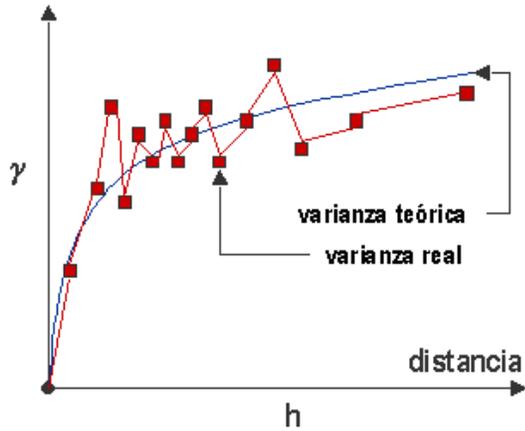
Figura 81. Raster interpolado, clasificado y convertido a vectores



Las funciones pueden deducirse analizando la correlación espacial entre los datos en función de la distancia entre ellos midiendo la semivarianza entre datos separados por distancias diferentes (Oliver y Webster, 1990:315, Royle et al., 1981).



Figura 82. Semivariograma donde la varianza real se ajusta a una distribución teórica; ésta se aplicó para la estimación de pesos para avenidas repentinas en La Paz.



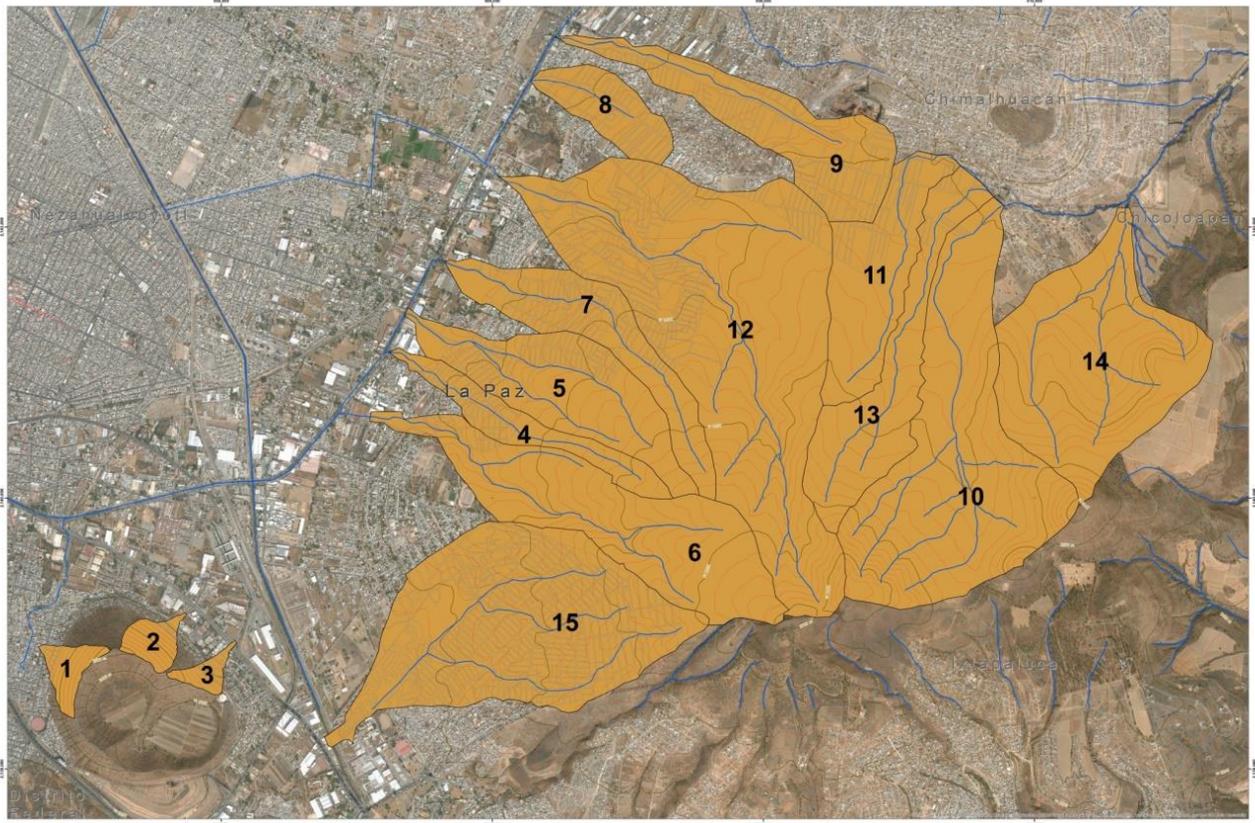
. Nanocuenclas en La Paz		
No	Tipo	Ha
1	Cuenca pluvial No 1 de 12.894 ha	12.894
2	Cuenca pluvial No 2 de 12.5245 ha	12.5245
3	Cuenca pluvial No 3 de 7.5259 ha	7.5259
4	Cuenca pluvial No 4 de 43.4138 ha	43.4138
5	Cuenca pluvial No 5 de 106.0214 ha	106.0214
6	Cuenca pluvial No 6 de 162.5425 ha	162.5425
7	Cuenca pluvial No 7 de 83.2263 ha	83.2263
8	Cuenca pluvial No 8 de 38.7107 ha	38.7107
9	Cuenca pluvial No 9 de 99.0837 ha	99.0837
10	Cuenca pluvial No 10 de 246.0015 ha	246.0015
11	Cuenca pluvial No 11 de 88.1399 ha	88.1399
12	Cuenca pluvial No 12 de 381.1197 ha	381.1197
13	Cuenca pluvial No 13 de 97.9647 ha	97.9647
14	Cuenca pluvial No 14 de 188.1105 ha	188.1105
15	Cuenca pluvial No 15 de 249.2608 ha	249.2608



