

2026



ALCALDÍA
TLALPAN
NUESTRA CASA SE TRANSFORMA
2024 - 2027

ATLAS DE Riesgos 2026

Herramienta estratégica para la prevención y gestión del riesgo, orientada a salvaguardar la vida, el patrimonio y el entorno natural de Tlalpan.



CONTENIDO

DISPOSICIONES GENERALES	12
Presentación.....	13
Marco Conceptual.....	14
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN E INCIDENCIAS DE FENÓMENOS.....	17
Introducción	17
Características generales.....	18
Descripción breve de los fenómenos que inciden en Tlalpan	18
Objetivos	23
Marco Normativo.....	24
Marco Jurídico Internacional	25
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	35
Delimitación Territorial	35
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO NATURAL.....	44
Descripción general del medio natural.....	44
Fisiografía	44
Geomorfología	45
Geología	47
Edafología.....	53
Hidrología	55
Clima	58
Uso de Suelo y Vegetación.....	59
Áreas Naturales Protegidas.....	60
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS.....	63
Población.....	63
Dinámica Demográfica.....	63
Distribución y densidad de la población	64
Fecundidad	66
Mortalidad y esperanza de vida	67
Características sociales.....	67
Migración.....	67
Población con discapacidad	68
Grupos Étnicos	69

Educación	70
Religión.....	72
Acceso a los servicios de salud	72
Vivienda.....	73
Marginación.....	85
Pobreza y Rezago Social.....	87
Principales actividades económicas	93
Población Económicamente Activa	93
Infraestructura urbana, equipamiento y servicios	97
Salud.....	97
Educación	101
Mercados y tianguis	103
Infraestructura hidráulica	103
Infraestructura eléctrica.....	104
Comunicaciones y transporte.....	105
Edificios Gubernamentales y otras instalaciones	107
Sistemas Reguladores.....	109
Áreas de Conservación Patrimonial	110
Reserva Territorial	112
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES.....	114
Fenómenos Geológicos	115
Peligro Sísmico	115
Inestabilidad de laderas.....	119
Hundimientos y agrietamientos	148
Peligro volcánico	151
Fenómenos Hidrometeorológicos.....	159
Inundaciones.....	159
Temperatura	193
Precipitación pluvial	196
Sequías	199
Heladas.....	201
Granizo	202
Vientos	203
Tormentas eléctricas	206
Fenómenos Químico-Tecnológicos	207
Fugas Tóxicas	208
Explosiones	209
Flamazo	210

Derrames	211
Incendios	212
Fenómenos Sanitario-Ecológicos	216
Contaminación de suelo	216
Contaminación de aire.....	218
Contaminación de agua	220
Plagas	222
Epidemias	225
Fenómenos Socio-Organizativos	227
Fiestas patronales	228
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES.....	229
REFERENCIAS.....	231
CRÉDITOS.....	235

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de fallas	52
Figura 2. Sismos interplaca e intraplaca.....	116
Figura 3. Epicentro e hipocentro	116
Figura 4. Esquema deslizamiento	121
Figura 5. Esquema de los elementos de un deslizamiento.....	121
Figura 6. Deslizamientos rotacionales.....	121
Figura 7. Deslizamientos: A) Rotacional; B) Traslacional	122
Figura 8. Flujos: A) de lodo; B) de Tierra; C) Avalancha de detritos	122

Figura 9. a) Caído de roca; b) Vuelco o volteos.....	123
Figura 10. a) Reptación; b) Desplazamiento lateral (Solifluxión)	123
Figura 11. Esquema de factores de inestabilidad	124
Figura 12. Factores para el cálculo de la susceptibilidad	126
Figura 13. Ponderación para la determinación de susceptibilidad para inestabilidad de laderas.	131
Figura 14. Clasificación de alertamiento por lluvia (en milímetros)	136
Figura 15. Estados de los productos volcánicos.....	152
Figura 16. Principales peligros volcánicos	153
Figura 17. Zonas de peligrosidad	155
Figura 18. Recomendaciones por fases.....	158
Figura 19. Constantes del tamaño de la muestra n en la función Gumbel	164
Figura 20. Logotipo de plataforma de simulación Iber.....	172
Figura 21 Modelo de elevación, Tlalpan	173
Figura 22. Grupos hidrológicos del suelo.	175
Figura 23. Distribución de rugosidad en IBER.....	176
Figura 24. Distribución del coeficiente de pérdidas por infiltración en modelo numérico	176
Figura 25 Dirección de flujo en la zona de la calle Balancán.....	181
Figura 26. Dirección de flujo en la zona de la calle Agustín Melgar	184
Figura 27 Dirección de flujos en la zona de la calle Divisadero.....	188
Figura 30. Línea del tiempo de incendios forestales en la alcaldía Tlalpan.....	213
Figura 31. Manejo integral de residuos.....	217
Figura 32. Recolección de basura en Tlalpan.....	217
Figura 33. Pirámide de los efectos de salud asociados a la mala calidad del aire.	219
Figura 34 Brigadas de rescate del Río Magdalena y Río Eslava	220
Figura 35. Síntomas del dengue	223

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Eventos históricos registrados.....	19
Gráfica 2. Porcentaje de tipos de suelo.....	54
Gráfica 3. Distribución de población total por sexo.	63
Gráfica 4. Evolución de la población en el periodo 1990-2020.....	64
Gráfica 5. Pirámide poblacional de la alcaldía Tlalpan	64
Gráfica 6. No. de nacimientos registrados, 1994-2024	66
Gráfica 7. Población de 15 años y más analfabeta por grupo de edad y sexo.....	70
Gráfica 8. Grado de estudios	71
Gráfica 9. Religiones mayoritarias en la alcaldía.....	72
Gráfica 10. Acceso de la población a servicios de salud.....	72

Gráfica 11. Número de dormitorios y cuartos por vivienda particular habitada..... 84

Gráfica 12. Carencias en las viviendas habitadas de Tlalpan 87

Gráfica 13. Evolución del Índice de rezago social por localidad 88

Gráfica 14. Población Económicamente Activa y No Activa de Tlalpan 93

Gráfica 15. Población No Activa de Tlalpan..... 93

Gráfica 16. Distribución porcentual de la población ocupada por sector económico 94

Gráfica 17. Número de Unidades Económicas por sector 95

Gráfica 18. Tipos de unidades médicas presentes en la alcaldía Tlalpan..... 97

Gráfica 19. Porcentaje de unidades médicas según su sector 99

Gráfica 20. Porcentajes de consultorios y hospitales generales por sector..... 100

Gráfica 21. Porcentaje de participación del sector público y privado en la educación 101

Gráfica 22. Escuelas del sector público 102

Gráfica 23. Escuelas del sector privado..... 102

Gráfica 24 Curva I-D-Tr, Tlalpan 166

Gráfica 25 Hietograma para periodo de retorno de 2 años 168

Gráfica 26. Hietograma para un periodo de retorno de 5 años 169

Gráfica 27 Hietograma para un periodo de retorno de 10 años 170

Gráfica 28 Hietograma para un periodo de retorno de 25 años 171

Gráfica 29. Hietogramas simulados en IBER. 177

Gráfica 30. Temperaturas máximas registradas por año, 1994-2025 194

Gráfica 31. Temperaturas máximas registradas por mes, 1994-2025..... 194

Gráfica 32. Temperaturas mínimas registradas por año, 1994-2025..... 195

Gráfica 33. Temperaturas mínimas registradas por mes, 1994-2025..... 195

Gráfica 34. Precipitación máxima registradas por año en las estaciones climatológicas activas de la alcaldía Tlalpan, 1994-2025 198

Gráfica 35. Precipitación máxima registrada por mes, 1994-2025..... 198

Gráfica 36. Frecuencia del impacto de sequías en la alcaldía Tlalpan, 2003-2024..... 200

Gráfica 37. Frecuencia del impacto de sequías por mes, 2003-2024..... 200

Gráfica 38. Incendios forestales por año..... 214

Gráfica 39. Promedio de contaminantes en un periodo de 4 años. 219

Gráfica 40. Casos de enfermedades crónico-respiratorias por sexo..... 226

Gráfica 41. Distribución poblacional del SARS-COV-2 en Tlalpan..... 227

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa base..... 35

Mapa 2. Unidades territoriales de la alcaldía Tlalpan. 36

Mapa 3. Hipsometría de la alcaldía Tlalpan 45

Mapa 4. Sistema de topoformas 46

Mapa 5. Geología de la alcaldía Tlalpan..... 49

Mapa 6. Edafología de la alcaldía Tlalpan	55
Mapa 7. Cuencas hidrológicas de la alcaldía Tlalpan	57
Mapa 8. Subcuencas hidrológicas de la alcaldía Tlalpan	57
Mapa 9. Tipos de clima de la alcaldía Tlalpan	58
Mapa 10. Uso de suelo y vegetación de la alcaldía Tlalpan.....	60
Mapa 11. Tipos de Áreas Naturales Protegidas presentes en la alcaldía Tlalpan.....	62
Mapa 12. Distribución de la Población por AGEB urbana	65
Mapa 13. Densidad de la población por AGEB urbana	65
Mapa 14. Promedio de hijos nacidos vivos por AGEB urbana	66
Mapa 15. Población nacida en otra entidad federativa por AGEB urbana.....	67
Mapa 16. Población con algún tipo de discapacidad por AGEB urbana	69
Mapa 17. Población mayor de 3 años hablante de alguna lengua indígena por AGEB urbana.....	69
Mapa 18. Población de 15 años y más analfabeta por AGEB	70
Mapa 19. Grado promedio de escolaridad por AGEB	71
Mapa 20. Población con acceso a servicios de salud por AGEB.....	73
Mapa 21. Viviendas habitadas por AGEB.....	83
Mapa 22. Promedio de ocupantes por vivienda.....	85
Mapa 23. Grado de marginación por AGEB urbana.....	87
Mapa 24. Porcentaje de población en situación de pobreza por AGEB.....	88
Mapa 25. Población de 12 años y más económicamente activa.....	94
Mapa 26. Densidad de unidades económicas en la alcaldía Tlalpan.....	96
Mapa 27. Instalaciones de Salud.....	101
Mapa 28. Escuelas públicas y privadas de la alcaldía Tlalpan.....	102
Mapa 29. Mercados y tianguis de la alcaldía Tlalpan.....	103
Mapa 30. Infraestructura hidráulica de la alcaldía Tlalpan.....	104
Mapa 31. Infraestructura energética de la alcaldía Tlalpan.....	105
Mapa 32. Infraestructura de transporte de la alcaldía Tlalpan.....	107
Mapa 33. Edificios gubernamentales y otras instalaciones	109
Mapa 34. Áreas de Conservación Patrimonial.....	112
Mapa 35. Reservas territoriales de Tlalpan.....	113
Mapa 36. Susceptibilidad por deslizamiento.....	132
Mapa 37. Susceptibilidad por flujos	133
Mapa 38. Susceptibilidad por caída de roca.....	134
Mapa 39. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años	137
Mapa 40. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años	137
Mapa 41. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 10 años	138
Mapa 42. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 20 años	138
Mapa 43. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 50 años	139
Mapa 44. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 100 años.....	139

Mapa 45. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años	140
Mapa 46. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años	140
Mapa 47. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 10 años	141
Mapa 48. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 20 años	141
Mapa 49. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 50 años	142
Mapa 50. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 100 años	142
Mapa 51. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años	143
Mapa 52. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años	143
Mapa 53. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 10 años	144
Mapa 54. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 20 años	144
Mapa 55. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 50 años	145
Mapa 56. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 100 años	145
Mapa 57. Escenario de probabilidad menor del Volcán Popocatepetl	156
Mapa 58. Escenario de probabilidad media del Volcán Popocatepetl	157
Mapa 59. Escenario de probabilidad mayor del Volcán Popocatepetl	157
Mapa 60. Caída de ceniza volcánica que han afectado la alcaldía Tlalpan	158
Mapa 61. Estaciones climatológicas utilizadas en el estudio	161
Mapa 62. Modelo de elevación obtenido en Zona Agustín Melgar	173
Mapa 63. Modelo de elevación obtenido en Zona Balancán	174
Mapa 64. Modelo de elevación obtenido en Zona Divisadero	174
Mapa 65. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años	177
Mapa 66. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años	178
Mapa 67. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años	178
Mapa 68. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años	179
Mapa 69. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años	179
Mapa 70. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años	180
Mapa 71. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años	181
Mapa 72. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años	182
Mapa 73. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años	182
Mapa 74. Balancán: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años	183
Mapa 75. Balancán: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años	183
Mapa 76. Balancán: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años	184
Mapa 77. Agustín Melgar: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años	185
Mapa 78. Agustín Melgar: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años	185
Mapa 79. Agustín Melgar: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años	186
Mapa 80. Agustín Melgar: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años	186
Mapa 81. Agustín Melgar: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años	187
Mapa 82. Agustín Melgar: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años	187
Mapa 83. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años	188

Mapa 84. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años.....	189
Mapa 85. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años.....	190
Mapa 86. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años.....	190
Mapa 87. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años.....	191
Mapa 88. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años.....	191
Mapa 89. Incendios forestales de la alcaldía Tlalpan , 2010-2023.....	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localidades de la alcaldía Tlalpan	36
Tabla 2. Sistema de topoformas	44
Tabla 3. Elevaciones.....	46
Tabla 4. Descripción general de las litologías de la alcaldía Tlalpan.....	47
Tabla 5. Litologías del Tlalpan y sus características.....	48
Tabla 6. Clasificación de la roca con base en la resistencia a la compresión.....	49
Tabla 7. Resistencia a la compresión simple de las litologías de la alcaldía Tlalpan.	50
Tabla 8. Porcentaje de RQD y sus características.....	51
Tabla 9. RQD aproximado de las litologías de la alcaldía Tlalpan.....	51
Tabla 10. Características estructurales en la litología de origen volcánico	53
Tabla 11. Tipos de suelo en la alcaldía Tlalpan	54
Tabla 12. Cuencas hidrológicas que conforman la alcaldía Tlalpan.....	56
Tabla 13. Clima, temperatura y precipitación en la alcaldía Tlalpan	58
Tabla 14. Tipología de uso de suelo y vegetación	59
Tabla 15. Áreas Naturales Protegidas y sus características.....	61
Tabla 16. Población con algún tipo de limitación por AGEB urbana.....	68
Tabla 17. Viviendas por AGEB.....	73
Tabla 18. Disponibilidad de bienes por AGEB urbana	82
Tabla 19. Disponibilidad de servicios en las viviendas particulares habitadas por AGEB urbana	83
Tabla 20. Promedio de ocupantes por vivienda y por cuarto en Tlalpan.....	84
Tabla 21. Localidades con grado de marginación muy alto de Tlalpan.....	85
Tabla 22. Rezago social por localidad, 2020	89
Tabla 23. Unidades Económicas por tipo de actividad	95
Tabla 24. Hospitales públicos y privados y número de camas hospitalarias disponibles	97
Tabla 25. Unidades médicas por especialización	99
Tabla 26. Centros de atención de la Comisión Federal de Electricidad	104
Tabla 27. Helipuertos de la alcaldía Tlalpan	106
Tabla 28. Servicio postal de Tlalpan.....	107
Tabla 29. Servicios de mensajería y paquetería de Tlalpan	108
Tabla 30. Monumentos históricos de Conservación Patrimonial	110

Tabla 31. Tipos de ondas sísmicas y sus características.....	117
Tabla 32. Registro de sismos con afectaciones en la Ciudad de México	118
Tabla 33. Principales afectaciones en la zona sísmica de la alcaldía Tlalpan durante el sismo del 19 de septiembre de 2025	119
Tabla 34. Partes de una ladera.	120
Tabla 35. Tipos de flujo.	122
Tabla 36. Tabla comparativa entre los distintos mecanismos en los movimientos de laderas	123
Tabla 37. Factores de inestabilidad.....	124
Tabla 38. Principales afectaciones por inestabilidad de laderas en la Alcaldía Tlalpan	125
Tabla 39. Ponderación cuantitativa y cualitativa para el TWI.....	127
Tabla 40. Ponderación cuantitativa y cualitativa del Factor LS.....	127
Tabla 41. Ponderación cualitativa y cuantitativa del TRI.....	128
Tabla 42. Ponderación cuantitativa y cualitativa del USV.....	128
Tabla 43. Ponderación cuantitativa y cualitativa de la Litología.	129
Tabla 44. Ponderaciones cualitativas y cuantitativas de la Edafología.....	129
Tabla 45. Ponderación cualitativa y cuantitativa de la densidad de drenaje.....	130
Tabla 46. Ponderación Cualitativa y Cuantitativa para la Densidad de Lineamientos.....	130
Tabla 47. Ponderación cualitativa y cuantitativa para la densidad de lineamientos.....	131
Tabla 48. Áreas con susceptibilidad a deslizamiento	133
Tabla 49. Exposición a la susceptibilidad por deslizamiento.....	133
Tabla 50. Áreas con susceptibilidad a flujos	134
Tabla 51. Exposición a la susceptibilidad por flujos	134
Tabla 52. Áreas susceptibles a caída de rocas	135
Tabla 53. Susceptibilidad por caída de roca	135
Tabla 54. No. de reportes por hundimientos y socavones en la alcaldía Tlalpan, 2018-2025.....	150
Tabla 55. Productos volcánicos según su estado físico.....	151
Tabla 56. Peligros volcánicos	152
Tabla 57. Etapas del periodo actual de actividad del volcán Popocatepetl.....	154
Tabla 58. Eventos relevantes de inundaciones en la alcaldía Tlalpan.....	159
Tabla 59. Datos de precipitación por estación para los diferentes periodos de retorno.....	165
Tabla 60. Precipitaciones máximas (mm) por minutos.....	166
Tabla 61 Intensidad de precipitación según duración y frecuencia para Tlalpan	167
Tabla 62. Datos de hietograma para un periodo de retorno de 2 años (Tr=2)	168
Tabla 63 Hietograma para un periodo de retorno de 5 años (Tr=5 años)	169
Tabla 64. Hietograma para un periodo de retorno de 10 años.....	170
Tabla 65 Hietograma para un periodo de retorno de 25 años.....	171
Tabla 66. Precipitación medial anual de la Ciudad de México (1991-2020).....	196
Tabla 67. Eventos de precipitaciones importantes de 2020 a 2025	199
Tabla 68. Número de precipitaciones diciembre, 2024 a-septiembre, 2025.....	199
Tabla 69. Antecedentes por tormenta de granizo.....	202

Tabla 70. Escala de Beaufort203

Tabla 71. Antecedentes de afectaciones por viento 205

Tabla 72. Notas relevantes relacionadas con tormentas eléctricas en la alcaldía Tlalpan 207

Tabla 73. Cantidad de registros por año..... 208

Tabla 74. Cantidad de fugas tóxicas. 209

Tabla 75. Cantidad de registros de explosiones. 210

Tabla 76. Cantidad de registros de flamazos. 211

Tabla 77. Cantidad de registros de derrames. 211

Tabla 78. Cantidad de incendios urbanos y forestales. 213

Tabla 79. Antecedentes de incendios forestales 2018-2022..... 215

Tabla 80. Promedio de contaminante desde 2020-2023..... 218

Tabla 81. Datos sobre el monitoreo del Río Eslava 221

Tabla 82. Enfermedades propagadas por vectores 223

Tabla 83. Métodos para el control de plagas urbanas..... 224

Tabla 84. Total de defunciones y casos COVID entre 2020-2023 226

DISPOSICIONES GENERALES

Directorio Institucional

Gobierno de la Alcaldía Tlalpan

(2024-2027)

Mtra. Gabriela Osorio Hernández
Alcaldesa de Tlalpan

gaby.osorio@tlalpan.cdmx.gob.mx
5556556024 – 56555087

Ing. María de Lourdes Ydirín Alonso
Directora de la Unidad de Gestión Integral del Riesgos y Protección Civil

proteccioncivil@tlalpan.cdmx.gob.mx
5587586494 – 5554861549

Brian Otero Hernández
Subdirector de Atención a Emergencias y
Gestión de Riesgos
brian.otero@tlalpan.cdmx.gob.mx

Rebeca Bernal Arellano
Jefatura de Unidad Departamental de
Dictaminación de Riesgos
rebeca.bernal@tlalpan.cdmx.gob.mx

José Antonio González Pérez
Jefatura de Unidad Departamental de
Respuesta a Emergencias
joseantonio.gonzalez@tlalpan.cdmx.gob.mx

Francisco Roberto Rodríguez González
Líder Coordinador de Proyectos "A" de
Mitigación de Riesgos
francisco.rodriguez@tlalpan.cdmx.gob.mx

Presentación

El Atlas de Riesgos es un instrumento técnico y de política pública, clave para proteger a la población de la alcaldía Tlalpan y su infraestructura frente a fenómenos naturales y antrópicos. Su actualización busca que tanto las autoridades como la población estén mejor preparados para enfrentar situaciones de emergencia y fortalecer su capacidad de respuesta y resiliencia. Su objetivo es brindar información geográfica sobre el comportamiento de los peligros de los diversos fenómenos y su interrelación con los bienes expuestos para estimar su vulnerabilidad y riesgo, fortaleciendo las capacidades y conocimiento local para gestionar los riesgos de desastre, minimizar las vulnerabilidades, sus efectos y acelerar la recuperación de la normalidad, salvaguardando siempre a la población.

La actualización del Atlas de riesgos es una atribución encomendada a la Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Alcaldía como lo dicta el **Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México**, la tarea de generar y mantener actualizado un instrumento tan importante, es un trabajo

interinstitucional que involucra el esfuerzo de distintas instancias del Gobierno de la Alcaldía Tlalpan, así como la intervención de especialistas que tienen como finalidad, integrar información histórica, de estudios técnicos previos y elaborar estudios del comportamiento de los fenómenos que ocurren o pueden impactar en la Alcaldía, al igual que la vulnerabilidad y riesgos latentes.

La **Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de Tlalpan** impulsa las tareas correspondientes para fortalecer este instrumento que permita integrar, actualizar y procesar información geográfica de los eventos naturales y antrópicos que ocurren dentro de la alcaldía, que ayuden a determinar escenarios de riesgo probables y la oportunidad de generar estrategias coordinadas para la prevención, mitigación ante el impacto de fenómenos perturbadores, aunada a estrategias de ordenamiento del territorio, planeación urbana, diseño de infraestructura adecuada, así como la construcción de una comunidad informada y resiliente.

El **Atlas de Riesgos** está constituido por un conjunto de datos geospaciales que se encuentran representados en mapas, que muestran la distribución y la relación entre los diferentes fenómenos naturales o antrópicos que ocurren o impactan en la región, su nivel de peligro con la exposición de la infraestructura, entorno y población de Tlalpan, sin embargo; no solo describe los peligros y riesgos, sino que ofrece estrategias y acciones concretas para:

Sensibilizar a los servidores públicos en la inserción del análisis del riesgo para la planeación, diseño e implementación del desarrollo e infraestructura desde los diferentes sectores.

Facilitar la priorización de las zonas con riesgo, para la elaboración de estudios específicos y el análisis de las problemáticas en los diferentes contextos de la alcaldía, para establecer políticas de prevención.

Informar y generar conocimiento en la población, sobre los peligros y riesgos a lo que se encuentran expuestos en el lugar que habitan, para que adopten una postura de autoprotección.

Apoyar a las dependencias estatales y municipales en la implementación de programas de prevención, alertamiento temprano y auxilio en caso de emergencia.

Apoyar la educación y capacitación del personal profesional, civiles voluntarios y población en general, en las técnicas de prevención, auxilio y rescate de personas, así como en la protección de los bienes materiales y de la naturaleza en caso de desastre.

Marco Conceptual

Los componentes conceptuales del Atlas de Riesgos, está alineados con los objetivos de la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México por lo que estos lineamientos constituyen una herramienta de referencia no limitativa para el desarrollo del Atlas de riesgos de Tlalpan.

Comenzando por entender qué es un **Atlas de Riesgos**: Es un sistema de información del territorio y de los peligros que pueden afectar a la población y a la infraestructura, que permite hacer una mejor planeación del Sistema Integral de Riesgos para contar con infraestructura segura, así como contribuir a la toma de decisiones para la reducción de riesgos de desastres a través de la cultura de la autoprotección.

a) Identificación y catalogación de riesgos: Conocer los peligros y amenazas a los que se está expuesto (Riesgo futuro y Riesgo actual); estudiar y conocer los fenómenos perturbadores identificando dónde, cuándo y cómo afectan. Identificar el grupo de fenómeno y el grupo taxonómico.

Establecer la relación Riesgo-Vulnerabilidad y Exposición, una vez definidos taxonómicamente reconocer los aspectos socio-demográficos y socio-económicos de la zona. Modelar los escenarios de impactos destructivos y escenarios probables.

b) Previsión, prevención, mitigación y preparación de acuerdo con 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 la 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.).

c) Atención de la emergencia: se refiere a acciones que deben tomarse inmediatamente antes, durante y después de un desastre con el fin de minimizar la pérdida de vidas humanas, sus bienes y la planta productiva, así como preservar los servicios públicos y el medio ambiente, sin olvidar la atención prioritaria y apoyo a los damnificados.

d) Recuperación y reconstrucción: acciones orientadas al restablecimiento y vuelta a la normalidad del sistema afectado (población y entorno). Esta etapa incluye la reconstrucción y mejoramiento de infraestructura y servicios dañados o destruidos.

Evaluación del impacto: consiste en valorar el impacto económico y social, incluyendo daños y pérdidas directas e indirectas. Tiene entre otras ventajas: determinar la capacidad de los gobiernos locales y del estatal para enfrentar las tareas de reconstrucción, fijar las prioridades y determinar los requerimientos de apoyo y financiamiento, retroalimentar el diagnóstico de riesgos con información de las regiones más vulnerables y de mayor impacto histórico y calcular la relación costo-beneficio de inversión en acciones de mitigación.

Glosario

ANP: Área Natural Protegida

ANR: Atlas Nacional de Riesgos

Amenaza: Al suceso natural o antrópico que puede desencadenar una situación de emergencia o desastre que involucre afectaciones directas o indirecta, pudiendo ser individuales, múltiples o concatenadas en el tiempo, y sus efectos espaciales de escala local, regional, nacional e internacional, que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales

Cóncavo: Curvado hacia dentro, como el interior de un cuenco.

CLUES: Claves Únicas de Establecimientos de Salud.

Detrito: del latín, desgastado. Fragmento de roca de cualquier tamaño.

UGIRyPC: Unidad de Gestión Integral del Riesgo y Protección Civil.

Fenómeno Perturbador: Evento de carácter geológico, hidrometeorológico, químico-tecnológico, sanitario-ecológico, socio-organizativo o astronómico con potencial de causar daños o pérdidas en sistemas expuestos vulnerables, alteración de la vida social y económica o degradación ambiental.

Gestión Integral de Riesgos: Proceso de planeación, participación, evaluación y toma de decisiones, que basado en el conocimiento de los riesgos y su proceso de construcción deriva en un modelo de intervención de los órdenes de gobierno y de la sociedad, para implementar políticas, estrategias y acciones, cuyo fin último es la previsión, reducción y

control permanente del riesgo de desastre, combatir sus causas de fondo, siendo parte de los procesos de planificación y del desarrollo sostenible. Logrando territorios más seguros, más humanos y Resilientes. Involucra las etapas de identificación de riesgos, previsión, prevención, Mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

ISSSTE: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado.

LGPC: Ley General de Protección Civil

MDE: Modelo Digital de Elevación

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

Resiliencia: Es la capacidad de un individuo, familia, comunidad, sociedad, y/o sistema potencialmente expuesto a un peligro o riesgo para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse del impacto y efectos de un Fenómeno Perturbador en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura, mejorando las medidas de reducción de riesgos y saliendo fortalecidos del evento.

Sistema Expuesto: Se refiere al sistema constituido por personas, comunidades, bienes, infraestructura y medio ambiente sobre los que puede materializarse los Riesgos de Desastres debido a la presencia de Fenómenos Perturbadores

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN E INCIDENCIAS DE FENÓMENOS

Introducción

La alcaldía Tlalpan, ubicada al sur de la Ciudad de México, tiene raíces muy antiguas que se remontan a la ciudad prehispánica de Cuicuilco y ha sido un punto estratégico desde épocas prehispánicas hasta la actualidad.¹

- Etimología náhuatl: Se forma de *tlalli* ("tierra") y *pan* ("encima, sobre"). En conjunto, significa "sobre la tierra" o "en tierra firme".

- Contexto geográfico: El nombre refleja la naturaleza del suelo volcánico de la zona, producto de la erupción del volcán Xitle que cubrió gran parte del área con lava.

- Simbolismo: El término enfatiza la idea de estabilidad y firmeza, muy acorde con el terreno pedregoso y volcánico que caracteriza a la región.

Hacia el año 700 a.C., debió asentarse en las faldas de la sierra del Ajusco un grupo otomí, que al abandonar el nomadismo empezó a practicar la agricultura como actividad preponderante. Este pueblo prehispánico fundó Cuicuilco, del que se conserva su basamento en forma de un cono truncado, construcción de forma circular y utilizado como centro ceremonial.

Es el sitio donde floreció la primera urbe prehispánica de la Cuenca de México y ha sido un lugar de recreo y esparcimiento desde la época novohispana. Sus bosques, sus lagos, sus casas e iglesias la convierten en una de las zonas más bellas de la Ciudad de México.

El desarrollo y crecimiento de la Alcaldía Tlalpan se ha enfocado en un modelo de desarrollo sostenible que equilibra el crecimiento económico local, el apoyo social y la conservación ambiental, sin embargo aún enfrenta desafíos como la pobreza y la necesidad de proteger su extensión de suelo de conservación y producción agrícola, buscando la inversión, fortalecimiento, seguridad y bienestar comunitario.

Históricamente la alcaldía ha tenido un impacto relevante ante eventos de tipo hidrometeorológico, geológico principalmente, tales como erupciones volcánicas, el sismo de septiembre de 2017, inundaciones recurrentes generadas por lluvias intensas, socavones, además de otros como explosiones e incendios forestales. El factor de riesgo de desastre es exacerbado debido a la construcción de vivienda de manera inadecuada y además en zonas irregulares, así como una infraestructura rebasada por las actualizaciones condiciones.

Por ello resulta imprescindible estudiar los fenómenos que puedan impactar en el territorio, evaluando su nivel de peligro y las posibles consecuencias derivadas de la exposición y características de la población, sus bienes e infraestructura dentro de la alcaldía. El presente Atlas de riesgos permite comprender mejor el riesgo y establecer una base sólida para el diseño de estrategias de prevención, comunicación, alertamiento y atención, además de una normativa adecuada que oriente el ordenamiento territorial y gestión del riesgo.

1 (INAH, 2025)

Características generales

Cuando era el territorio Anáhuac, que ahora es asiento de los pueblos de la Ciudad de México, estuvo ocupado por grandes lagunas. En ella sobresalió Tlalpan como un poblado del sur de la cuenca del valle de México, ubicado sobre la tierra firme y no en las riberas. Tuvo el asentamiento de la zona arqueológica de Cuicuilco, el pueblo de San Miguel Ajusco, Topilejo y otros pueblos o áreas, zonas donde se dieron los asentamientos humanos más antiguos del valle de México.

Se han encontrado restos de dioses, lo que demuestra que esos pobladores adoraron fenómenos naturales. También hay evidencias de que utilizaron el riego, el sistema de terrazas para sus cultivos, trabajaron la cerámica y adoraron a dioses de la fertilidad. El área de Tlalpan fue probablemente escenario de la primera sociedad estratificada urbana en la cuenca del valle de México, cuyos testimonios se conservan en Cuicuilco.²

Al inicio de la época novohispana, esta región pertenecía al Marquesado del Valle de Oaxaca, un título y encomienda concedido a Hernán Cortés en 1529. En 1532, se estableció el pueblo de San Agustín de las Cuevas, un punto de tránsito mercantil entre la Ciudad de México y el puerto de Acapulco.³

El territorio de Tlalpan cuenta actualmente con una extensión territorial aproximada de 314.5 km², es decir, el **21%** de la superficie total de la Ciudad de México y de acuerdo con el INEGI (2020) en la alcaldía hay un total de **699,928 habitantes**. Cabe mencionar que es la alcaldía que cuenta con mayor superficie en la zona montañosa con 21% del total de la Ciudad de México.

La Alcaldía Tlalpan se localiza al suroeste de la Ciudad de México, colinda al norte con la alcaldía Coyoacán, al sur con el estado de Morelos (municipio de Huitzilac) y el estado de México (municipio de Santiago Tianguistenco), al oriente con las alcaldías de Xochimilco y Milpa Alta, y al poniente, con la alcaldía Magdalena Contreras y el estado de México (municipio de Xalatlaco).

La alcaldía Tlalpan tiene una altitud máxima de 3,932 msnm y una altitud mínima de 2,230 msnm, ubicándola como una de las alcaldías con mayor altitud en la capital.

Algunos puntos de interés en Tlalpan son: la zona arqueológica de Cuicuilco, el Centro de Tlalpan, el Mural de Roberto Rodríguez, el Templo de San Agustín de las Cuevas, la Casa Frissac y la Cantina 1870.

Descripción breve de los fenómenos que inciden en Tlalpan

La alcaldía Tlalpan al estar ubicado en la ZMVM, cuenta con una zona extensa de bosque y áreas verdes, zona urbana, zona agrícola, cuerpos de agua y una variación importante en la topografía, por lo que está expuesta a varios fenómenos naturales y antropogénicos como son:

Fenómenos Geológicos: Sismos, inestabilidad de laderas, hundimientos, agrietamientos y actividad volcánica.

Fenómenos Hidrometeorológicos: Lluvias extremas, inundaciones pluviales y fluviales, sequías, tormentas eléctricas, granizo, ondas gélidas, bajas temperaturas y nevadas.

Fenómenos Químico-Tecnológicos: almacenamiento de sustancias peligrosas, incendios urbanos, incendios forestales.

Fenómenos Sanitario-Ecológicos: Disposición de residuos, plagas.

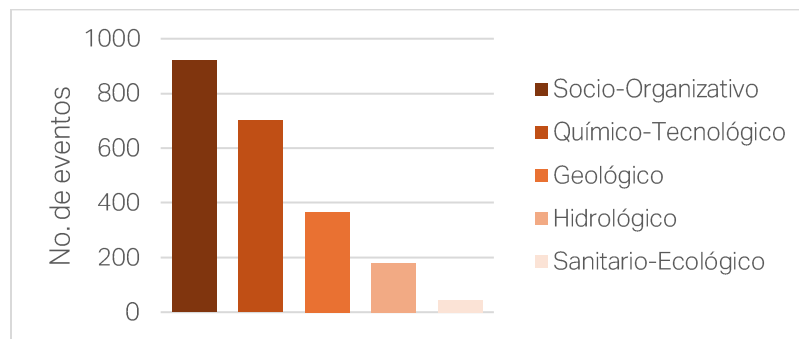
Fenómenos Socio-Organizativos: Accidentes terrestres, fiestas patronales y otras concentraciones masivas.

² Historia de la delegación Tlalpan. Rasgos históricos de Tlalpan. (2018). Diario De Campo, 87, 62-73, INAH <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/diariodecampo/article/view/9439>

³ Panorama Geográfico y Estadístico de la Alcaldía Tlalpan. Primera edición 2024. 7-8. IPDP Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva, Gobierno de la Ciudad de México.

Con base en las bitácoras de eventos registrados por la Unidad de Gestión de Riesgos y Protección Civil de Tlalpan entre 2018 y 2025 (ocho años), se puede observar en la gráfica la recurrencia ante los diferentes tipos de fenómenos.

Gráfica 1. Eventos históricos registrados



ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA BITÁCORA PC 2018 – 2025

En la demarcación los fenómenos **Socio-Organizativos**, tienen una amplia presencia debido a que se desarrollan diferentes eventos masivos, como ferias, fiestas patronales, estas requieren de gran organización por parte de personal de emergencia por la cantidad de población que se aglomeran en los sitios que sirven para estas actividades, también se presentan otros fenómenos de esta índole como son: las caídas de árbol que infieren en el correcto funcionamiento de servicios vitales siempre y cuando afecten a estos mismos como caída en cables o daños a ductos, ya sea de agua o sistemas de drenaje, los accidentes terrestres también ocupan un lugar importante.

Los fenómenos de origen **Químico-Tecnológico** que más se presentan en la demarcación son las fugas de gas, las cuales prevalecen en diversas zonas dentro del territorio, estos pueden tener un gran impacto si llegase a explotar por la cantidad de exposición que pudiera haber en la zona, otro de los peligros que se presentan son los incendios urbanos en inmuebles por diferentes causas, en su mayoría los conatos pueden ser controlados por personal de emergencia sin embargo en otros casos estos se desarrollan hasta generar un incendio de gran magnitud lo que involucra la intervención de más personal especializado y recursos.

Se realizó una búsqueda de los eventos históricos de diversos fenómenos que han impactado en la alcaldía, usando la Base de datos de declaratorias desde el año 2000 al 2025 (CENAPRED), el Atlas de riesgos de la Ciudad de México y la bitácora de eventos registrados por la Unidad de Gestión interal del Riesgo y Protección Civil del 2018 - 2025. Si bien, no son todos los eventos que han ocurrido; estos datos brindan un panorama de los fenómenos de mayor recurrencia, así como los que han tenido mayor impacto en la población e infraestructura, lo cual ayuda a identificar prioridades respecto a la necesidad de contar con estudios especializados, zonas de mayor atención y sistemas más vulnerables.

Las declaratorias que se han generado por **fenómenos HIDROMETEOROLÓGICOS** en la alcaldía, son:

Sequía

Declaratorias de desastre por sequia: Ninguna

Declaratorias de emergencia por sequia: Ninguna

Onda de calor

Bajo

Declaratorias de desastre por onda de calor: Ninguna

Bajas temperaturas

Declaratorias de desastre por bajas temperaturas: Ninguna

Declaratorias de emergencia por bajas temperaturas: Ninguna

Tormenta eléctrica

Declaratorias de desastre por tormenta eléctrica: Ninguna

Declaratorias de emergencia por tormentas eléctricas: Ninguna

Ciclón tropical

Declaratorias de desastre por ciclón tropical: Ninguna

Declaratorias de emergencia por ciclón tropical: Ninguna

Nevada

Declaratorias de desastre por nevada: Ninguna

Declaratorias de emergencia por nevada: Ninguna

Granizada

Declaratorias de desastre por granizo: Ninguna

Declaratorias de emergencia por granizo: Ninguna

Inundaciones

Considerando los datos de las bitácoras de la Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la alcaldía, de 2018 a 2025 se presentaron un total de aproximadamente 172 reportes por inundaciones. Entre las zonas más afectadas se encuentran la noreste en los límites con Coyoacán y Xochimilco, centro-norte (Tlalpan Centro) y noroeste en los límites con la alcaldía La Magdalena Contreras en las colonias Héroes y Lomas de Padierna. Esta información concuerda con el mapa de puntos críticos de inundación desarrollado por el CENAPRED, que indica que son sitios propensos a inundarse. Cabe resaltar que en el 2025 se presentaron el mayor número de reportes debido a la presencia de lluvias de temporada.

Declaratoria de contingencia climatológica por inundación: una en 2013.

Para Fenómenos GEOLÓGICOS son:

Inestabilidad de laderas considerando el área total de la alcaldía y su nivel de susceptibilidad

Susceptibilidad	Área Km ²	Porcentaje
Muy baja	178.43	57.03%
Baja	0.72	0.23%
Media	77.39	24.74%
Alta	55.48	17.73%
Muy alta	0.83	0.27%

Sismos

La alcaldía Tlalpan se ubica dentro de las tres zonas sísmicas de la Ciudad de México (2017), sin embargo, la mayor parte de su territorio se ubica en la Zona I de loma, mientras que la zona de mayor sismicidad de encuentra en los límites con la alcaldía Coyoacán y Xochimilco, específicamente en las colonias: Granjas Coapa, Residencial Hacienda Coapa, Villa Lázaro Cárdenas y San Lorenzo Huipulco por mencionar algunas. El sismo del 19 de septiembre de 2017 generó importantes afectaciones estructurales en dicha zona.

Volcanes

Dentro de los volcanes que se encuentra en la alcaldía

Volcán	Ubicación	Altura (msnm)
Ajusco	Sur del Valle de México	3929
Santa Catarina	Valle de México	2734
Sierra de Guadalupe	Valle de México	3000
Teuhtli	Sierra Ajusco-Chichinautzin, CDMX	2710
Xitle	Sierra Ajusco-Chichinautzin, CDMX	3121
Monte Bajo, Monte Alto y Cruces	Valle de México al Oeste	3217

FUENTE: ATLAS DE RIESGOS DE TLALPAN, 2018

Dentro de la demarcación territorial de Tlalpan no se encuentra ningun volcán activo, cabe destacar que en un radio de 20Km se encuentra el campo vocánico Chichinautzin en el cual se encuentran alrededor de 300 volcanes monogenéticos, el cual podría manifestar algún evento, en un rango de 100Km se encuentran múltiples volcanes, uno de los mas destcables dentro del radio es el volcán Popocatepetl, un volcán poligenético, que se encuentra activo actualmente, cuenta con monitoreo constante durante todo el año, el siguiente en orden de importancia es estrato volcán poligenético en estado de reposo conocido como el nevado de Toluca, el cual es un enorme cráter formado durante años, continuamos con el volcán denominado Jocotitlan el cual es un estrato volcán poligenetico en estado inactivo, ubicado en el Estado de México, luego tenemos al volcan poligenetico en estado inactivo denominado Iztaccíhuatl, continuamos con el campo volcnico Chichinautzin que, cuenta con alrededor de 200 volcanes monogeneticos, dicho campo aún continua activo con probabilidad de generar un volcán nuevo, por ultimo tenemos al campo volcánico de Apan-Tezontepec, el cual esta constituido por varios volcanes monogenéticos en estado inactivo.

Para los Fenómenos QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

Incendios forestales

En la demarcación se han registrado 1,320 incendios forestales en el periodo de 2019 – 2023

Grado de peligro por incendios forestales: Muy alto

Declaratorias de emergencia por incendio forestal: Ninguna

Declaratoria de desastre por incendio forestal: Ninguna

Almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, considerando diversas instalaciones

Tipo de instalaciones	Numero de instalaciones
Estaciones de servicio (Gasolineras)	28
Estaciones de servicio con fin específico de gas LP	3
Estaciones de servicio de autoconsumo de gas LP	1
Plantas de almacenamiento de gas LP	0
Plantas de distribución de gas LP	0
Instalaciones de PEMEX y plantas de almacenamiento de petrolíferos	0

Para los Fenómenos **SANITARIO-ECOLÓGICOS** :

Epidemias:

Nivel de peligro por enfermedades de interés epidemiológico: Medio

Número de defunciones por dengue durante el periodo 2020 a2023: 1

Número de defunciones por COVID-19 durante el periodo 2020-2023: 2286

Plagas

Nivel de peligros por plagas: Alto

Plagas fitosanitarias presentes: S/D

Plagas zoonosanitarias sospechosas: S/D

Plagas zoonosanitarias controladas: Brucelosis, Garrapata B, Varroasis

Plagas zoonosanitarias con escasa prevalencia: Influenza aviar

Contaminación del agua:

Nivel de peligro por contaminación de agua: S/D

Contaminación del suelo:

Nivel del peligro por contaminación: Bajo

La recurrencia de los fenómenos perturbadores es un dato muy importante para la identificación del nivel de peligro para cada uno de estos, otro de los datos más relevantes es el impacto que han tenido en la población, sus bienes e infraestructura, lo que ayuda a identificar vulnerabilidades, priorizar los alcances de un Atlas de riesgos, los estudios técnicos requeridos, las zonas de atención y aquellos elementos que coadyuven en el fortalecimiento de capacidades institucionales, de coordinación y de la población.