Atlas de Riesgos del
Municipio de La Paz



Figura 83. Cuencas en el municipio. De la 1 a la 3 corresponden al volcán La Caldera, mientras el resto son de El Pino.





CAPÍTULO VI. OBRAS DE MITIGACIÓN

Vulcanismo

Mejorar el conocimiento sobre vulcanismo y el impacto de los mismos

- Realizar vínculos con instituciones encargadas del monitoreo de los volcanes en México, como CENAPRED o Servicio Sismológico Nacional. Se recomienda el monitoreo de sus sitios web en los cuales se encuentra información en tiempo real.
- Evaluar bajo multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por erupciones volcánicas.

Disminuir la vulnerabilidad

- Mejorar la capacidad de resistencia de los sistemas expuestos, construir albergues para la población y puentes carreteros para no perder la comunicación con poblaciones aisladas.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios. Así también se sugiere la elaboración de folletos informativos acerca de los peligros volcánicos.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos volcánicos.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad), ubicando albergues para este tipo de fenómenos volcánicos.

Sismos

Mejorar el conocimiento sobre sismos y su impacto

- Georeferenciar agrietamientos y deformaciones del terreno en todo el municipio.
- Elaborar estudios más específicos sobre el impacto de la actividad Sísmica.
- Realizar estudios y evaluaciones multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por sismos.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Determinar procesos de seguridad con respecto a los sismos.
- Reubicar a la población asentada en las zonas de alta peligrosidad.

Disminuir la vulnerabilidad

- Supervisar el cumplimiento del reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Evaluar y mejorar la capacidad de resistencia de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a fallas y grietas.



- Evaluar la seguridad de las construcciones públicas concentradoras de población (edificios públicos, escuelas, teatros, estadios) y de ser necesario realizar obras de reforzamiento estructural.
- Por medio del inventario y caracterización de las estructuras de obras civiles definir las necesidades de reforzamiento, renovación o demolición de las mismas.
- Evaluar las condiciones de inseguridad de las viviendas en las colonias más antiguas de la ciudad y en los asentamientos precarios, para sugerir programas de reemplazo o mejoramiento de vivienda.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos sísmicos.
- Establecer un sistema de alerta sísmica mediante la cual se envíe una señal de alarma previa a la manifestación de un sismo mayor a 6 grados.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad).

Inestabilidad de laderas

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de inestabilidad de laderas.

- Realizar estudios específicos sobre la mecánica del suelo para determinar con precisión el riesgo de la zona y con base en ellos definir si es necesaria la reubicación de edificaciones.
- Monitoreo por percepción remota, la extensión superficial de los deslizamientos en grandes áreas es determinada más efectivamente usando fotos o imágenes de satélite. Las primeras representan una buena opción para la identificación de procesos debido a su relativo bajo costo y media-alta resolución. Las imágenes de satélite gratuitas, como las de la serie LANDSAT, pueden ser útiles en la identificación de grandes y medianos deslizamientos y para notar los cambios en la cubierta de suelo y vegetal, lo cual puede estar asociado con la actividad de los deslizamientos y de fallas.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Respetar una franja mínima de seguridad en la parte alta y baja de las laderas y si es necesario reubicar las viviendas con pendientes mayores a 18 grados y más próximas a la ladera.
- Evitar asentamientos humanos en zonas próximas a ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Construir muros de contención o presas de gavión para evitar el derrumbe de material térreo y de ser necesario reforzar o reemplazar los existentes.



- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas al deslizamiento.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de deslizamiento.



Figura 84. Desazolve del canal de desagüe. Obstruye el corrimiento de agua y genera acarreo de material hacia las viviendas, con esto se evitaría flujos de lodo y caída de rocas.