La identificación de peligros y vulnerabilidades en un atlas de riesgos, tiene el objetivo de brindar un insumo claro para todas las etapas de la Gestión integral de riesgos, como, por ejemplo:

1. **Prevención.** Generar conocimiento a servidores públicos y población sobre los peligros presentes en la región que viven para realizar una adecuada planificación territorial que determinen zonas de bajo riesgo viables para el crecimiento poblacional, así como proponer estrategias y obras que permitan disminuir los efectos de los fenómenos que lleguen a presentarse, a partir de herramientas e instrumentos que ayuden en la identificación, monitoreo y difusión, como lo es el presente documento.
2. **Mitigación.** Diseñar infraestructura y obras de ingeniería adecuadas para seguir operando en cualquier momento y que sean sostenibles a lo largo del tiempo considerando el desarrollo.
3. **Capacidad de reacción.** Generar menores tiempo de atención y respuesta a la población afectada, a partir de la inversión en equipamiento e infraestructura, lo que ampliará la cobertura territorial y acelerar la atención a todas las regiones del estado.

Objetivos

Objetivo General

Fortalecer el Atlas de Riesgos de la alcaldía Tlalpan mediante la revisión, actualización, procesamiento e integración de información sobre peligro, exposición y vulnerabilidad ante diferentes fenómenos que puedan impactar a la infraestructura y población. El Atlas busca proporcionar elementos para la planeación de acciones coordinadas de **previsión, prevención, mitigación, reacción y recuperación** mejorando la capacidad de respuesta y resiliencia frente a escenarios de riesgo con impacto social, económico y territorio.

Objetivos específicos

- Brindar un panorama sobre los fenómenos naturales y antrópicos presentes en el territorio, así como su impacto en la población, la infraestructura y el entorno.
- Integrar antecedentes de estudios de peligros, junto con información histórica
- Actualizar los indicadores de peligro presentes en la alcaldía
- Revisar y actualización de sistemas expuestos y reguladores
- Elaborar el estudio de **peligro por inundación** con validación de datos en campo para los periodos de retorno de 5 y 10 años.
- Elaborar el estudio de **susceptibilidad por inestabilidad de laderas** para deslizamiento, caída de rocas y flujos.

Alcance

La "ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DE LA ALCALDÍA TLALPAN" se fundamenta en:

- Estudios especializados del peligro por inundaciones y susceptibilidad por inestabilidad de laderas.
- Revisión, actualización, procesamiento e integración de información sobre antecedentes y peligros que puedan impactar a la infraestructura y población
- Actualización e incorporación de sistemas expuestos y vulnerabilidades.

El proyecto incluye:

- Un análisis de requerimientos de información para colaborar con su gestión a las instituciones correspondientes.
- Elaboración de la memoria técnica de los estudios con evidencia fotográfica de los trabajos en campo.
- Análisis de la información recabada para las propuestas de acciones y estrategias para la gestión integral de riesgos.

Descripción de la Metodología

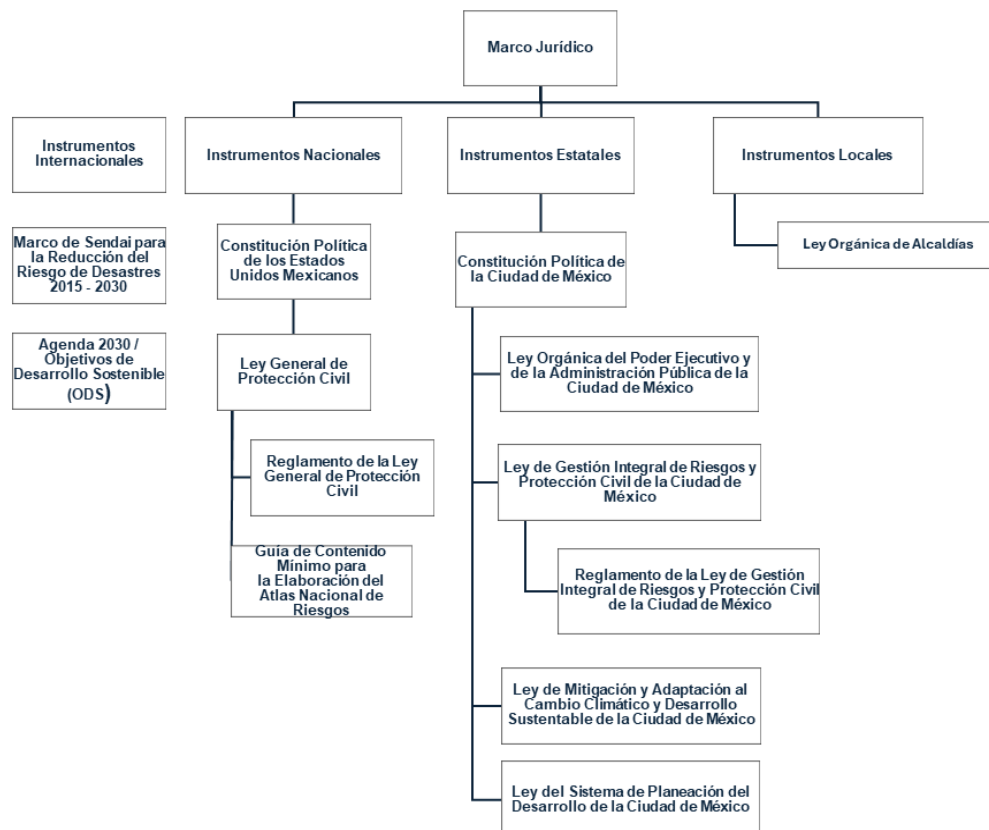
Para la actualización y elaboración de los estudios mencionados se toma como referencia las metodologías de la "Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (DOF, 2016)" y las metodologías técnicas correspondientes para la determinación de peligro, vulnerabilidad y riesgo desarrolladas por el CENAPRED, así como los "Lineamientos para la elaboración de los atlas de riesgos de las alcaldías", y "Lineamientos técnicos y operativos para la Actualización de los Atlas de las alcaldías" que emite la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2019).

Para el presente trabajo se plantea lo siguiente:

- Planeación y programación para el desarrollo del proyecto
- Gestión y recopilación de información oficial
- Recopilación de antecedentes
- Descripción de las características naturales, demográficas y sociales
- Trabajo en campo, obtención y validación de información para la determinación de peligro por inundación,
- Análisis de información de antecedentes de inestabilidad de laderas con información brindada por la Unidad de Gestión Integral del Riesgo Y Protección Civil
- Identificación y análisis de los fenómenos perturbadores
- Procesamiento de datos geospaciales e integración de la información en un Sistema de Información Geográfica

Marco Normativo

La actualización del Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan se apoya en un marco jurídico que va desde lo internacional hasta lo local. Este sustento legal tiene un propósito fundamental: proteger los derechos humanos, salvaguardar la vida y el patrimonio de las personas, así como cuidar el entorno frente a la posible ocurrencia de fenómenos perturbadores que puedan ponerlos en riesgo.



Marco Jurídico Internacional



Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030.

El presente atlas se apega a instrumentos internacionales tales como el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030, cuyo propósito primordial consiste en fortalecer las acciones de prevención frente a la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes, mediante la implementación de medidas de carácter integral e incluyente de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional.

En el que resaltan dos de sus cuatro metas, los cuales son:

Meta 1: Comprender el riesgo de desastre

Meta 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030



Es importante tomar en cuenta los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** de la Agenda 2030, en donde resaltan los siguientes objetivos:

Objetivo 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles: consiste en **enfrentar los problemas** que existen a consecuencia de su ubicación geográfica para llegar a una **pronta recuperación** ante el impacto de algún **fenómeno perturbador** y poder **restablecer los servicios básicos** que favorezcan el retorno a la normalidad de los habitantes.



Objetivo 13. Acción por el Clima: El cambio climático está modificando la **frecuencia y la intensidad de los fenómenos naturales**, los cuales se vuelven más devastadores provocando desastres de mayor magnitud afectando considerablemente a más personas, por lo que es importante proteger las áreas naturales, conservar la biodiversidad para **mitigar los efectos del cambio climático**, de esta forma la Alcaldía Tlalpan contribuirá reduciendo sus riesgos que el presente atlas le está informando.



Objetivo 17. Alianzas para Lograr los Objetivos: Generar **alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil**. Estas alianzas inclusivas se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y **objetivos comunes** que otorgan prioridad a las personas y al planeta, y son **necesarias a nivel mundial, regional, nacional y local**.



Marco Jurídico Nacional

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En el artículo 1o. señala que todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos” de conformidad con los principios de universalidad,

interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Debido a que, los derechos humanos están en riesgo ante una emergencia o desastre, entre ellos: la vida, la integridad personal, la no discriminación, el trabajo, la salud, la alimentación, la educación, la vivienda, el derecho a un ambiente sano, al agua y a la propiedad.

Artículo 1o. *En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, (...)*

Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. (...)

De igual manera en el artículo 6º Constitucional señala que el acceso libre a la información de cualquier índole es un derecho de los ciudadanos; esto se plasma dentro del Plan Nacional, Estatal, Municipal de Desarrollo, que a su vez se confirma con el artículo 26 de la Carta Magna el cual dice que "Mediante los mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad" para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo de los tres niveles de gobierno.

Artículo 6o. *(...) El derecho a la información será garantizado por el Estado.*

El Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, (...)

Artículo 26, apartado B. *El Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica cuyos datos serán considerados oficiales. Para la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, los datos contenidos en el Sistema serán de uso obligatorio en los términos que establezca la ley.*

Dentro del artículo 73 fracción XXIX-I de la Constitución Política indica que para expedir leyes que establezcan las bases sobre las cuales la Federación, las entidades federativas, los municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, coordinarán sus acciones en materia de protección civil.

Artículo 73. *El Congreso tiene facultad:*

Fracción XXIX-I. Para expedir leyes que establezcan las bases sobre las cuales la Federación, las entidades federativas, los Municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, coordinarán sus acciones en materia de protección civil;

Ley General de Protección Civil

La **Ley General de Protección Civil**, derivada del artículo 73, fracción XXIX-I de la Constitución, es el marco normativo que organiza la coordinación entre la Federación, los estados, los municipios y la Ciudad de México. Su propósito principal es fortalecer la prevención, reducir los riesgos y garantizar la protección de la población.

En su esencia, la ley define la protección civil como un sistema integral que abarca la **prevención, el auxilio y la recuperación** frente a emergencias y desastres. Reconoce a la **gestión integral del riesgo** como un eje transversal y obliga a la elaboración de instrumentos de planeación, entre ellos los **Atlas de Riesgo, los Planes de Emergencia y los Programas Especiales**.

De esta manera, los atlas dejan de ser simples documentos complementarios y se convierten en **herramientas obligatorias y estratégicas para la prevención**.

En concordancia, el artículo 19, fracción XXII, faculta al **CENAPRED** para supervisar y dar seguimiento a la actualización de los atlas de riesgo de los estados y municipios. Además, la ley establece que dichos instrumentos deben incorporar

bases de datos, sistemas geográficos y simulaciones de escenarios, lo que refuerza su utilidad práctica para la toma de decisiones.

Artículo 19. *La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la secretaría por conducto de la Coordinación Nacional, la cual tiene las atribuciones siguientes en materia de protección civil:*

Fracción XXII. *Supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México;*

El Atlas se integra con la información a nivel nacional, de las entidades federativas, Municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres. Por la naturaleza dinámica del riesgo, deberá mantenerse como un instrumento de actualización permanente.

Los atlas de riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo;

Reglamento de la Ley General de Protección Civil

El Reglamento de la Ley General de Protección Civil es una norma de carácter secundario que complementa y precisa lo establecido en la Ley. Su función principal es **operacionalizar la gestión integral del riesgo y la protección civil**, definiendo de manera práctica cómo deben elaborarse, actualizarse, utilizarse y difundirse los Atlas de Riesgo.

En su artículo 7, fracción I, inciso b), señala que la gestión del riesgo debe incorporarse en las **políticas públicas orientadas a mejorar la calidad de vida y la seguridad humana**, vinculando además la **prevención del riesgo con el desarrollo sustentable y resiliente**.

Así, los Atlas de Riesgo no representan un fin en sí mismos, sino una **herramienta estratégica** para elevar el bienestar social, al guiar la ubicación de asentamientos, la planeación de infraestructura y la provisión de servicios con criterios de seguridad y sostenibilidad.

Artículo 7. *Las bases de coordinación que se implementen en la Administración Pública Federal deberán comprender, cuando menos, los siguientes aspectos:*

I. *La planeación que defina la visión, objetivos y condiciones necesarias para construir un esquema de Gestión Integral de Riesgos, tomando en consideración lo siguiente:*

b) *El mejoramiento del nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, a través de los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de Protección Civil, así como los planes de desarrollo, teniendo como base un enfoque estratégico y proactivo y las acciones para prevenir y mitigar los Riesgos, apoyadas en el Atlas Nacional de Riesgo, y en los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y, en su caso, en aquellas actividades tendientes a la atención de Emergencias y la Reconstrucción, (...)*

El Artículo 64 establece que las autoridades tienen la obligación de **basar sus decisiones de planeación y gestión en los riesgos identificados en los Atlas de Riesgo**. Esto abarca aspectos como el uso de suelo, la ejecución de obras públicas, la protección de infraestructura crítica y la autorización de construcciones.

En consecuencia, el Atlas adquiere la fuerza de un **mandato legal vinculante**. Ignorarlo en la toma de decisiones no solo compromete la seguridad de la población y su entorno, sino que además puede derivar en **responsabilidad administrativa para la autoridad que lo omita**.

Artículo 64. *La Coordinación Nacional para el desarrollo de los Sistemas de Alerta Temprana, promoverá que las autoridades de los tres órdenes de gobierno tomen en cuenta los siguientes aspectos:*

I. *El estudio y conocimiento previo del Riesgo para el cual se hará el alertamiento, basado en el Atlas Nacional de Riesgos y los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos, e incluir el análisis y evaluación de las características del*

Fenómeno Natural Perturbador tales como intensidad, probabilidad de ocurrencia, Vulnerabilidad, identificación de zonas geográficas y comunidades que podrían verse afectadas;

Los Artículos 100 y 111, fracción I, inciso d), destacan que los Atlas de Riesgo son una herramienta fundamental tanto para acceder a instrumentos financieros como para realizar análisis técnicos de riesgos. Su elaboración y actualización deben seguir lo establecido en la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas.

Artículo 110. El análisis de Riesgos es un método ordenado y sistemático para identificar y evaluar los daños que pudieran resultar de los Riesgos y Peligros naturales y antropogénicos, así como las Vulnerabilidades de construcciones, edificaciones, infraestructura o asentamientos humanos, dentro del predio en estudio, en el entorno próximo y en su cuenca.

El resultado del análisis de Riesgos estará contenido en un documento impreso y digital que deberá ser resguardado por las autoridades competentes, y podrá ser tomado en cuenta como insumo para enriquecer el contenido del Atlas Nacional de Riesgos correspondiente.

Artículo 111. El análisis de Riesgos deberá contener:

I. La información siguiente:

d) Información sobre Riesgos y Peligros recopilados del Atlas Nacional de Riesgos, y los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos o, en su caso, los estudios geotécnicos, geofísicos, hidrológicos y los que pudieran ser necesarios para conocer el nivel de Riesgo o Peligro asociado a cada fenómeno destructivo identificado;

El Artículo 112 resulta especialmente relevante, ya que define la estructura obligatoria de los Atlas de Riesgos. En él se señalan los contenidos mínimos que deben incluir, tales como: mapas de peligros, mapas de susceptibilidad en zonas de laderas, inventario de bienes expuestos, inventario de vulnerabilidades, así como mapas y escenarios de riesgo.

Artículo 112. El Atlas Nacional de Riesgos deberá integrarse con los siguientes componentes:

I. Sistema de información: Plataforma informática basada en sistemas de información geográfica, compuesta por bases de datos georeferenciados y herramientas para la visualización de escenarios, cálculo, análisis espacial y temporal de los Riesgos y el uso de la información;

II. Mapas de Peligros: Representación gráfica de la distribución espacial y temporal del resultado del análisis o modelaciones que expresan la intensidad, frecuencia o tasa de excedencia de los Peligros;

III. Mapa de susceptibilidad para el caso de laderas: Representación gráfica de la distribución geoespacial de la propensión de la inestabilidad de laderas, según la intensidad y variación de los factores condicionantes;

IV. Inventario de bienes expuestos: Base de datos georeferenciados sobre el número de personas, edificaciones, infraestructura, actividad productiva, capital ambiental, cultural o cualquier otro bien sujeto a los efectos de los Riesgos o Peligros. Se deberá expresar el valor de los bienes expuestos en términos económicos, sociales, históricos, culturales o ambientales, según corresponda, así como su jerarquización en términos estratégicos para la Continuidad de Operaciones;

V. Inventario de Vulnerabilidades: Base de datos georeferenciados con información relevante sobre la susceptibilidad de daño de los bienes expuestos y la capacidad de la sociedad para evitarlos y recuperarse ante su impacto. Se deberá hacer referencia a tipologías y características estructurales de edificaciones o infraestructura, de sus contenidos, catálogos de funciones de Vulnerabilidad y toda aquella información que permita inferir la magnitud de los daños físicos esperados ante la presencia de un fenómeno perturbador. También incluye indicadores sobre la organización y las condiciones sociales y económicas que limitan la Prevención y la capacidad de la sociedad para recuperarse ante el impacto de fenómenos perturbadores, percepción del Riesgo y género, entre otros;

VI. Mapas de Riesgo: Representación gráfica de la distribución espacial y temporal de daños y pérdidas esperadas, resultado de combinar los Peligros, los bienes expuestos y sus Vulnerabilidades, y

VII. Escenarios de Riesgo: Es la proyección de un futuro posible simulado y que será una herramienta de análisis prospectivo de daños y pérdidas para la implementación de políticas públicas.

Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos

La Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, emitida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), establece los criterios técnicos, metodológicos y estructurales que deben seguirse para identificar, analizar y representar los peligros, vulnerabilidades y riesgos en el territorio nacional. Esta guía no solo uniforma la información y los procedimientos a nivel federal, sino que también **sirve como marco de referencia obligatorio para la elaboración de los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos**, garantizando la **compatibilidad, actualización y homologación de datos** entre los tres órdenes de gobierno. Gracias a esta base común, los atlas locales pueden integrarse al Sistema Nacional de Protección Civil, fortaleciendo la planeación territorial, la prevención del riesgo y la toma de decisiones informadas en beneficio de la población.

Marco Jurídico Estatal

Constitución Política de la Ciudad de México

La **seguridad urbana** y la **protección civil** son pilares fundamentales para garantizar el bienestar y la integridad de quienes habitan en la Ciudad de México. En este sentido, el **Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan** se erige como una herramienta esencial para cumplir con el mandato constitucional de proteger a las personas frente a fenómenos naturales o antropogénicos. Este instrumento permite identificar zonas vulnerables, anticipar escenarios de riesgo y orientar la planeación territorial y las acciones de prevención, reduciendo así los impactos potenciales sobre la vida, la infraestructura y el entorno.

En concordancia con este principio, el **Artículo 14 de la Constitución Política de la Ciudad de México**, bajo el apartado "Ciudad Segura", reconoce el **derecho de toda persona a vivir en un entorno seguro y a recibir atención ante emergencias o desastres**, obligando a las autoridades a adoptar las medidas necesarias para la protección efectiva de la población y sus comunidades.

Artículo 14 apartado A. Derecho a la seguridad urbana y a la protección civil

*Toda persona tiene derecho a **vivir en un entorno seguro**, a la **protección civil**, a la **atención** en caso de que **ocurran fenómenos de carácter natural o antropogénico**, así como en caso de accidentes por fallas en la infraestructura de la ciudad. Las autoridades adoptarán las **medidas necesarias para proteger a las personas y comunidades frente a riesgos y amenazas derivados de esos fenómenos**.*

Asimismo, la **prevención y la gestión integral del riesgo** constituyen la base de una ciudad resiliente y preparada frente a los desafíos que imponen los fenómenos naturales y los generados por la actividad humana. En este marco, el **Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan** se convierte en un instrumento clave para fortalecer la seguridad de la población, al ofrecer información precisa sobre los peligros presentes en el territorio, su grado de vulnerabilidad y las acciones prioritarias para mitigar sus efectos.

En plena sintonía con este propósito, el **Artículo 16, apartado I, de la Constitución Política de la Ciudad de México**, establece la obligación del **Gobierno de la Ciudad** de garantizar la seguridad de las personas mediante **medidas de prevención, mitigación y gestión integral de riesgos**, incluyendo la elaboración de **diagnósticos y atlas de riesgos**, así como la difusión de información accesible a toda la población. Con ello, se consolida el compromiso institucional de **informar, prevenir y proteger**, haciendo del conocimiento del riesgo un derecho y de la resiliencia, una responsabilidad compartida.

Artículo 16 apartado I. Vulnerabilidad, resiliencia, prevención y mitigación de riesgos

1. El Gobierno de la Ciudad **garantizará la seguridad de las personas**, estableciendo **medidas de prevención, mitigación y gestión integral de riesgos** que **reduzcan la vulnerabilidad** ante eventos originados por fenómenos naturales y por la actividad humana. Asimismo:

a) Deberá informar y prevenir a la población, en formatos accesibles para todos, ante los riesgos que amenacen su existencia mediante la **elaboración de diagnósticos y atlas de riesgos**, instrumentos de monitoreo, pronósticos, alerta temprana y los demás que establezca la ley;

Por otra parte, la **protección civil** y la **seguridad ciudadana** son responsabilidades compartidas entre los distintos niveles de gobierno, cuyo cumplimiento requiere coordinación, planeación y conocimiento del territorio. En este sentido, el **Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan** se consolida como el instrumento técnico que permite identificar y comprender los peligros que amenazan a la población, orientando las acciones preventivas, de respuesta y recuperación ante emergencias.

En concordancia con este principio, el **Artículo 53, fracción XI, de la Constitución Política de la Ciudad de México**, establece que las **demarcaciones territoriales** tienen la obligación de **elaborar su Atlas de Riesgo y su Programa de Protección Civil**, ejecutándolos de manera **coordinada con el órgano público garante de la gestión integral de riesgos**, conforme a la normatividad aplicable. Este mandato fortalece la corresponsabilidad institucional y promueve una gestión del riesgo **integrada, coherente y basada en evidencia**, contribuyendo a la construcción de una Alcaldía Tlalpan más segura y resiliente.

Artículo 53 Seguridad ciudadana y protección civil

XI. Elaborar el atlas de riesgo y el programa de protección civil de la demarcación territorial, y ejecutarlo de manera coordinada con el órgano público garante de la gestión integral de riesgos de conformidad con la normatividad aplicable;

Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración pública de la Ciudad de México

La **coordinación entre los distintos niveles de gobierno** es un elemento esencial para garantizar la eficacia de la gestión integral del riesgo y la protección civil en la Ciudad de México. En este marco, el **Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan** se inscribe dentro de una estructura institucional que busca la articulación técnica y operativa entre la **Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México (SGIRPC)** y las alcaldías, asegurando la **coherencia, actualización y funcionalidad de la información sobre peligros y vulnerabilidades en el territorio**.

En congruencia con este principio, el **Artículo 33, fracciones XXI y XXII, de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México**, establece que la SGIRPC tiene la responsabilidad de **elaborar, operar, evaluar y actualizar el Atlas de Riesgos de la Ciudad de México**, así como de **supervisar la elaboración y actualización de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías**. Este mandato normativo garantiza la **homologación de criterios técnicos**, el fortalecimiento de la **planeación preventiva** y la integración de los **Atlas locales** en un sistema metropolitano de conocimiento del riesgo, contribuyendo a una **gestión más eficaz y resiliente** frente a emergencias y desastres.

Artículo 33. A la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil corresponde el despacho de las materias relativas a la gestión integral de riesgos y la protección civil.

XXI. Elaborar, operar, evaluar y actualizar el Atlas de Riesgos de la Ciudad de México;

XXII. Supervisar, que se realice y se mantenga actualizado el Atlas de Riesgos de las Alcaldías;

Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México

El conjunto de disposiciones contenidas en la **Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México** establece un marco jurídico robusto que consolida a los **Atlas de Riesgos** como herramientas fundamentales para la planeación preventiva y la toma de decisiones informadas en materia de protección civil.

El **Artículo 14** asigna a la **Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil** la responsabilidad de **elaborar los lineamientos técnicos y operativos** que orientan la formulación de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías, así como de **integrar y actualizar el Atlas de Riesgos de la Ciudad de México**, garantizando la coherencia entre los distintos niveles territoriales.

Artículo 14. Corresponde a la Secretaría:

IX) Elaborar y expedir los lineamientos técnicos y operativos que serán obligatorios para la elaboración de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías, coadyuvando, a solicitud de éstas, en su elaboración;

X) Integrar y actualizar el Atlas de Riesgos de la Ciudad de México, a partir de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías (...)

Por su parte, el **Artículo 15** establece la obligación de las **Alcaldías** de **elaborar y actualizar anualmente su propio Atlas de Riesgos**, conforme a dichos lineamientos, e integrar en él la información proveniente de los **Programas Internos de Protección Civil**.

Artículo 15. Corresponde a las Alcaldías:

V) Elaborar el Atlas de Riesgos y Protección Civil de la Alcaldía de conformidad con los lineamientos establecidos por la Secretaría, el cual deberá actualizarse cada año.

El **Artículo 82** refuerza el carácter técnico y estratégico de estos instrumentos al reconocerlos como **la herramienta básica para identificar peligros, vulnerabilidades y sistemas expuestos**, mientras que el **Artículo 84** dispone que su elaboración debe regirse por los criterios técnicos que emita la Secretaría, **de carácter obligatorio**.

Artículo 82. Los Atlas de Riesgos son la herramienta básica de la identificación de Peligros, Vulnerabilidades y Sistemas Expuestos.

Artículo 84. Los Atlas de Riesgos de las Alcaldías, deberán ser elaborados de conformidad con las disposiciones y lineamientos de orden técnico que para el efecto emita la Secretaría, mismos que serán de carácter obligatorio.

Asimismo, el **Artículo 86** vincula el **Sistema de Alerta Temprana** con el conocimiento del riesgo derivado de los Atlas, subrayando la necesidad de que la información contenida en ellos sirva como base para el **alertamiento oportuno y efectivo** ante potenciales fenómenos perturbadores.

Artículo 86. El Sistema de Alerta Temprana es un derecho para los residentes de la Ciudad de México, se tendrá que promover a través de tecnologías de información y comunicación. Ésta deberá ser clara y oportuna con base en el conocimiento del Riesgo y monitoreo del potencial Peligro debiendo tomar en cuenta, cuando menos, los siguientes aspectos: I. Conocimiento previo del Riesgo para el cual se hará el alertamiento, basado en los Atlas de Riesgos, que deberá incluir el análisis y evaluación de las características del Fenómeno Perturbador, como intensidad, probabilidad de ocurrencia, Vulnerabilidades, identificación de zonas geográficas y comunidades que podrían verse afectadas;

Finalmente, el **Artículo 114** reafirma la función preventiva de los Atlas al incluir su elaboración como parte esencial de las **acciones de previsión** en materia de gestión integral del riesgo.

Artículo 114. Las acciones de previsión consisten, entre otras:

I. Elaborar Atlas de Riesgos;

En conjunto, estos artículos evidencian que los **Atlas de Riesgos** no son documentos estáticos, sino **instrumentos vivos, técnicos y normativos**, esenciales para la **reducción de vulnerabilidades, la planeación territorial segura y la activación de sistemas de alerta temprana**, garantizando así el **derecho de las personas a la seguridad y la resiliencia frente a los riesgos** que enfrenta la Alcaldía Tlalpan.

Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México

El Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México refuerza la importancia operativa y técnica de los **Atlas de Riesgos** como instrumentos articuladores de la información territorial y del conocimiento del riesgo.

El **Artículo 70** establece que los Atlas deben **integrar y actualizar de forma continua** la información proveniente de las Alcaldías, la cual deberá ser remitida **mensualmente** por las Unidades de Alcaldía, garantizando así que el **Atlas refleje en todo momento las condiciones reales de exposición y vulnerabilidad del territorio**.

Artículo 70. Para efectos del artículo anterior la información deberá ser integrada y actualizada en el Atlas de Riesgos con lo siguiente:

II. La información contenida en los Atlas de Riesgos de las Alcaldías, la cual será proporcionada por las personas titulares de las Unidades de Alcaldía mensualmente;

El **Artículo 73** determina que el **conjunto de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías constituye el Atlas de Riesgos de la Ciudad de México**, configurando un sistema jerarquizado y complementario de información, en el que la gestión local se integra a la gestión metropolitana.

De acuerdo con el **Artículo 74**, las **Alcaldías están obligadas a compartir su información** con la Secretaría para la conformación del Atlas de la Ciudad, conforme a los **lineamientos técnicos y operativos** que esta emita, lo que asegura la homogeneidad metodológica y la interoperabilidad de los datos.

Finalmente, el **Artículo 75** dispone que las Alcaldías, mediante convenio con la Secretaría, podrán acceder a un **visor especializado** para la **consulta, análisis espacial y generación de capas** del Atlas de Riesgos correspondiente a su demarcación, promoviendo con ello la **transparencia, el análisis territorial y la toma de decisiones basadas en evidencia**.

Artículo 73. El conjunto de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías forma parte del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México.

Artículo 74. Las Alcaldías deberán compartir la información para la elaboración del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México con la Secretaría, conforme los lineamientos técnicos y operativos que esta expida.

Artículo 75. Las Alcaldías, previo convenio con la Secretaría podrán disponer de un visor para consulta, análisis espacial y creación de capas del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México correspondiente a su demarcación territorial.

En dicho convenio se establecerán los requerimientos técnicos y de intercambio de información.

Estos artículos consolidan la visión de los Atlas de Riesgos como un **sistema dinámico, interconectado y colaborativo**, que permite **fortalecer la gestión integral del riesgo desde lo local hacia lo metropolitano**, con base en criterios técnicos uniformes y en el intercambio constante de información.

Ley de Mitigación y Aceptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable de la Ciudad de México

La Ley de Mitigación y Aceptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable de la Ciudad de México introduce un enfoque integral que vincula la gestión del riesgo con la adaptación al cambio climático, reconociendo que ambos procesos comparten bases científicas y territoriales comunes.

El **Artículo 7** otorga a la Secretaría del Medio Ambiente la atribución de coadyuvar con la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil y con las Alcaldías en la integración de criterios de cambio climático dentro de los Atlas de

Riesgos, tanto a nivel de ciudad como de demarcaciones. Este mandato garantiza que los Atlas incorporen no solo el conocimiento de peligros actuales, sino también la proyección de escenarios futuros derivados del cambio climático, fortaleciendo así la resiliencia urbana.

Artículo 7. Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las atribuciones siguientes:

XVII. Coadyuvar con la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México y con las Alcaldías, para la integración de criterios de cambio climático en el desarrollo y actualización del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México y de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías;

Por su parte, el Artículo 8 obliga a las Alcaldías a considerar dichos criterios climáticos al elaborar o actualizar sus propios Atlas de Riesgos, siguiendo los lineamientos técnicos y la normatividad vigente. Esto implica analizar variables como el incremento de temperaturas, la variación de lluvias extremas, el ascenso del nivel freático o los deslizamientos inducidos por cambios en los patrones meteorológicos.

Artículo 8. Corresponde a las Alcaldías:

IX. Considerar criterios de cambio climático en la integración y actualización del Atlas de Riesgos de la Alcaldía, de acuerdo con los lineamientos técnicos y las disposiciones jurídicas aplicables;

Ambos artículos consolidan una visión moderna de la planeación territorial, en la que el Atlas de Riesgos se convierte en una herramienta estratégica de adaptación y sostenibilidad, alineada con las políticas de resiliencia climática y los objetivos de desarrollo sustentable de la Ciudad de México. En el caso de la Alcaldía Tlalpan, esto refuerza la necesidad de integrar los escenarios de cambio climático en la gestión del suelo de conservación, los asentamientos irregulares en laderas y la protección de su biodiversidad urbana.

Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México

La **Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México** establece los lineamientos fundamentales que orientan la planificación urbana y territorial, integrando de manera explícita la **gestión integral del riesgo** como un principio rector de las políticas públicas.

El **Artículo 5, fracción V**, señala que la planeación debe considerar la **gestión integral de riesgos**, entendida como un proceso continuo de **planeación, participación, evaluación y toma de decisiones**, basado en el conocimiento del riesgo y su construcción. Este enfoque permite la **intervención coordinada de los distintos órdenes de gobierno y de la sociedad**, implementando políticas, estrategias y acciones orientadas a la **prevención, reducción y control permanente del riesgo de desastres**, asegurando que las decisiones sean oportunas, informadas y efectivas.

Artículo 5.- La planeación en la Ciudad se sustentará en los siguientes enfoques y principios rectores:

V. Gestión integral de riesgos: proceso de planeación, participación, evaluación y toma de decisiones que, basado en el conocimiento de los riesgos y su proceso de construcción, deriva en un modelo de intervención de los órdenes de gobierno y de la sociedad, que implementa políticas, estrategias y acciones, para la previsión, reducción y control permanente del riesgo de desastre;

Asimismo, el **Artículo 32, fracción IV**, establece que la planeación del desarrollo debe garantizar la **sustentabilidad**, promoviendo la eficiencia económica, la equidad social, la preservación del medio ambiente y la protección de los recursos culturales y naturales, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. Dentro de este marco, la **prevención y reducción de riesgos**, apoyada en herramientas como los **Atlas de Riesgos**, se convierte en un eje transversal que vincula la seguridad de la población con la sostenibilidad del territorio.

Artículo 32.- La planeación del desarrollo tendrá los siguientes ejes rectores:

*IV. Garantizar el desarrollo sustentable con eficiencia económica, equidad social, sustentabilidad ambiental, preservación y promoción de la cultura, **prevención y reducción de riesgos**, sin demérito de los recursos naturales, económicos y culturales indispensables para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras;*

En el contexto de la **Alcaldía Tlalpan**, estos principios resaltan la importancia de integrar el **Atlas de Peligros y Riesgos** local en la planeación del desarrollo urbano, asegurando que las políticas de ordenamiento territorial, protección civil y resiliencia climática se implementen de manera coordinada y sostenible.

Marco Jurídico Local

Ley Orgánica de las Alcaldías

La **gestión integral del riesgo** y la **protección civil** constituyen funciones esenciales de las Alcaldías, que requieren planificación, coordinación y el uso de información técnica precisa. En este marco, el **Atlas de Peligros y Riesgos de la Alcaldía Tlalpan** se erige como la herramienta fundamental para **identificar peligros, evaluar vulnerabilidades y priorizar acciones preventivas**, protegiendo así a la población, sus bienes, el entorno y los sistemas estratégicos del territorio.

El **Artículo 61** establece que las Alcaldías, de manera subordinada al Gobierno de la Ciudad, tienen la atribución de **elaborar su Atlas de Riesgos y el Programa de Protección Civil**, ejecutándolos de forma **coordinada con el órgano público responsable de la gestión integral de riesgos**, conforme a la normativa vigente.

Artículo 61. Las atribuciones de las personas titulares de las Alcaldías, en forma subordinada con el Gobierno de la Ciudad en materia de seguridad ciudadana y protección civil, son las siguientes:

VIII. Elaborar el atlas de riesgo y el programa de protección civil de la demarcación territorial, y ejecutarlo de manera coordinada con el órgano público garante de la gestión integral de riesgos de conformidad con la normatividad aplicable;

Asimismo, el **Artículo 189** resalta que todas las acciones y políticas de protección civil en las demarcaciones deben tener una **visión integral, transversal y metropolitana**, y que cada Alcaldía contará con una **Unidad Administrativa de Protección Civil** encargada de **identificar riesgos y elaborar el Atlas correspondiente**, asegurando su actualización y aplicación coordinada con la autoridad responsable de la gestión integral de riesgos.

Artículo 189. Todas las acciones encaminadas a fomentar e implementar la cultura de la protección civil que se realicen en las demarcaciones territoriales, así como las políticas que se desarrollen tendrán una visión integral, serán de aplicación transversal y con visión de ciudad y un enfoque metropolitano.

Cada Alcaldía contará con una Unidad Administrativa de protección civil que ejecutará las atribuciones que se establezcan en la materia.

Es competencia de las Alcaldías la identificación y diagnóstico de los riesgos, al efecto deberán elaborar un atlas que identifique los diferentes riesgos a que está expuesta la población, sus bienes y entorno, así como los servicios vitales y los sistemas estratégicos en la materia, dicho instrumento deberá ejecutarse de manera coordinada con la autoridad responsable de la gestión integral de riesgos de conformidad con la normatividad aplicable.

De esta manera, los Atlas de Riesgos se consolidan como **instrumentos estratégicos y vinculantes**, esenciales para la **toma de decisiones, la planeación urbana y la construcción** de una ciudad más segura, resiliente y preparada ante emergencias.

CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

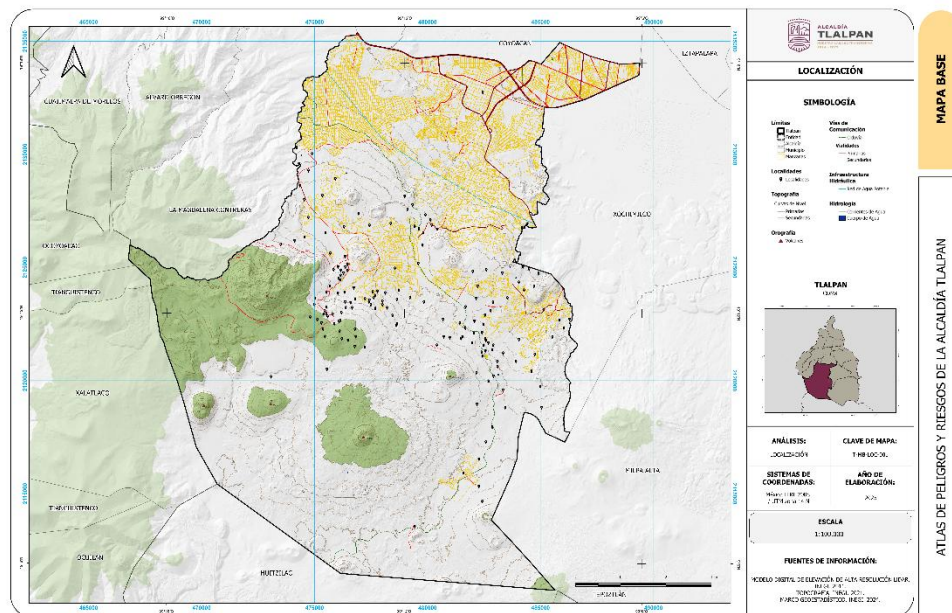
Delimitación Territorial

La Alcaldía Tlalpan es la más grande de la Ciudad de México con una extensión territorial aproximada de 314.5 km², es decir, el 21% de la superficie total de la entidad. Se ubica en el suroeste de la Ciudad de México limitando al norte con las alcaldías de Álvaro Obregón y Coyoacán; al este con Xochimilco y Milpa Alta; al sur con el municipio de Huitzilac correspondiente al estado de Morelos; al suroeste con el municipio de Xalatlaco, estado de México y al oeste con la alcaldía Magdalena Contreras. Cabe mencionar que Tlalpan significa "Encima de la tierra" o "En la tierra firme" y debe este nombre a su ubicación geográfica que se diferenció de los asentamientos humanos de las riberas de los lagos del Valle de México durante la época prehispánica. Cabe mencionar que es la alcaldía que cuenta con mayor superficie en la zona montañosa con 21% del total de la Ciudad de México.

Ubicación geográfica y Extensión territorial

Su extensión territorial se ubica en las siguientes coordenadas extremas: paralelos 19° 18' 50.3"N y 19° 5' 19.6" N y entre los meridianos 99° 19' 7.6" O, 99° 6' 2.6" O. Las localidades de la alcaldía se encuentran entre los 2,280 y los 3,410 metros sobre el nivel del mar (msnm). De acuerdo con el INEGI (2020) en la alcaldía hay un total de 699,928 habitantes distribuidos en 164 localidades, siendo las principales Tlalpan, San Miguel Topilejo y San Miguel Ajusco como se muestra en el Mapa 1 y Tabla 1.

Mapa 1. Mapa base

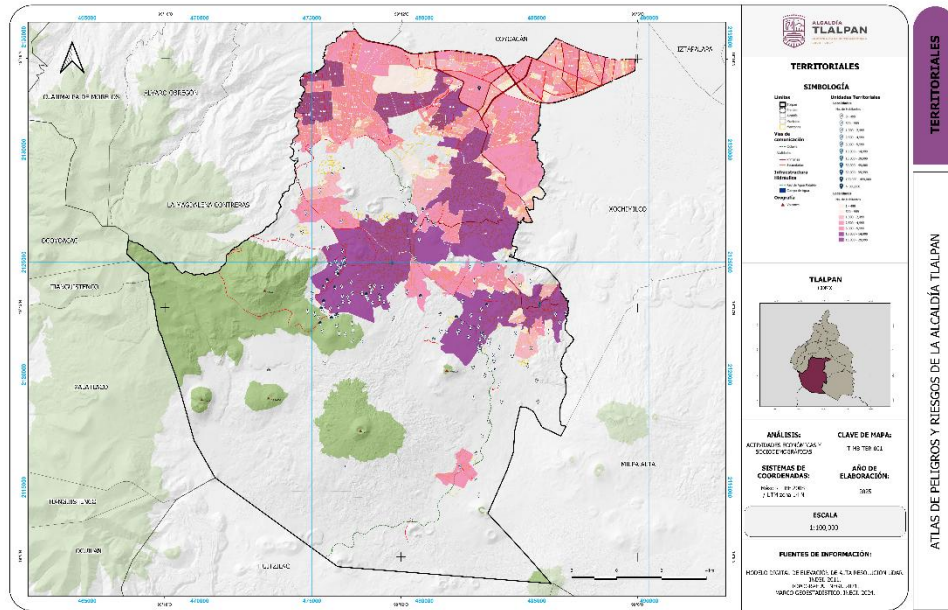


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2024

Unidades Territoriales

La alcaldía Tlalpan actualmente cuenta con una división político-administrativa interna denominada *Territoriales*, las cuales son un modelo de atención a la ciudadanía integradas por 147 unidades ubicadas en las zonas urbanas de la alcaldía. Estas a su vez están conformadas por 179 colonias concentradas en el norte de Tlalpan, las cuales tienen una configuración territorial de menor tamaño, comparadas con las colonias que se encuentran en el centro y sur de la mancha urbana de la alcaldía (Mapa 2).