Figura 85. Muro de contención o pequeño gavión en las colonias Loma encantada y Emiliano Zapata. Para evitar el corrimiento de rocas por inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación hacia las viviendas que se ubican cerca de las laderas.





Figura 86. Mapa de obras de mitigación, muro de contención o pequeño gavión en las colonias Loma encantada y Emiliano Zapata. Para evitar el corrimiento de rocas por inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación hacia las viviendas que se ubican cerca de las laderas.

Hundimientos y subsidencia

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de subsidencia.

- Establecer el impacto de los impactos en el subsuelo, para caracterizar la subsidencia.
- Supervisar el cumplimiento del reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Evaluar y mejorar la capacidad de resistencia de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a fallas y grietas (Figura 86).

Disminuir la exposición de la población al peligro

- No permitir asentamientos en lugares de relleno con cascajo y basura, respetar una franja mínima de seguridad.
- Evitar los asentamientos humanos en zonas próximas a grietas activas, ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas a grietas.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de grietas y subsidencia.

Actualmente al no existir un equilibrio entre la extracción y recarga de los mantos freáticos, las acciones realizadas en torno a hundimientos y subducción son inexistentes. Pues no se ve una solución posible, debido a que no se puede dejar de usar agua de los pozos pero al seguir extrayendo agua seguirá el colapso de suelo.

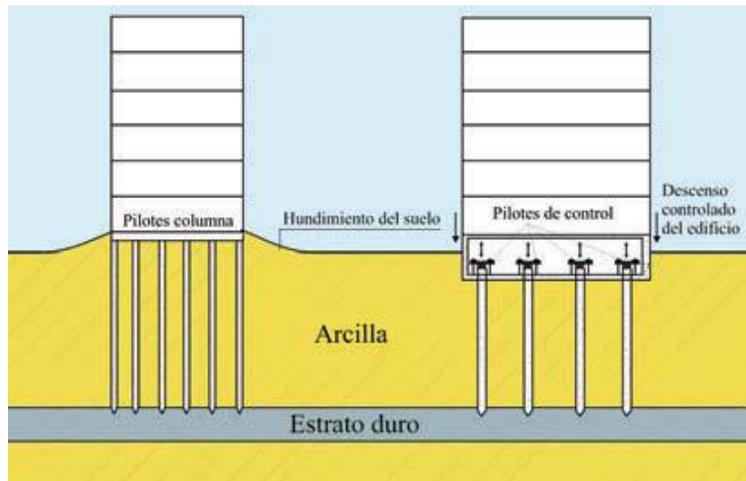


Figura 87. Ejemplo de cimentaciones realizadas con pilotes columna y pilotes de control.

Agrietamientos

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de Grietas

Realizar estudios específicos sobre la mecánica del suelo para determinar con precisión el riesgo de la zona y con base en ellos definir si es necesaria la reubicación de edificaciones.

Analizar el impacto de la presión en el agua del subsuelo, para caracterizar posibles agrietamientos de la zona.

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de Grietas

Realizar monitoreo para evaluar el desarrollo de grietas y levantamientos, incluyen evaluación repetida o reconocimientos convencionales en campo, instalación de diversos instrumentos para medición directa de los movimientos, e inclinómetros para registrar los cambios en la inclinación del talud cerca de las grietas y zonas de mayor movimiento vertical. Los métodos subsuperficiales incluyen la instalación de inclinómetros e instrumentos acústicos que captan el ruido de las rocas, para registrar los movimientos cerca de las grietas áreas de deformación del terreno; igualmente se usan pozos excavados con barrenas de cangilón tan anchos como para acomodar allí una persona, quien localiza, registra y monitorea las grietas y deformaciones en profundidad; así mismo, técnicas geofísicas para localizar las superficies de ruptura dentro de la zona en deslizamiento.



Figura 88. Mapa de seguimiento de fallas y grietas.

Monitoreo por percepción remota con imágenes de satélite de alta resolución, para revisar actividad por fallas. Imágenes con las cuales se pueden identificar grietas de tamaño pequeño, pero también cabe destacar que muchas de estas se encuentran por debajo de la cobertura vegetal y ni siempre son bien vistas.

PROPUESTAS DE OBRAS Y ACCIONES				
FENÓMENOS/RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA	OBSERVACIONES
Deslizamientos de taludes	Colonias Loma encantada y Emiliano Zapata.	Corrimiento de rocas por inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación	Muro de contención o presa gavión	Inestabilidad o derrumbes que bajan por efecto de agua y gravitación hacia las viviendas que se ubican cerca de las laderas.
Deslizamientos de taludes	Colonias Loma Encantada y Emiliano Zapata.	Obstrucción del Canal de corrimiento de agua y material acarreo	Desazolve del canal de desagüe. con esto se evitaría flujos	Obstruye el corrimiento de agua y genera acarreo de material hacia las viviendas