Mapa 2. Unidades territoriales de la alcaldía Tlalpan.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN IECM, 2023

Tabla 1. Localidades de la alcaldía Tlalpan

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0001	Tlalpan	2280	599,935
0027	San Miguel Topilejo	2649	41,087
0026	San Miguel Ajusco	2933	37,282
0135	Lomas de Tepemecatl	2960	4,058
0019	Parres (El Guarda)	2994	3,197
0168	Chalcuitongo (La Asunción)	2748	1,048
0282	Ocotla Chico	2896	943
0396	Tezontitla	2757	853
0161	El Pedregal	2869	822
0290	La Herradura	2792	793

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0179	El Charco	2952	759
0222	Nopaltitla	2932	669
0124	Héroes de 1910	2947	571
0144	Piedra Larga	2746	532
0276	Lomas del Capulín (Kilómetro 30)	2827	529
0328	Ejidos de San Andrés Totoltepec	2904	384
0301	Colonia Aguayoto	3098	325
0393	Kilómetro 28 Sur	2753	311
0187	Huinxco	2907	271
0399	Piedra Suelta	2990	241
0216	Cuanejaque	2842	239
0376	Teteocotla	2856	234
0300	Colonia San Juan	3023	219
0358	El Arcoiris	3015	190
0217	El Oyameyo	2913	189
0429	El Resumidero	2815	172
0112	Cañada del Acueducto	3029	161
0394	Paraje Buenavista	2809	160
0346	Tepehuaxotla (Prolongación Pirámide)	2970	156
0436	Xililimoco	2849	141
0351	Carretera al Ajusco II	2795	128
0381	Ololica (Loloigque)	2921	126
0272	Colonia Ocotla	2823	121
0218	Parada Oyameyo (Kilómetro 31.5)	2832	112
0439	La Joyita	2634	111

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0350	Los Tlapancos	2870	108
0416	Tlayelpa	2703	106
0162	El Sifón	3012	103
0302	Los Encinos	2595	96
0325	Planta Abasolo	2783	93
0159	La Pedrera	2816	92
0440	Ayopa	2626	91
0374	Paraje Tlaltenelolpa	2862	89
0383	Tepacheras (Kilómetro 31)	2802	89
0354	Acazacatongo	3056	86
0130	Kilómetro 36.5 (El Crucero)	2935	69
0296	Lomas de San José	2944	69
0427	Santa Ana	2890	69
0105	Apapaxtles	3091	67
0210	El Arenal	2743	65
0269	Temaxcatitla (Kilómetro 32.2)	2826	65
0277	Tlatepancaltitla (Kilómetro 30.5)	2787	55
0418	Cebadillas	2778	54
0310	Camino a la Venta	2835	51
0221	La Rufina	2968	50
0390	La Reja	2821	50
0291	Carretera al Ajusco	2757	49
0131	Las Maravillas (Kilómetro 37)	2945	45
0275	Kilómetro 29.5	2804	44
0373	Ispancolohuia	2883	43

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0378	Rancho Viejo	2842	43
0391	Popocotla	2785	43
0392	Colonia Cuauhtenco (Kilómetro 27)	2690	43
0422	Xoxoctongo	2992	41
0420	El Salitrillo	2801	40
0237	Xomulco (Oyamertonco)	3057	36
0175	Siete Ocotes	2912	35
0355	Acueducto 1ra. Sección	3053	35
0426	Pedregal del Xitle	2960	35
0357	Cuatzonfle	2815	34
0283	Paraje Atonco	3110	31
0128	Las Raíces	2884	25
0423	La Huerta	3033	24
0280	Tlalalpuente	3116	21
0220	La Campana	2909	20
0319	Popotenco	2554	20
0333	Prolongación Acueducto	3046	20
0438	Ejido de San Miguel Xicalco	2832	19
0198	La Troje	3147	18
0254	Barranquilla	2955	18
0295	Chahualixcantitla	2891	16
0311	La Monera	2753	15
0199	El Cofrecito	2930	12
0361	Oyametonco	3188	12
0114	Cuamino	3159	11

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0326	Cuauhtenco	2718	10
0337	Rancho Yamel	3093	10
0342	Rancho Matamoros	3280	10
0360	Rancho Ahuayoto	3081	10
0395	Los Encinos [Rancho]	2662	10
0410	La Soledad	3148	10
0430	Zamora	3055	10
0155	La Fortaleza	3271	9
0415	El Capricho	2973	9
0192	Rancho Kyalami	3204	8
0207	Camino Viejo a San Andrés	2757	8
0265	La Candelaria	2821	8
0353	Camino Antiguo a Cuernavaca	2766	8
0356	El Campo	2772	8
0409	Rancho Nevado	3275	8
0123	Xacatixtla (Granja la Garriga)	2797	7
0132	Kilómetro 33.5	2865	7
0268	Kilómetro 32.3	2868	7
0335	Rancho el Tordi...yo	3222	7
0339	El Oyamel	3033	7
0229	Tres Cabañas	3063	6
0266	La Providencia	2822	6
0340	Rancho Tres Hermanos	3410	6
0359	Tixtapaltongo (Loma de Ahuayoto)	3128	6
0364	Bellavista	3338	6

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0377	Paraje el Tezontle Acopiaco	3102	6
0379	Paraje el Negro	2761	6
0389	La Loma	2885	6
0398	Rancho Teo	3395	6
0432	Majadatonco	3061	6
0193	Los Sauces	3266	5
0252	La Morucha	2856	5
0256	La Capilla	3355	5
0262	El Sicomoro	2916	5
0263	Tlamenelolpa (Los Encinos)	2903	5
0317	El Tianguillo	3164	5
0343	Rancho Valentina	3274	5
0347	Las Calaveras (Doña Cristy)	2883	5
0401	El Retiro	3377	5
0407	El Sillar	3288	5
0437	Tierra Blanca	3288	5
0108	Paraje Cercatenco	3144	4
0140	El Oyamel	3100	4
0145	Piedras Blancas	3246	4
0152	Rancho Ramírez	3063	4
0232	El Alambrado	3093	4
0246	Rancho Chico	3298	4
0249	Rancho los Cedros del Abuelo	3076	4
0365	Ojo de Agua	3375	4
0413	El Arco Amarillo	3018	4

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0417	Autriquie	3055	4
0424	El Líder	2992	4
0428	Tlapexco	3126	4
0431	Acanceh	3124	4
0434	La Loma	3117	4
0201	Rancho los Compadres	3106	3
0267	Finca Trancas (UCAPSA)	2858	3
0278	José María Morelos	3049	3
0305	Lienzo Charro Pepe Castro	3045	3
0316	Huiquilahua	2886	3
0330	Área de los Venados (La SIREFA)	2840	3
0368	Tepelancoxtla	2941	3
0371	San Agustín	2949	3
0403	Las Castañas	3323	3
0414	El Guardita	2280	3
0421	El Encanto	3352	3
0129	Kilómetro 38	2967	2
0209	Rancho San Nicolás	3100	2
0327	Tepozán [Parque Ecoturístico]	2880	2
0341	Las Cruces	3299	2
0406	El Capricho	3367	2
0433	Rancho Tequila	3340	2
0118	La Cima	3020	1
0303	Kilómetro 32.1	2830	1
0362	Cansacaballos	3197	1

Clave de localidad	Localidad	Altitud	Población total
0404	San Carlos	3299	1
0405	Rancho Chato	3298	1
0419	Rancho Mac	3355	1
0435	La Manga Lagunitas	3237	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

En los últimos años la alcaldía ha tenido un proceso de expansión de la mancha urbana hacia el sur y suroeste, como parte de la búsqueda de alternativas de vivienda de un importante sector de la población que normalmente se establece en asentamientos irregulares en suelos destinados a la conservación o en Áreas Naturales Protegidas. Este fenómeno es el inicio de un ciclo de crecimiento de la mancha urbana, deforestación, presión sobre el recurso hídrico, incremento de incendios forestales y afectaciones a la biodiversidad. Asimismo, las zonas montañosas cuando son sometidas a procesos de urbanización pueden presentar inestabilidad en el terreno debido a la sobrecarga de construcciones, cortes en las pendientes para la construcción de infraestructura o viviendas agravados por los métodos de construcción inapropiados sin considerar las condiciones y el comportamiento de los materiales en las zonas habitadas.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO NATURAL

Descripción general del medio natural

A continuación, se procederá a detallar las características generales del entorno natural presentes en la alcaldía Tlalpan, las cuales constituyen un aspecto esencial para la comprensión de los fenómenos que se desarrollan y se manifiestan en el ámbito territorial. Estas características no sólo permiten una mejor interpretación de la realidad ambiental, sino que también facilitan el análisis de las interacciones que se producen entre los diversos elementos del ecosistema en esta región.

Fisiografía

En términos generales, se define como la descripción física de los rasgos que conforman la superficie terrestre (geomorfología). Uno de los niveles jerárquicos más significativos es la provincia fisiográfica, la cual se refiere a regiones del planeta que presentan características de relieve muy similares (tipos de relieve como montañas, llanuras y valles), derivadas de una serie de eventos modeladores que comparten un origen geológico común (procesos geológicos y ambientales). Para llevar a cabo la descripción de una provincia fisiográfica, además de considerar el relieve que la distingue, es fundamental comprender los procesos mediante los cuales se ha formado y los períodos de tiempo involucrados, hasta alcanzar su estado actual.⁴

La alcaldía Tlalpan se ubica en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico la cual está constituida por imponentes sierras volcánicas, extensas coladas de lava, conos volcánicos dispersos o en agrupaciones, así como amplios escudo-volcanes de basalto y depósitos de arenas cenizas, los cuales se encuentran intercalados entre vastas llanuras. Además, incluye la cadena de importantes estratovolcanes conocida propiamente como el "Eje Neovolcánico", que atraviesa al país de poniente a oriente abarcando porciones de los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Ciudad de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.⁵ Asimismo, la alcaldía se encuentra dentro de la subprovincia fisiográfica de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, no obstante, los primeros asentamientos humanos de la zona se establecieron en las zonas de tierra firme que se encontraban en los márgenes de los lagos, de ahí el nombre de Tlalpan que proviene del náhuatl *Tlalli* que significa "Tierra" y *Pan* que significa "Encima o sobre".

Topoformas

En la alcaldía Tlalpan el sistema de topoformas de mayor superficie es el de sierra volcánica con estratos volcanes, ubicado al sur de la alcaldía, el cual está conformado por una serie de conos de escoria con o sin flujos de lava, así como domos de lava con un amplio rango composicional. La segunda topoforma de mayor extensión es el vaso lacustre ubicado al noreste de la alcaldía, en parte de lo que fue el lago de Xochimilco. Por su parte, los lomeríos de tobas representan la menor superficie, ubicados al poniente de la alcaldía como una zona de transición entre el vaso lacustre y la sierra volcánica como se puede observar en el Mapa (Tabla 2 y Mapa 3).

Tabla 2. Sistema de topoformas

Nombre	Área	%
Lomerío de tobas	22.4	7.1
Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados	255.6	81.3

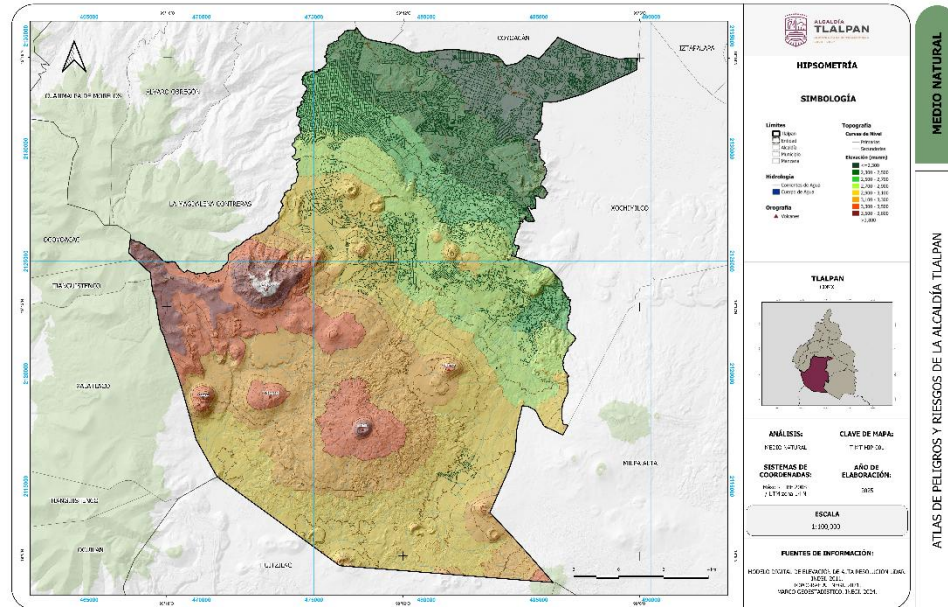
⁴ (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016)

⁵ (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1981)

Vaso lacustre	36.3	11.5
---------------	------	------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 3. Hipsometría de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Conocer cómo está conformada la topografía en un lugar determinado es relevante para identificar zonas susceptibles a movimientos de remoción en masa. Por ejemplo, se ha observado que existe una correlación entre el desprendimiento de rocas aunado a factores climáticos en áreas de gran altitud debido a los procesos de congelamiento y descongelamiento que generan tensión en las rocas.

Geomorfología

Es una disciplina geológico-geográfica que se ocupa del **análisis de las formas de la superficie terrestre**, incluyendo aquellas que están bajo el agua de océanos, lagos, ríos y glaciares, así como la superficie de los cuerpos celestes en el Sistema Solar. Este campo de estudio abarca la descripción de las formas (morfología), su origen (génesis), estructura, historia de desarrollo, dinámica actual, proyecciones futuras y su interacción con la actividad humana.⁶

La alcaldía Tlalpan presenta una gran diversidad geomorfológica originada por las variaciones altitudinales que abarca llanuras, lomeríos y sierras generados por procesos endógenos y exógenos, estos últimos han sido producto tanto de procesos naturales como de origen antropogénico. Su relieve puede agruparse de manera general en tres sistemas geomorfológicos: el primero corresponde al sistema montañoso Ajusco-Chichinautzin ubicado al sur y suroeste de la alcaldía. Forma parte del campo volcánico Chichinautzin que tuvo su origen en el Cuaternario, en el cual predominan los volcanes y domos como el Pico del Águila, el Xitle, el Pelado y el Malacatepec, así como laderas con pendientes pronunciadas y cañadas profundas. Este sistema es parte fundamental en la recarga de acuíferos del Valle de México por lo que actualmente está constituido como una zona de conservación ecológica (Mapa 4).

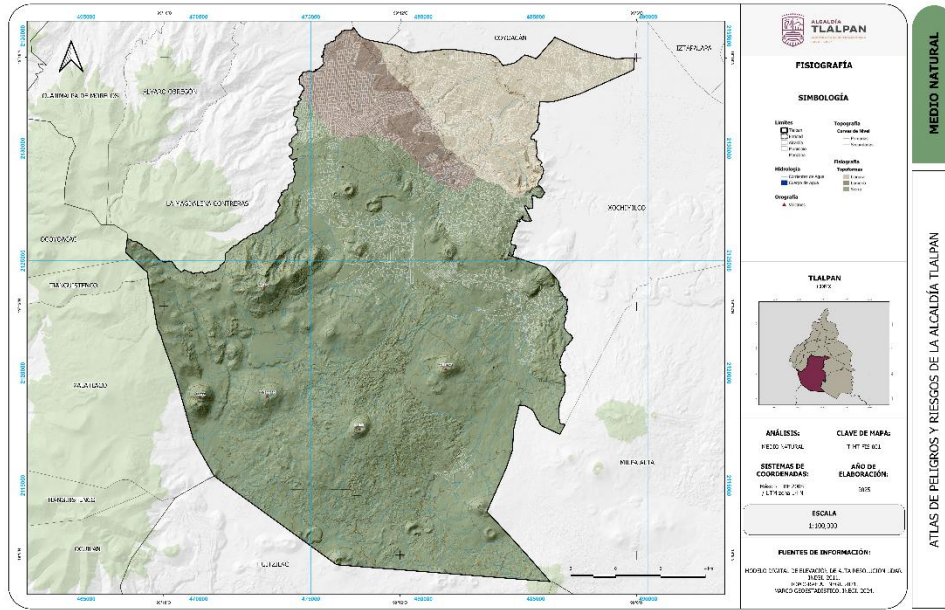
El segundo se trata de los piedemontes y llanuras de transición ubicadas en la zona centro-sur de la alcaldía, se trata de un relieve de transición entre el sistema montañoso y la planicie lacustre, en el cual predominan zonas de derrames de lava con usos agrícola y urbano, abanicos aluviales y los lomeríos formados por depósitos volcánicos erosionados por

⁶(Lugo Hubp, 2011)

la precipitación. En esta zona se encuentran las localidades de Fuentes Brotantes, San Miguel Ajusco y Magdalena Petlalcalco.

El tercer sistema correspondiente a la llanura lacustre del Valle de México se localiza al norte y noreste de la alcaldía y forma parte de lo que alguna vez fue el lago de Xochimilco, por lo que esta zona presenta escasas pendientes y depresiones lacustres con procesos de sedimentación y subsidencias provocadas por la extracción de agua subterránea.

Mapa 4. Sistema de topoformas



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Dentro del sistema denominado sierra, ubicado al sur y suroeste se encuentran las principales elevaciones de la alcaldía las cuales superan los 3,000 msnm (Tabla 3).

Tabla 3. Elevaciones

Nombre	Elevación (msnm)
Ajusco (Cruz del Marqués)	3,930
Cerro del Pelado	3,600
Cerro de la Cruz	3,500
Zacatépetl	3,480
Oyameyo	3,400
Cerro Quepilli	3,400
Volcán Malacatepec	3,300
Xitle	3,100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SGM, 2020

Estas variaciones altitudinales en la alcaldía dan origen a una gran complejidad geográfica, ecológica y urbanística que genera susceptibilidad a algunos riesgos, como pueden ser: deslizamiento de laderas, debido a la inclinación, erosión, deforestación, la saturación de agua y/o la extracción excesiva de agua subterránea, incluso la actividad sísmica; inundaciones durante la época de intensas lluvias, los ríos arroyos pueden llegar a desbordarse, esto es crítico en la zona de valles y llanuras, donde el agua tiende a acumularse, además de una falta de drenaje adecuado en áreas urbanas.

Geología

De acuerdo con el INEGI (2010) el 87% del territorio de Tlalpan se formó en el Periodo Cuaternario y el 13% restante en el Neógeno. Asimismo, su composición rocosa es en su mayoría de tipo ígnea extrusiva principalmente basalto (32.11%), seguida de andesita (12.72%), toba básica (11.03%), brecha volcánica básica (10.71%) y basalto brecha volcánica básica (3.87%). El 0.85% restante corresponde a suelo de tipo aluvial, el cual se encuentra al noreste de la alcaldía. Consta de sistemas volcánicos con tres tipos de estructuras: flujos o domos de lava; conos de escoria con pendientes de 30° y flujos asociados; y conos de lava en forma de escudo. Cabe mencionar que la Sierra del Chichinautzin ubicada al sur de la alcaldía es la cadena volcánica más joven del Valle de México resaltando la actividad más reciente hace 1665 años del volcán Xitle.

Las formaciones volcánicas de este campo monogenético se originaron por dos tipos de actividad: estromboliana freatomagmática y con actividad tipo hawaiano que dio origen a flujos de lava fisurales. Cabe mencionar que la mayoría de los volcanes de esta zona se presentan en pequeños grupos alineados en dirección principal de fractura E-O y otros en dirección NE y NO. En los siguientes párrafos se exponen las características geológicas específicas del territorio tlalpeño.

Litología

La alcaldía Tlalpan presenta una litología compleja y diversa producto de la interacción entre procesos volcánicos y sedimentarios ocurridos a lo largo del tiempo geológico. Como se ha visto anteriormente de manera general la alcaldía se puede dividir en tres zonas con base en su orogenia. En el campo volcánico del Chichinautzin se encuentran rocas basálticas, andesitas, escorias, tobas y brechas volcánicas que son parte de la configuración del relieve montañoso de la región. El suroeste de la alcaldía se caracteriza por la presencia de dacita, la cual es una roca volcánica compuesta de cuarzo y plagioclasa sódica; el sur está conformado por andesita, roca porfídica de plagioclasa sódica; y, al este se encuentra roca de tipo basáltica.

Conocer la litología presente en la región es esencial porque brinda información relevante que ayuda a comprender las características y el funcionamiento del subsuelo, como es su composición y distribución dentro de la entidad. Estas características son esenciales para entender parte de los fenómenos geológicos, ya que nos ayuda a crear escenarios de posibles zonas de hundimientos, inestabilidad de laderas, sismos, entre otros, favoreciendo a la organización de cada construcción haciéndolas más seguras ante cualquier fenómeno anteriormente mencionado.

Las litologías presentes en el territorio de Tlalpan (Tabla 4) se describen a continuación, con el fin de conocer con más detalle algunas de sus propiedades principales como son: composición mineralógica, color, propiedades físicas, entre otras (Para mayor referencia de la composición de la litología consultar Tabla 6 y Tabla 8).

Tabla 4. Descripción general de las litologías de la alcaldía Tlalpan

Litología	Descripción
Aluvial	Depósito de origen sedimentario, compuesto de grava, arena y arcilla, cuyo transporte principal es fluvial. Su resistencia a la compresión simple es mala porque es un material no consolidado.
Andesita	Roca ígnea extrusiva, composición intermedia, contiene minerales como plagioclasa y piroxeno, color gris claro a gris oscuro, es bastante densa y resistente, tiene una compresión simple variable ya que se encuentra combinada con otros tipos de roca y una calidad que va de pobre a aceptable, de acuerdo con el RQD.

Litología	Descripción
Brecha volcánica andesítica	Roca ígnea extrusiva, compuesta de cenizas y fragmentos de lava, formada en procesos piroclásticos. Tiene una compresión simple variable ya que se encuentra combinada con otros tipos de roca y una calidad que va de pobre a aceptable, de acuerdo con el RQD.
Basalto	Roca ígnea extrusiva, de color gris oscuro, rica en minerales de hierro y magnesio, presenta una textura vascular, formada por el rápido enfriamiento de la lava. Su resistencia a la compresión simple es alta por su consolidación.
Dacita	Roca ígnea extrusiva, de color gris claro, compuesta de cuarzo y feldespato, con alto contenido de sílice. Su resistencia a la compresión simple es alta si es masiva y no tiene fracturas y tiene una calidad buena a excelente.
Lacustre	Compuesta por arcillas, limos y arenas, entre otros sedimentos, color gris a marrón, muy endeble. Su resistencia a la compresión es pobre porque no está consolidada y tiene una calidad muy pobre.
Toba	Roca ígnea extrusiva, compuesta por cenizas y otros elementos volcánicos, menor concentración de cristales, ligera y porosa. Su resistencia a la compresión simple es baja por su naturaleza fragmentada y tiene una calidad pobre.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN DISTINTAS FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Casi el 50% del territorio tlalpeño está conformado por basaltos, mientras que el 16.4% está compuesto de brecha volcánica básica, la cual se compone de fragmentos de origen volcánico como bloques, cenizas o bombas; el 14% del territorio está compuesto por toba básica, es decir, rocas y fragmentos volcánicos compactados, usados comúnmente en la construcción debido a sus propiedades físicas (Tabla 5).

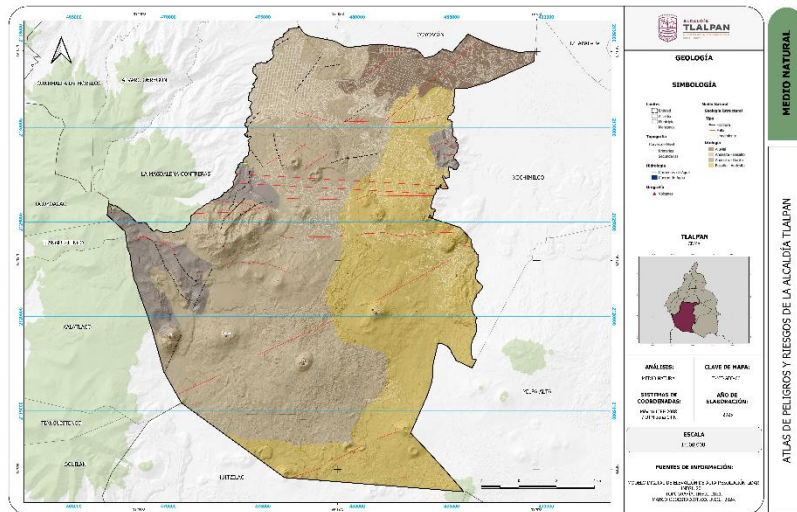
En la región de piedemontes y llanuras de transición ubicada al centro y norte de la alcaldía se pueden encontrar rocas de tipo andesita basáltica, es decir, que tienen una composición intermedia entre ambos tipos de roca principalmente en el centro, mientras que en el noroeste se presenta basalto. Finalmente, en la zona de la llanura lacustre predominan los depósitos aluviales (Mapa 5).

Tabla 5. Litologías del Tlalpan y sus características

Litología	Tipo de roca	Clave	Era	Periodo	Área (km ²)	(%)
Aluvial	Sedimentaria	Qho(al)	Cenozoico	Cuaternario	4.4	1.4
Andesita	Ígnea (extrusiva)	Qpt(A)	Cenozoico	Cuaternario	42.7	13.6
Basalto	Ígnea (extrusiva)	Qho(B)	Cenozoico	Cuaternario	153.2	48.7
Basalto-brecha volcánica básica	Ígnea (extrusiva)	Q(B-Bvb)	Cenozoico	Cuaternario	9.4	3.0
Brecha volcánica básica	Ígnea (extrusiva)	Q(Bvb)	Cenozoico	Cuaternario	51.4	16.4
Lacustre	Ígnea (extrusiva)	Q(la)	Cenozoico	Cuaternario	8.7	2.8
Toba básica	Ígnea (extrusiva)	Q(Tb)	Cenozoico	Cuaternario	43.9	14.0
Volcanoclástica	Ígnea (extrusiva)	Ts(Vc)	Cenozoico	Neógeno	0.6	0.2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SGM, 1983

Mapa 5. Geología de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SGM, 2020

Resistencia a la compresión simple

Se denomina resistencia a la compresión simple o uniaxial de una roca (RCS) al esfuerzo medido sobre la misma de una manera técnica. La resistencia a la compresión simple de las rocas es el parámetro más común para definir los criterios de rotura y el comportamiento geomecánico de un macizo rocoso

Conocer la resistencia a compresión simple de una roca es importante porque permite clasificar a la roca según su resistencia. Estas clasificaciones son conocidas como clasificaciones geo- mecánicas y derivan de la diferencia existente entre las propiedades de la roca por su naturaleza y las del macizo, que presenta diferentes grados de fracturación y meteorización. Las clasificaciones geomecánicas son sistemas de valoración del comportamiento del terreno rocoso y se basan en calificar numéricamente las propiedades y características específicas de la roca en un emplazamiento determinado y posteriormente obtener una calificación final como la suma de las valoraciones parciales⁷.

Para calcular la resistencia a la compresión simple de una roca, se utilizan ensayos o métodos que se realizan en el laboratorio o incluso en campo, donde obtienen algunas estimaciones.

A partir del valor obtenido en la prueba, se puede clasificar la roca con base a la resistencia a la compresión (Tabla 6).

Tabla 6. Clasificación de la roca con base en la resistencia a la compresión

Descripción	Resistencia a la compresión simple (MPa)
Extremadamente blanda	<1
Muy blanda	1-25
Blanda	2-25
Moderadamente blanda	25-50
Dura	50-100

⁷ (Fejoo Calle Ernesto Patricio, 2020)

Muy dura	100-250
Extremadamente dura	250

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN ISRM, 2010

De acuerdo con las litologías presentes en la alcaldía Tlalpan, se estimó un valor aproximado de la resistencia a la compresión simple con su descripción general (Tabla 7).

Tabla 7. Resistencia a la compresión simple de las litologías de la alcaldía Tlalpan.

Tipo de Roca	Resistencia a la Compresión Simple (MPA)	Descripción
Andesita-Brecha volcánica andesítica	30-100	Variable debido a la presencia de fragmentos de brecha; la andesita puede alcanzar valores altos si es masiva.
Aluvial	<10	Material no consolidado, sin cohesión.
Andesita-Toba andesítica	20-80	Variable, según la proporción de andesita (más fuerte) y toba (menos resistente).
Basalto	100-250	Muy resistente debido a su naturaleza masiva y consolidada.
Andesita	80-200	Alta resistencia en condiciones masivas.
Toba andesítica-Andesita	20-80	Variable, con resistencia mayor en áreas con más andesita.
Dacita-Andesita	50-150	Resistencia variable, generalmente alta si es masiva.
Andesita-Dacita	50-150	Resistencia media a alta en condiciones masivas.
Lacustre	<10	No consolidado; muy baja resistencia.
Toba riolítica-Toba dacítica	10-60	Baja resistencia debido a la naturaleza fragmentada.
Andesita-Basalto	80-200	Alta resistencia, especialmente en zonas con basalto masivo.
Dacita	50-150	Alta si es masiva, aunque puede variar según la fracturación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Para contar con un valor más preciso de la resistencia a la compresión simple, se recomienda realizar pruebas de laboratorio, extrayendo núcleos de roca de cada una de las litologías de interés.

RQD (Rock Quality Designation)

EL RQD (Rock Quality Designation) fue una propuesta implementada por Deere en 1967 y su función principal es evaluar la calidad del macizo rocoso, con base en su grado de fracturación. A partir de esto se puede conocer las condiciones y número de fracturas que afectan a la roca.

Esta evaluación de la calidad es un método bastante ocupado que ayuda a precisar algunos parámetros en un macizo rocoso. Se ocupa principalmente en el diseño y construcción de túneles, cimentación de grandes estructuras, excavaciones en minería, construcción de presas, diseño de taludes, entre otras obras ingenieriles (Tabla 8).

Clasificación del RQD

De acuerdo con el valor calculado de la fórmula, se puede clasificar el RQD en diferentes rangos que ayudan a describir la roca.

Tabla 8. Porcentaje de RQD y sus características

RQD %	Calidad de la roca	Descripción de la roca
<25%	Muy pobre	Roca muy fracturada y poco apta para soportar cargas
25-50%	Pobre	Roca fracturada que requiere fuerza para su estabilidad
50-75%	Aceptable	Roca con presencia de fracturas moderadas, puede soportar carga con refuerzos adicionales
75-90%	Buena	Roca con pocas fracturas, ideal para soportar carga y estructuras.
90-100%	Excelente	Roca sólida, adecuada para soportar grandes cargas y estructuras sin esfuerzos significativos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

En la alcaldía Tlalpan se presentan los siguientes valores

Tabla 9. RQD aproximado de las litologías de la alcaldía Tlalpan

Tipo de Roca	Valor Aproximado de RQD (%)	Calidad de la Roca
Andesita-Brecha volcánica andesítica	25-75	Pobre a Aceptable
Aluvial	<25	Muy Pobre
Basalto	75-100	Buena a Excelente
Andesita	75-100	Buena a Excelente
Lacustre	<25	Muy Pobre
Toba riolítica-Toba dacítica	25-75	Pobre a Aceptable
Arenisca-Lutita	50-90	Aceptable a Buena
Andesita-Basalto	75-100	Buena a Excelente
Dacita	75-100	Buena a Excelente

Basalto-Andesita	75-100	Buena a Excelente
------------------	--------	-------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

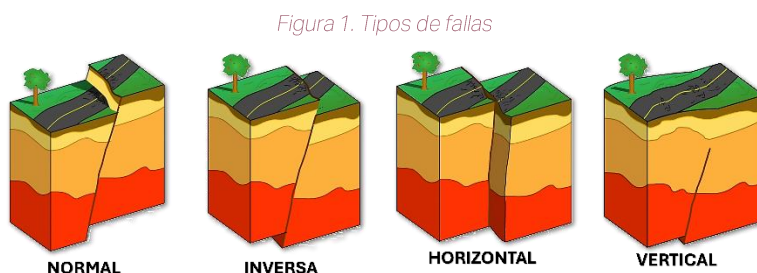
Estos valores son de referencia para una descripción y evaluación con mayor precisión es necesario realizar pruebas de constatación en campo observando y registrando las condiciones de fracturación del macizo rocoso del área de interés.

Geología estructural

Existen varios tipos de discontinuidades dentro del material rocoso, ya que representan planos o superficies de alteración, desgaste y debilidad que permiten los flujos de agua. El reconocimiento de estas discontinuidades, su descripción y caracterización es fundamental para el estudio del comportamiento que tendrá el material, así como de su estabilidad. Existen diferentes tipos de discontinuidades, pero los de mayor relevancia son los siguientes:

Falla, es un plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Cuando esta tiene desplazamiento vertical forma un bloque levantado y otro hundido; cuando está inclinada resulta un bloque del bajo y un bloque del alto. Los tipos principales de falla son: normal, inversa, de desplazamiento horizontal y de desplazamiento lateral. Las dimensiones de los desplazamientos varían de algunos centímetros de longitud hasta las de fallas profundas que cortan toda la corteza terrestre.

Fractura (del latín, romper), es una ruptura de las rocas sin desplazamiento de los bloques que separa (Figura 1). Se usa también como sinónimo de falla.⁸



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN LA USGS

En Tlalpan se identifican dos fallas, la falla Contreras ubicada al noroeste de la alcaldía a lo largo del Río Magdalena que tiene una longitud de 8.1 km aproximadamente, así como la falla normal de Xochimilco y Xicomulco con una longitud de 17.43 km ubicada en el centro de la alcaldía. Esta falla con orientación EW comienza en la alcaldía Xochimilco y recorre las colonias de Tezontitla, San Miguel Tehuisco-Los Ángeles Ayometitla, Ocotla-Ocotla Chico, Jardines de San Juan y Santo Tomás Ajusco Pueblo.

Asimismo, en la alcaldía se presentan 16 fracturas ubicadas principalmente al poniente de la alcaldía de las cuales 9 se encuentran dentro de la mancha urbana. Al norte se encuentran cuatro fracturas que atraviesan las colonias Fuentes del Pedregal, Jardines en la Montaña, Jardines del Ajusco, Héroes de Padierna, Bosque de Tlalpan, Ampliación Tepeximilpa, Tepetongo y Mesa Los Hornos. Al centro se encuentra una fractura que cruza por la colonia Ma. Esther Zuno de Echeverría-Tlalpuente; y finalmente, al poniente se encuentran cuatro fracturas que atraviesan las colonias El Zacatón, San Nicolás, Héroes de 1910 y Lomas de Tepemecatí. El resto de las fracturas se encuentran en la zona montañosa al suroeste de la alcaldía fuera de la mancha urbana.

La geología aunada a procesos antropogénicos como la expansión de la mancha urbana hacia las laderas, la deforestación, la presencia de maquinaria y vehículos pesados, entre otros, son factores que determinan los procesos de remoción en masa. Los procesos tectónicos de las estructuras volcánicas generan fracturas en las rocas contribuyendo a la formación de bloques o brechas que pueden inducir a los movimientos de laderas. Estos movimientos

⁸(Lugo Hubp, 2011)

a su vez están determinados por la forma y tamaño de los bloques, su posición y la orientación de las discontinuidades respecto a las pendientes (Tabla 10).

Tabla 10. Características estructurales en la litología de origen volcánico

Estructura volcánica	Tipo de vulcanismo	Características estructurales
Volcanes y estratovolcanes	Efusiva y explosiva. Erupciones vulcanianas y plinianas	Afectados por fallas normales y laterales. Las fracturas generalmente forman brechas de falla y escarpes
Domos	Extrusivo y explosivo	Afectados por fallas normales en sus flancos
Conos de escoria, anillos de toba y conos de toba	Efusiva y explosiva. Estromboliana y actividad hidromagmática	Afectados por fallas normales
Flujos de lava (bloques y ceniza, avalanchas de escombros y flujos de lodo)	Efusiva. Actividad tipo hawaiana	Afectados por fisuras en la corteza.
Depósitos volcanoclásticos	Explosiva. Actividad pliniana y vulcaniana.	Afectados por fallas normales, pueden presentarse fracturas y desplazamiento.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN VALERIA, LÓPEZ Y ALCÁNTARA, 2012.

De acuerdo con Valeria, López y Alcántara (2012) Tlalpan presenta una serie de fallas y lineamientos tectónicos principalmente al poniente de la alcaldía en la zona conocida como Cumbres del Ajusco, lo cual aumenta la susceptibilidad a deslizamientos en áreas cercanas a estas líneas, ya que forman zonas de debilidad que se caracterizan por la presencia de rocas fracturadas generando bloques que se pueden desprender, volcar o deslizar. Por otra parte, en la misma zona se encuentran los circos de erosión, los cuales presentan formas cóncavas en los relieves montañosos y se originan en las cabeceras de algunos arroyos ya sea por deslizamientos, colapsos y la erosión de las corrientes de agua.

Adicionalmente, se han realizado estudios específicos de la vulnerabilidad social por fracturamiento, esto como parte de estudios de subsidencia y agrietamientos en la Ciudad de México. El análisis contempla la prospección geofísica de alta resolución para determinar las características estáticas y dinámicas de los suelos, además de su evaluación usando métodos sísmicos y electromagnéticos. Posteriormente, se desarrollaron índices estadísticos para establecer los niveles de vulnerabilidad social a nivel de Área Geoestadística Básica (AGEB). Con base en lo anterior, en general se presentan tres zonas de vulnerabilidad en Tlalpan: 1) Vulnerabilidad baja en la zona norte de la alcaldía en las colonias Fuentes del Pedregal, Bosque de Tlalpan, Tlalpan Centro, Ex Hacienda Coapa, Vergel de Coyoacán, entre otras; 2) Vulnerabilidad media en la zona norte de la alcaldía en las colonias como Lomas de Padierna, Héroes de Padierna, Ampliación Miguel Hidalgo, Santa Úrsula Xitla, La Tortuga Xolalpa y 3) Vulnerabilidad alta y muy alta en las colonias que se encuentran en el centro de la mancha urbana de la alcaldía como Pedregal de San Nicolás, San Andrés Totoltepec, San Miguel Xicalco, San Miguel Ajusco y San Miguel Topilejo por mencionar algunas.

Edafología

Disciplina que estudia los suelos en relación con la biota y la utilidad de estos para el cultivo. Incluye la génesis, clasificación y cartografía de suelos en relación con las formas del relieve. La edafología en la alcaldía Tlalpan se diversifica en varios tipos, reflejando la complejidad de sus suelos y su interacción con el medio ambiente (Tabla 11, Gráfica 2 y Mapa 6). Entre los principales tipos se encuentran:

- **Andosol húmico:** suelo con una capa superficial algo gruesa, oscura y pobre en nutrientes, con terrones muy duros cuando están secos.
- **Andosol mólico:** suelo con una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y con buen contenido de materia orgánica.
- **Feozem háplico:** suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes.

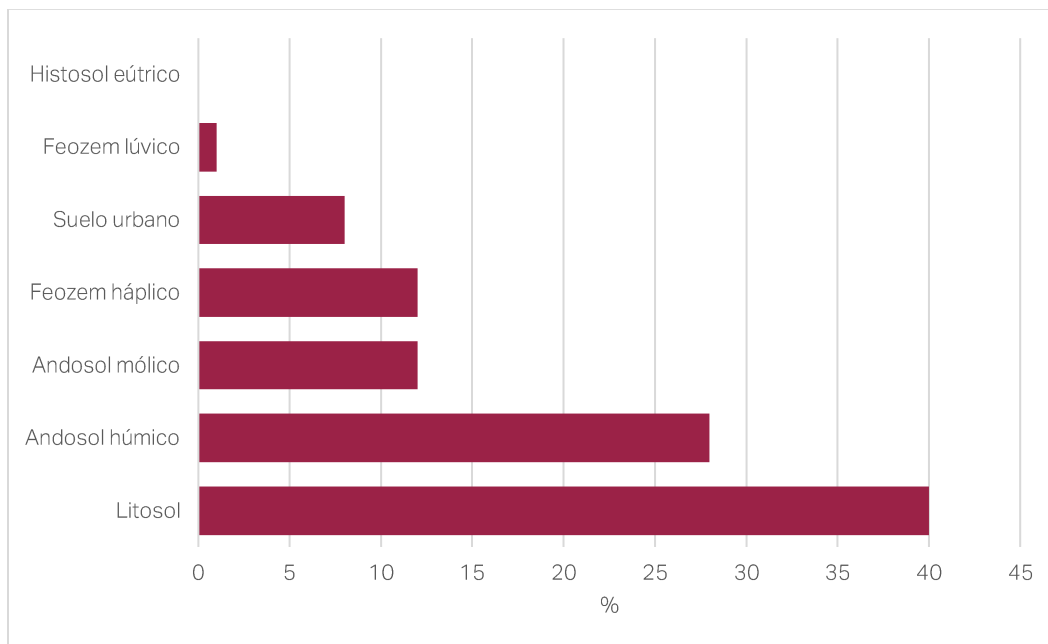
- **Feozem lúvico:** suelo con un subsuelo más rico en arcilla que la capa superficial.
- **Histosol éútrico:** suelo ácido o neutro con alto o muy alto contenido de nutrientes tales como calcio, magnesio y potasio, en una profundidad menor a 50 cm.
- **Litosol:** suelo con menos de 10 cm. de espesor⁹

Tabla 11. Tipos de suelo en la alcaldía Tlalpan

Grupo	Nombre	Área (Km ²)	%
Th	Andosol húmico	90.2	28.7
Tm	Andosol mólico	35.6	11.3
Hh	Feozem háplico	34.3	10.9
Hi	Feozem lúvico	1.3	0.4
He	Histosol éútrico	0.1	0.0
I	Litosol	127.5	40.6
SU	Suelo urbano	25.3	8.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Gráfica 2. Porcentaje de tipos de suelo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

⁹ (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021)

La alcaldía Tlalpan forma parte de tres regiones hidrológicas:

- **R. H. No. 26 Pánuco:** abarca una extensión de 97,195.727 km² desde su origen en el Valle de México hasta su desembocadura en el Golfo de México. Esta región incluye mayormente parte de la Ciudad de México y los estados de Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, además de pequeñas secciones de Nuevo León, Puebla y Tlaxcala. Asimismo, la demarcación se encuentra dentro de la subregión hidrológica de Valle de México, la cual comprende las entidades de Ciudad de México, parte del estado de México e Hidalgo.¹¹ La porción oriental de la alcaldía Tlalpan se encuentra dentro de esta región, cabe mencionar que es la que tiene mayor extensión territorial.
- **R. H. Balsas:** se localiza en la parte central del país, a lo largo del eje Neovolcánico Transversal. Abarca completamente el Estado de Morelos y de manera parcial los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco. En el Estado de México abarca dos segmentos: al suroriente de la entidad y al suroeste. La región comprende 442 municipios, y su sede administrativa se encuentra en Cuernavaca, Morelos. Su área total es de 119,247 km². La Sierra de Chichinautzin ubicada al sur de la alcaldía forma parte de esta región hidrológica.
- **R. H. Lerma – Santiago:** situada en el eje Neovolcánico transversal, su sede está en Guadalajara, Jalisco. Esta región agrupa varios estados, incluyendo Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas, y abarca una extensión de 190,366 km². Existen unas pequeñas zonas al poniente de la alcaldía que se encuentran dentro de esta región.

Estas regiones están conformadas por cuencas y subcuencas, como se mencionan a continuación.

Cuencas

La alcaldía Tlalpan se encuentra en la cuenca de México, que a su vez corresponde a la región hidrológica de Pánuco, cabe mencionar que esta cuenca es considerada la zona más seca de toda la entidad, ya que su precipitación llega a ser inferior a 600 mm al año. La región se encontraba dominada por grandes lagos a la fundación de Tenochtitlan. Éstos, formaban un sistema lacustre, con los lagos de: Texcoco, Zumpango y Xaltocan al norte; y el de Xochimilco y Chalco al sur (Tabla 12)¹².

Las regiones y cuencas hidrológicas a las que pertenece la alcaldía Tlalpan son:

Tabla 12. Cuencas hidrológicas que conforman la alcaldía Tlalpan

Cuenca	Región Hidrológica	Clave de RH	Región Hidrológico-Administrativa	Área Km ²	%
Ciudad de México	Pánuco	XIII	Aguas del Valle de México	25.5	8.1
Río Amacuzac	Balsas	IV	Balsas	83.2	26.5
Río Lerma	Lerma-Santiago	VIII	Lerma-Santiago Pacífico	0.2	0.1
Xochimilco	Pánuco	XIII	Aguas del Valle de México	205.3	65.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

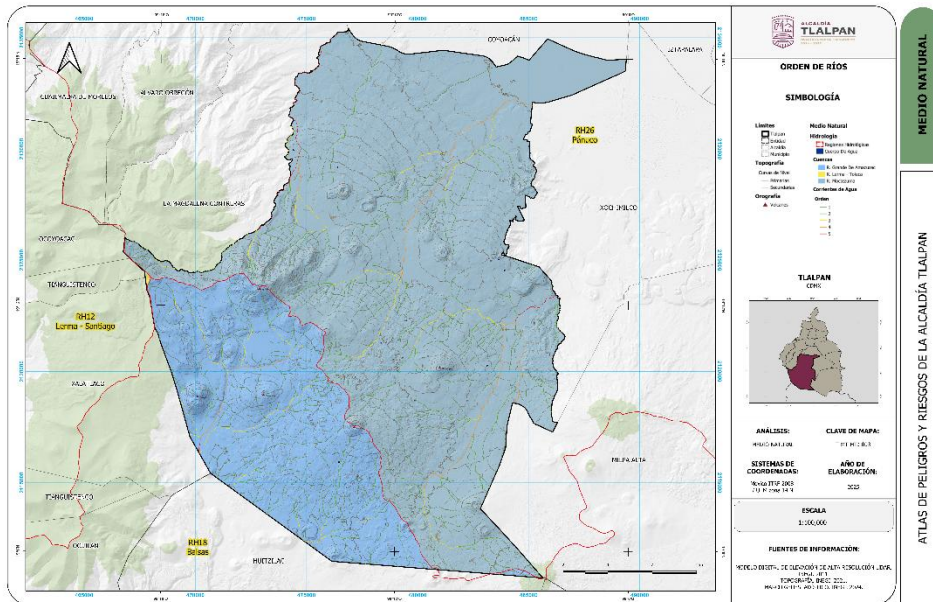
¹¹ (Gobierno de México, 2018)

¹² (Gobierno del Estado de México, 2023)

Acuíferos

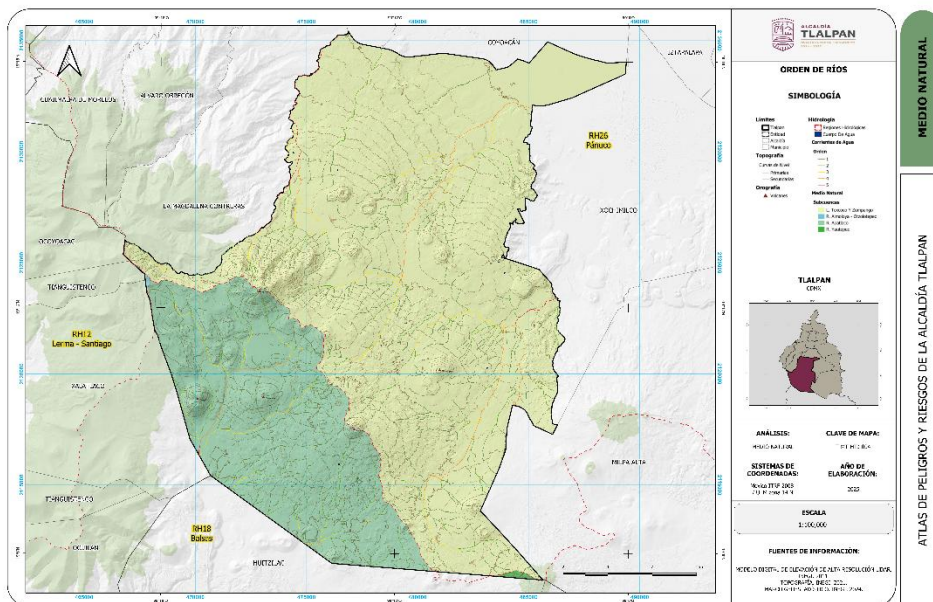
El territorio que comprende la alcaldía Tlalpan forma parte del acuífero de Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Presenta una recarga media anual (R) de 512.8, una descarga natural comprometida (DNC) de cero, un volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS) de 1020.03 y una disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) de -507.23. Estos valores de acuerdo con la CONAGUA indican que el acuífero se encuentra sobreexplotado. Cabe mencionar la CONAGUA realizó estudios de calidad del agua en el Río Eslava ubicado al poniente de la alcaldía los cuales lo reportan como fuertemente contaminado (Mapa 7 y Mapa 8).

Mapa 7. Cuencas hidrológicas de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAGUA, 2020

Mapa 8. Subcuencas hidrológicas de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAGUA, 2020

Clima

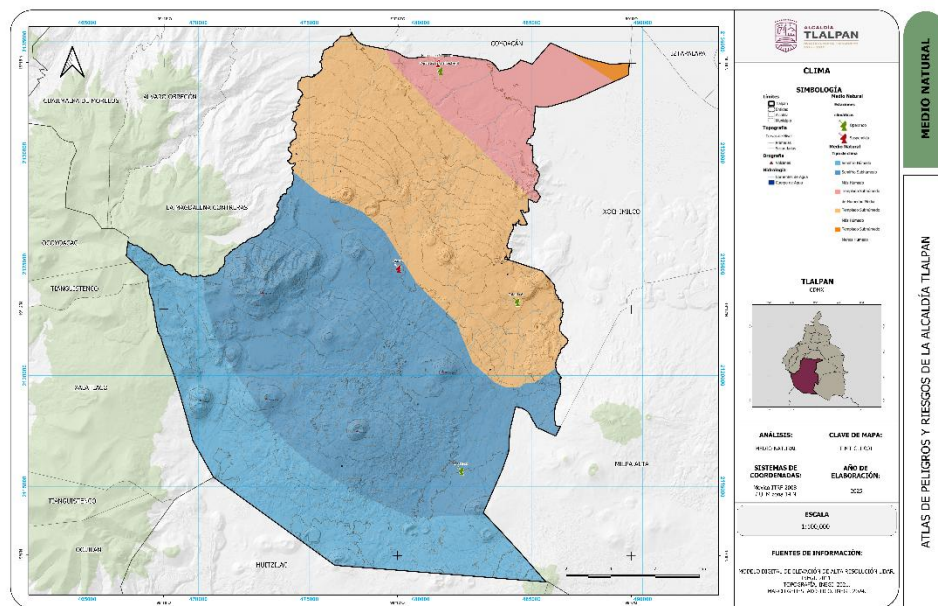
La alcaldía Tlalpan se ve afectada por sistemas de circulación atmosférica que definen dos periodos climáticos generales como resultado de su posición geográfica y topográfica. Estos periodos comprenden la temporada de lluvias en los meses de junio a octubre y la temporada seca de noviembre a marzo. De acuerdo con la Clasificación Climática de Köppen modificado por Enriqueta García la alcaldía Tlalpan presenta cuatro tipos de clima que van del templado subhúmedo con lluvias en verano menos húmedo hasta el clima semifrío húmedo. Estas condiciones están determinadas principalmente por el gradiente altitudinal que determinan la temperatura y precipitación del territorio tlalpeño (Tabla 13 y Mapa 9).

Tabla 13. Clima, temperatura y precipitación en la alcaldía Tlalpan

Clima	Características	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)	Área (Km²)	%
C(w0)(w)	Templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno con sequía leve	12-18	800-1500	1.2	0.4
C(w1)(w)	Templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno con sequía moderada	12-18	700-1200	27.8	8.8
C(w2)(w)	Templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno con sequía fuerte	12-18	600-1000	90.2	28.7
C(E)(w2)(w)	Semifrío subhúmedo con lluvias en verano e invierno con sequía moderada	5-12	600-1000	130.6	41.6
C(E)(m)(w)	Semifrío muy húmedo con lluvias en verano	5-12	1000-2000	64.5	20.5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA CONABIO Y GARCÍA, 2020

Mapa 9. Tipos de clima de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA CONABIO Y GARCÍA, 2020

Asimismo, la normatividad establecida por la Organización Meteorológica Mundial, así como el Servicio Meteorológico Nacional realizan análisis de las normales climatológicas a partir de los datos de las estaciones meteorológicas en un periodo de 30 años. El último periodo publicado por la CONAGUA corresponde a las normales de 1981-2010. Para la alcaldía Tlalpan se considera que la temperatura media anual se encuentra entre los 10 y 12 y 15 °C, esta variable se calcula obteniendo el promedio entre las temperaturas mínimas y máximas. Asimismo, los datos reflejan que los meses más calurosos son mayo y junio, mientras que los meses más fríos son diciembre y enero, lo cual corresponde a la clasificación climática mencionada en la tabla anterior. Por su parte, los valores de la precipitación media anual durante el periodo mencionado se encuentran entre los 800 y 1200 mm distinguiendo dos zonas, una con menor precipitación al norte de la alcaldía y la zona montañosa con mayor precipitación que alcanza los 1200 mm.

Cabe mencionar que la estación climatológica Ajusco es la única de la alcaldía y se ubica a 2990 msnm, actualmente se encuentra suspendida por lo que los valores de las normales climatológicas son interpolados para poder obtener información más completa.

Uso de Suelo y Vegetación

La alcaldía Tlalpan cuenta con 18 tipos de uso de suelo, teniendo el mayor porcentaje de superficie la agricultura de temporal anual, la cual se encuentra distribuida en las porciones centro y sur en los valles intermontanos de la alcaldía. El segundo tipo con mayor extensión corresponde a la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, la cual se puede encontrar en las zonas montañosas al sur del territorio tlalpeño. Los asentamientos humanos ocupan el tercer sitio en extensión resaltando la zona norte de la alcaldía, así como algunas porciones centrales en las localidades de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, San Miguel Topilejo, San Andrés Totoltepec, entre otras.

Por su parte, los pastizales cultivados y halófilos se encuentran en el norte de la alcaldía, estos últimos están conformados por gramíneas y plantas herbáceas suculentas. Los pastizales inducidos se pueden encontrar en la Sierra del Chichinautzin y aparecen como consecuencia del desmonte para actividades agropecuarias o por incendios frecuentes en la zona.

Los bosques presentes en la alcaldía son: 1) encino y encino-pino, se encuentran en las zonas altas del centro de la alcaldía cerca del Parque Ecológico Ciudad de México, así como en las laderas del volcán Oololca y del volcán Oyameyo; 2) oyamel, se ubican al suroeste de Tlalpan en la ladera norte de las Cumbres del Ajusco y en las zonas altas de los límites con el estado de México; y 3) pino y pino-encino ubicados al noroeste de la alcaldía en los límites con la alcaldía Magdalena Contreras, al sureste de las Cumbres del Ajusco y en las zonas altas en los límites con el estado de Morelos.

Los usos de suelo restantes ocupan el 31.9% de la superficie de la alcaldía y corresponden a la vegetación secundaria, los cuales surgen cuando la vegetación primaria, es decir, la que no ha sufrido alteraciones, es eliminada o alterada por factores naturales o antropogénicos, surgiendo una comunidad vegetal diferente a la original. La vegetación secundaria arbustiva está distribuida en toda la alcaldía, principalmente en la Sierra de Chichinautzin, en el Parque Ecológico Ciudad de México y en el Bosque de Tlalpan. A continuación, se mencionan las áreas de uso de suelo presentes en el territorio de Tlalpan (Tabla 14 y Mapa 10):

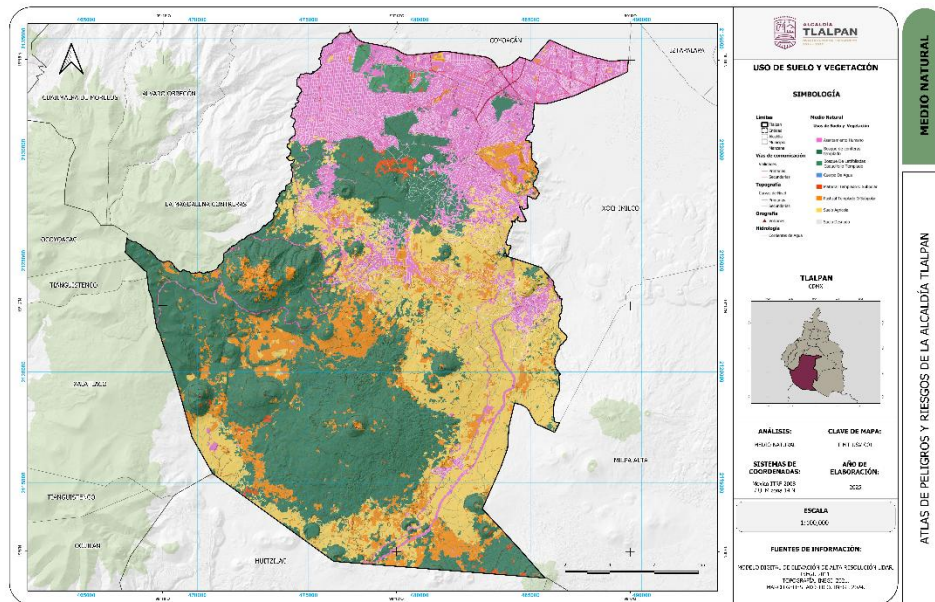
Tabla 14. Tipología de uso de suelo y vegetación

Uso de suelo	Área km ²	Porcentaje
Agricultura de temporal anual	89.9	28.6
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	77.8	24.8
Asentamientos humanos	62.5	19.9
Pastizal inducido	18.2	5.8
Bosque de pino	16.0	5.1
Bosque de oyamel	14.9	4.7

Uso de suelo	Área km²	Porcentaje
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	7.2	2.3
Bosque de encino	6.6	2.1
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	5.2	1.7
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	4.2	1.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	3.8	1.2
Bosque de pino-encino	2.9	0.9
Bosque de encino-pino	1.5	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	1.1	0.4
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.7	0.2
Pastizal cultivado	0.7	0.2
Pastizal halófilo	0.6	0.2
Agricultura de temporal anual y permanente	0.2	0.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA CONABIO Y GARCÍA, 2022

Mapa 10. Uso de suelo y vegetación de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CEC, 2022

Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas existen seis tipos de manejo de las áreas federales con base en su uso y aprovechamiento sustentable: Reservas de la biosfera, Parques Nacionales,

Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios. Estas a su vez están conformadas por zonas núcleo, en las cuales sólo se pueden realizar actividades de preservación de ecosistemas y educación ambiental; y las zonas de amortiguamiento, donde sólo las comunidades que las habitan pueden realizar actividades productivas.

En este sentido, la alcaldía Tlalpan cuenta con cuatro Áreas Naturales Protegidas Federales de las cuales tres son Parques Nacionales y una es Área de Protección de Flora y Fauna. No obstante, dos de estas ANP's corresponden a pequeñas porciones que se encuentran dentro de los límites de la alcaldía: 1) Lomas de Padierna, Parque Nacional que se ubica al noroeste de Tlalpan y 2) Corredor Biológico Chichinautzin, área de Protección de Flora y Fauna ubicada al sur de la demarcación. Asimismo, el Parque Nacional Cumbres del Ajusco de 920 hectáreas se encuentra al centro-occidente de la alcaldía y es el área protegida federal con mayor extensión de Tlalpan; por su parte, el Parque Nacional Fuentes Brotantes de Tlalpan de 129 hectáreas se ubica al norte de la alcaldía inmerso en la mancha urbana. Cabe mencionar que la superficie de ambos Parques Nacionales se encuentra en su totalidad dentro de Tlalpan (Mapa 11).

Adicional a las ANP's Federales en Tlalpan se pueden encontrar áreas protegidas estatales, comunitarias y ejidales las cuales se pueden observar en la siguiente Tabla 15:

Tabla 15. Áreas Naturales Protegidas y sus características

Fecha de decreto	Nombre	Tipo	Categoría	Suelo	Área (ha)
23/09/1936	Cumbres del Ajusco	Federal	Parque Nacional	Suelo de conservación	501.386
28/09/1936	Fuentes Brotantes de Tlalpan	Federal	Parque Nacional	Suelo Urbano	22.0266
17/06/2011	Bosque de Tlalpan	Estatal	Zona Ecológica y Cultural	Suelo Urbano	251.787
01/12/2009	Los Encinos	Estatal	Zona Protección Hidrológica y Ecológica	Suelo Urbano	25.0475
28/06/1989	Parque Ecológico de la Ciudad de México	Estatal	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Suelo de conservación	855.347
13/09/2013	Santiago Tecalpatlalpan	Estatal	Área Comunitaria de Conservación Ecológica	Suelo de conservación	150.424
29/11/2006	Ecoguardas	Estatal	Zona de Conservación Ecológica	Suelo de conservación	1,32.657
16/11/2010	San Miguel Ajusco	Comunitaria	Reserva Ecológica Comunitaria	Suelo de conservación	1,172.41
26/06/2007	San Miguel Topilejo	Comunitaria	Reserva Ecológica Comunitaria	Suelo de conservación	6,291.99
29/11/2006	San Nicolás Totolapan	Ejidal	Reserva Ecológica Comunitaria	Suelo de conservación	1,984.71

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE SEDEMA, 2021

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

Población

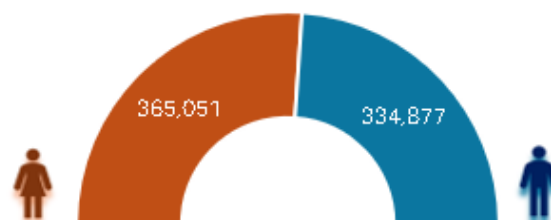
La población y sus actividades económicas representan un insumo importante para evaluar el impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. El volumen y distribución de la población en las zonas de riesgo en un momento dado aunados a la vulnerabilidad representan el grado de exposición. Asimismo, la evolución y crecimiento de la población determinan las condiciones futuras de exposición, además de generar un impacto en el territorio al expandirse las manchas urbanas. El crecimiento exponencial de las poblaciones humanas se correlaciona con el aumento de la exposición y la vulnerabilidad a fenómenos perturbadores por lo que los análisis demográficos permiten generar escenarios prospectivos orientados a la prevención y reducción de riesgos de desastres.

Conocer la dinámica demográfica de un territorio cobra relevancia debido a la interrelación entre el crecimiento poblacional y los fenómenos perturbadores. Al aumentar la población es posible que se incremente la vulnerabilidad al concentrarse más gente en zonas de riesgo y al mismo tiempo ejercer más presión sobre los recursos naturales rompiendo el equilibrio del entorno. De igual forma la mitigación de los riesgos considera el crecimiento poblacional para implementar estrategias de adaptación, así como la composición de la población por edad y sexo, las características de las viviendas, factores que son esenciales para la formulación de planes de mitigación de los impactos de desastres o para la rehabilitación de espacios afectados por los mismos¹³.

Dinámica Demográfica

La dinámica demográfica se determina por variables como la natalidad, la mortalidad y las migraciones, es decir, los mecanismos que generan cambios en el volumen, velocidad y composición de la población. La alcaldía Tlalpan ocupa el cuarto lugar en población total respecto a la Ciudad de México de acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda del INEGI. Se encuentra habitada por un total de **699,928 personas**, es decir, el **7.6% del total de población de la Ciudad de México**, de las cuales 365,051 son mujeres y 334,877 son hombres (Gráfica 3). La población ha tenido un incremento de 44.5% en el periodo de 1990 a 2020, sin embargo, fue en la década de los 2000 donde comenzó un crecimiento importante. Las colonias que presentan el mayor número de personas son: San Miguel Topilejo, San Andrés Totoltepec, Santo Tomás Ajusco, Ampliación Miguel Hidalgo 3a. Sección y San Marcos por mencionar las principales.

Gráfica 3. Distribución de población total por sexo.



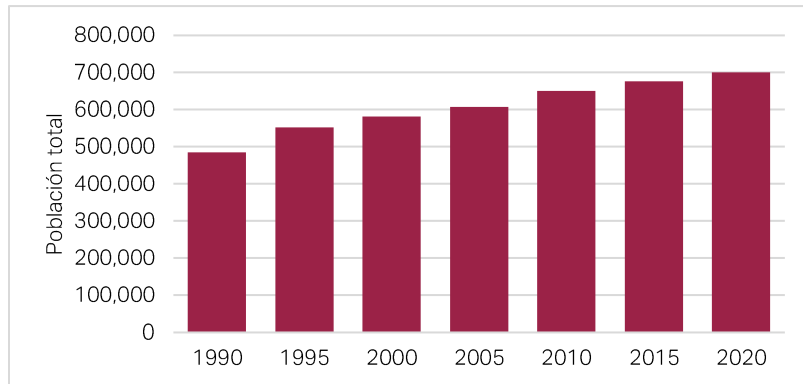
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

El crecimiento demográfico de la alcaldía Tlalpan puede dividirse en dos periodos: el primero de 1990 a 2010 caracterizado por un fuerte aumento poblacional y un segundo periodo con un crecimiento de menor magnitud. Estas dinámicas implican cambios en el entorno, así como el aumento a la exposición y vulnerabilidad al impacto de fenómenos

¹³ UNFPA, ISDR y ONUHABITAT (2012)

de diversa índole. La exposición ante el riesgo aumenta proporcionalmente al incrementarse el número de habitantes, es decir, a mayor número de personas ubicadas en un área de riesgo es mayor la probabilidad de tener víctimas humanas o pérdida de bienes materiales (Gráfica 4).

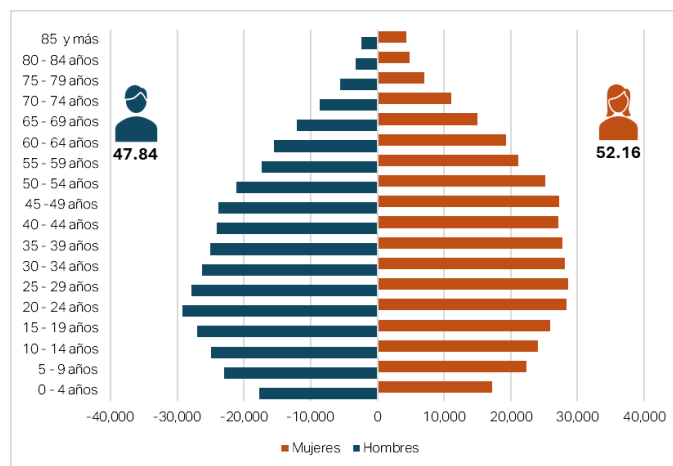
Gráfica 4. Evolución de la población en el periodo 1990-2020.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

La vulnerabilidad de las poblaciones ante fenómenos perturbadores varía según la distribución de la población por edades, por lo que las estrategias para reducir los riesgos consideran esta variable como una de las de mayor relevancia dentro de la dinámica demográfica. Para el caso de la alcaldía Tlalpan la distribución de la población es de tipo estacionaria, es decir, que la mayor parte de su población son adultos entre 15 a 64 años que representan el 70.9%, de la población total de la alcaldía, en el segundo lugar, se encuentra la población joven de 0 a 14 años con un 18.5%, en el tercer lugar, está el grupo de adultos mayores de 65 años y más que tiene el 10.6% de la población (Gráfica 5).

Gráfica 5. Pirámide poblacional de la alcaldía Tlalpan



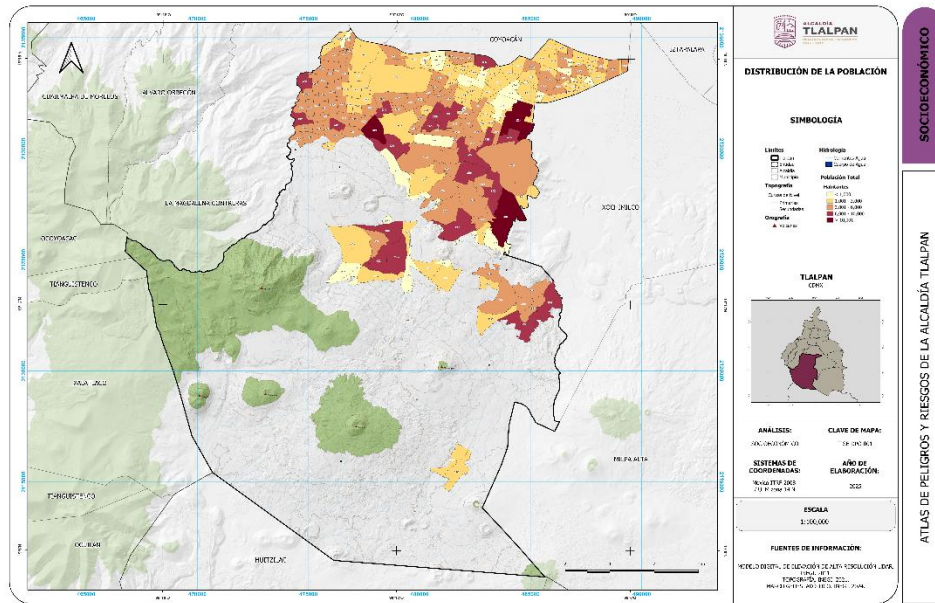
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020.

Distribución y densidad de la población

La distribución y densidad poblacional son el resultado de factores como la natalidad, la mortalidad, las migraciones, los cuales influyen en el crecimiento de la población total y por ende en el crecimiento urbano. El estudio de la distribución de la población indica la organización, dispersión o concentración de las poblaciones en determinado espacio. En este sentido, la alcaldía Tlalpan presenta patrones de aglomeración en las AGEBS del centro, sur y poniente de la mancha urbana. Cabe mencionar que de acuerdo con el INEGI en 2010 existían aproximadamente 140 localidades, de las cuales 35 no se consolidaron como tales hasta el censo de 2020. Por su parte, en 2020 se contabilizaron 164 localidades, 37 localidades son nuevas y se encuentran en la cota de los 3,000 msnm en promedio (Mapa 12).

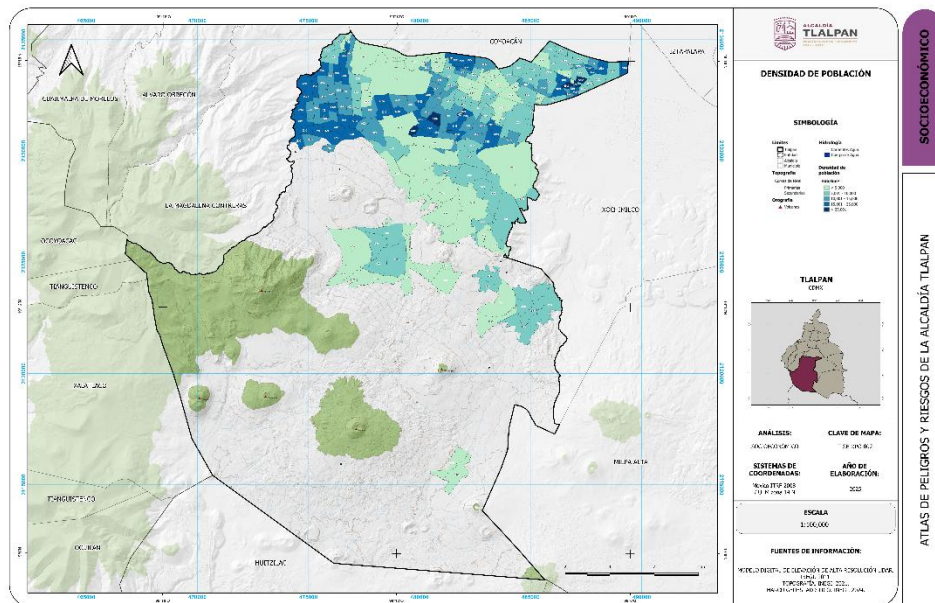
Por otra parte, la densidad de población es el resultado del número de habitantes por unidad de superficie, normalmente se expresa como habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km²). Una alta densidad de población se interpreta como que una gran cantidad de personas vive en un área muy pequeña. Los factores que influyen en densidades de población altas son factores naturales, históricos o culturales, económicos o incluso políticos. La densidad de población más alta de Tlalpan se ubica al norte y poniente de la zona urbana de la alcaldía, la cual corresponde a terrenos de lomeríos y llanuras lacustres, donde históricamente se establecieron poblaciones desde la época prehispánica. Las zonas de mayor altitud y con terrenos más accidentados presentan la menor densidad de población, es decir, que habitan pocas personas en áreas grandes, esto puede indicar una menor presión sobre los recursos naturales, pero también menor acceso a infraestructura y servicios, así como economías de menor escala (Mapa 13).

Mapa 12. Distribución de la Población por AGEB urbana



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE INEGI, 2020

Mapa 13. Densidad de la población por AGEB urbana



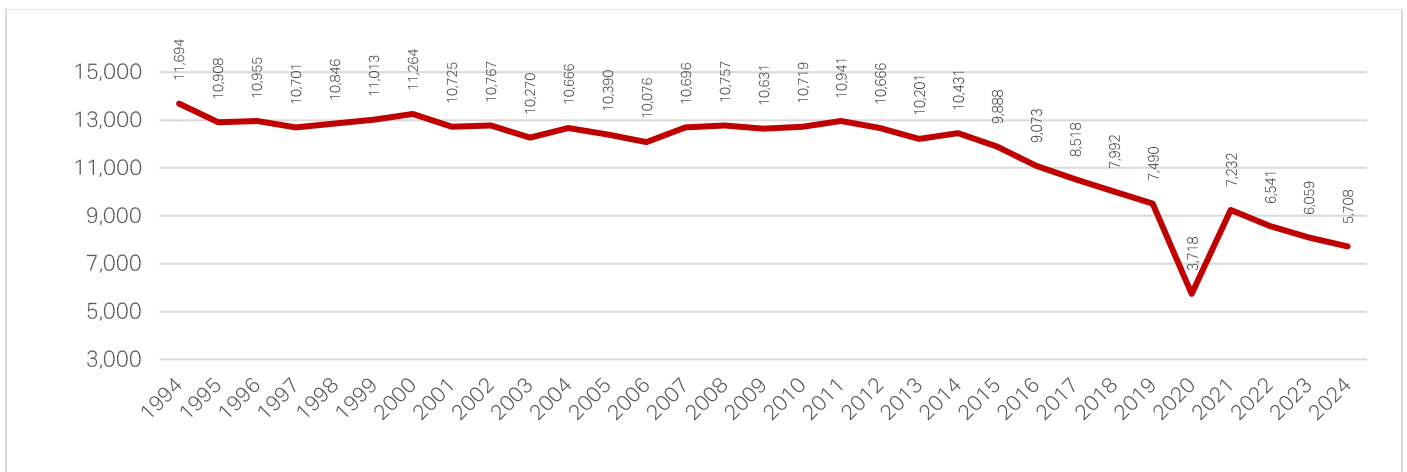
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Fecundidad

Para conocer los niveles de reproducción de una mujer se utiliza la medida demográfica de Tasa Global de Fecundidad, la cual nos indica el promedio de hijos. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020 la alcaldía de Tlalpan tiene un promedio de 1.6 hijos o hijas nacidos vivos, siendo el valor mínimo 0 y el máximo de 2.19. El promedio de hijos nacidos vivos tuvo un descenso respecto al año 2000 que tuvo un promedio de 1.91, lo cual indica que se ha reducido el número de nacimientos en la alcaldía. En el Mapa 14 se puede observar un patrón espacial de la fecundidad, el norte y noreste de la alcaldía con una tasa baja y una tasa mayor en el centro y sur de la mancha urbana tlalpeña.

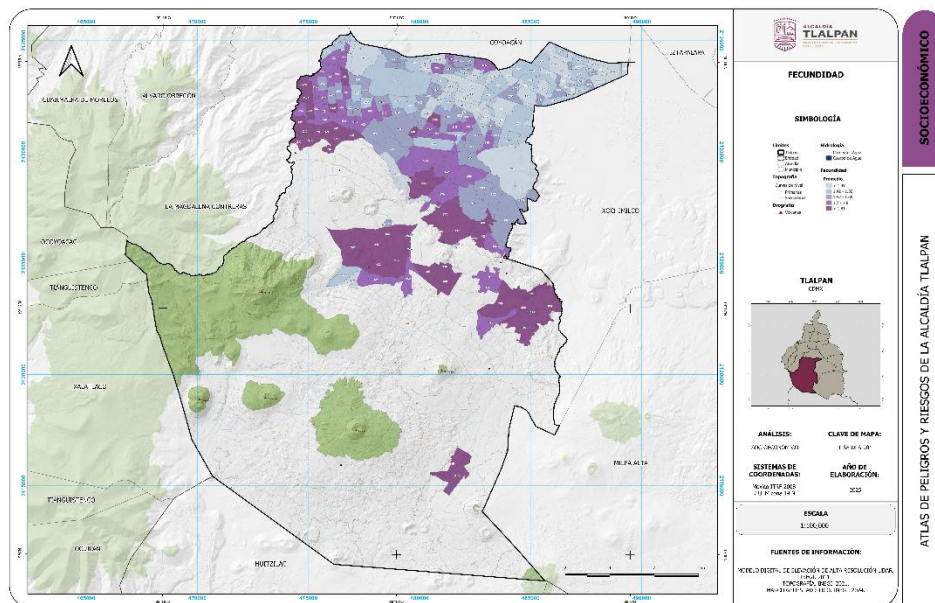
Asimismo, el censo de Natalidad y Fecundidad de INEGI señala que el promedio de nacidos registrados en 2024 fue de 5,708. En donde 2,887 son nacidos hombres, y 2,821 son nacidos mujeres. En el cual en un rango de edad de 15 a 19 años es representado por el 0.1%, el rango de 20 a 24 años con el 0.4%, de 25 a 29 años representa el 0.8%, de 30 a 34 años representa el 1.2%, de 35 a 39 años con el 1.6%, 40 a 44 años representa el 1.8%, y finalmente de un rango de 45 a 49 años representa el 2.0% (Gráfica 6).

Gráfica 6. No. de nacimientos registrados, 1994-2024



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 14. Promedio de hijos nacidos vivos por AGEB urbana



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mortalidad y esperanza de vida

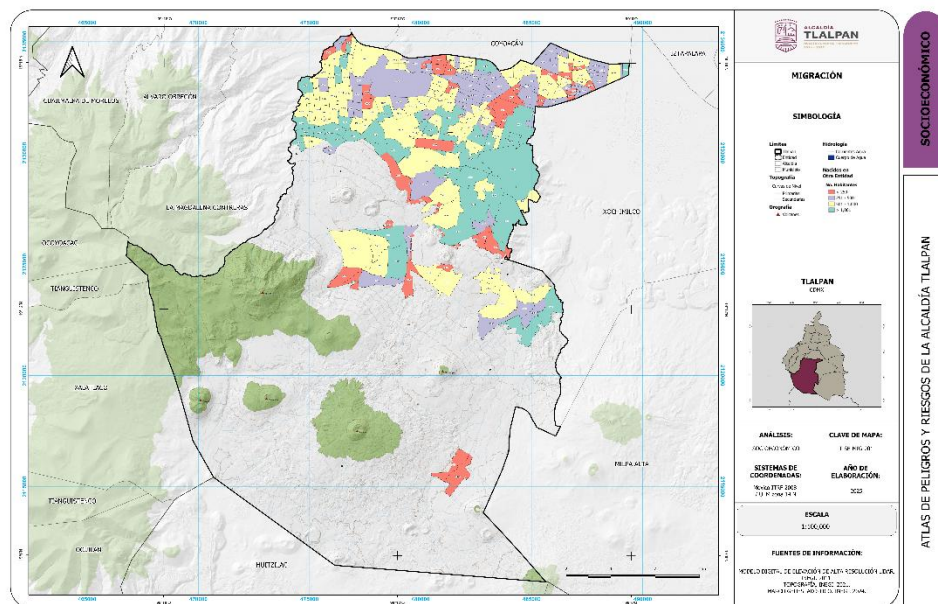
De acuerdo con el INEGI (2022) se registraron 8,806 defunciones, de las cuales el 48.8% corresponde a mujeres y el 51.2 a hombres. Cabe mencionar que las principales causas de muerte en la alcaldía son enfermedades de sistema circulatorio, enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas, así como la presencia de tumores. Asimismo, las defunciones aumentaron desde 2020 probablemente debido al COVID-19, pasaron de 7,568 en 2017, a 12,886 y 12,810 en 2020 y 2021 respectivamente. El término se refiere al número de años que puede vivir una persona y se calcula a partir de una estimación estadística de la edad promedio que tendrán un grupo de población al morir. Esta variable depende de factores naturales, pero también sociales como el acceso a los servicios de salud, el ambiente educativo, la disponibilidad de agua potable, entre otros. La esperanza de vida varía entre las alcaldías de la Ciudad de México. De acuerdo con el INEGI (2020) la alcaldía Benito Juárez tiene la mayor esperanza de vida de la Ciudad, mientras que la alcaldía Tlalpan se encuentra en el cuarto lugar. Asimismo, suele ser diferente de acuerdo con el sexo que se analice, por ejemplo, la esperanza de vida de los hombres de la alcaldía Tlalpan es de 68.08 años, mientras que para las mujeres es de 76.65 años, cabe mencionar que para la alcaldía la esperanza de vida es de 71.93 años.

Características sociales

Migración

La migración como forma de movilidad territorial de la población tiene particular importancia al dar un indicio en los cambios de residencia ya sea en el interior de un país o entre países. Desde la perspectiva demográfica representa un fenómeno dinámico, además de ser un componente fundamental del volumen y estructura de la población y su distribución espacial, sin embargo, en los análisis de riesgos de desastres es una variable que puede representar el crecimiento de la mancha urbana, la concentración de la población o bien, desplazamientos originados por fenómenos perturbadores. En el año 2020 las AGEBs urbanas de la alcaldía Tlalpan tuvieron un total de 132,339 personas nacidas en otra entidad, de las cuales el 55.4% corresponde a mujeres y el 44.6% a hombres. Las colonias que tienen el mayor número de personas nacidas en otra entidad se encuentran al oriente de la mancha urbana de la alcaldía (Mapa 15).

Mapa 15. Población nacida en otra entidad federativa por AGEB urbana



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Población con discapacidad

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2020, había más de 1,000 millones de personas con algún tipo de discapacidad, aproximadamente es el 15 % de la población mundial. En México hay 6,179,890 personas con algún tipo de discapacidad, lo que representa 4.9 % de la población total del país, de ellas 53 % son mujeres y 47 % son hombres. Mientras que en la Ciudad de México hay un total de 1,634,807 personas con algún tipo de discapacidad y limitación.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, la discapacidad se define como aquellas deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales. La discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive y del entorno en que se desarrolla. La discapacidad puede ser de cuatro tipos: 1) Física o Motriz; 2) Intelectual; 3) Psicosocial; y 4) Sensorial.

Es importante considerar que a las personas con discapacidad se le suman condiciones muy acentuadas de exclusión y de discriminación en diversas áreas como: educación, salud y empleo este grupo social vive en niveles altos de pobreza y vulnerabilidad. No obstante, los planes de prevención de desastres requieren considerar a las personas con alguna discapacidad o limitación como lo menciona la Ley del Sistema de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México.

En la Alcaldía Tlalpan hay 121,600 personas con discapacidad y limitación, de las cuales 86, 112, representa el 12.3% del total de las personas con limitación, y el 35, 488 representa el 5.1% del total de las personas con discapacidad. Por su parte, el SCINCE del INEGI indica que la población femenina con limitación es un total de 47,243 representando el 13%, teniendo como un total de población masculina 38,869, representando el 11.6%. Los rangos de edad que tiene son los siguientes; 0 a 14 años tiene un total de 5,977, representando el 4.6%, de 15 a 59 años con 47,178, representando el 10.2%, y finalmente de 60 años y más con el 32,957, representando el 30.3% (Tabla 16 y Mapa 16).

Las AGEBS que cuentan con el mayor número de personas con discapacidad se encuentran en las colonias de Pedregal de San Nicolás, Ampliación Miguel Hidalgo, Santa Úrsula Xitla, Cantera Puente de Piedra, San Andrés Totoltepec al oriente de la alcaldía en la colonia Viveros de Coactetlan y en Valle de Tepepan, al sur de la localidad de San Miguel Topilejo y San Miguel Ajusco. En el mapa se pueden observar las AGEBS específicas donde se concentra el mayor número de población con discapacidad, ya se amotriz, visual, auditiva o mental.

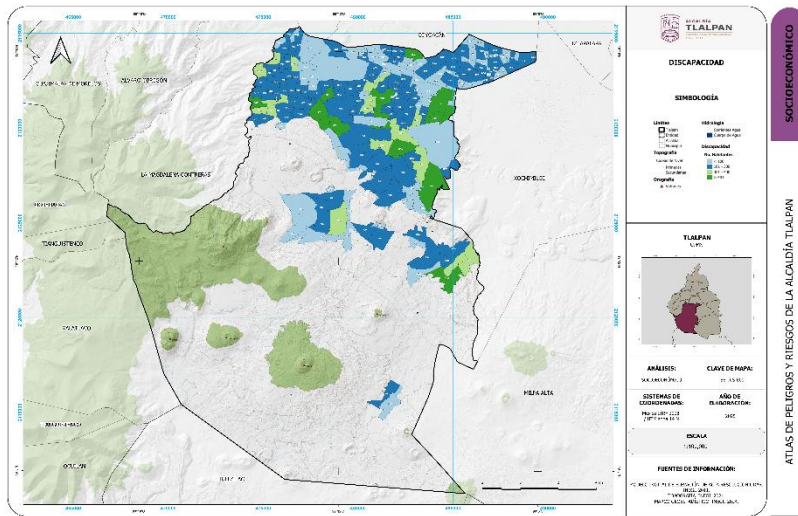
Tabla 16. Población con algún tipo de limitación por AGEB urbana

Población con limitaciones	Totales	%
Para caminar, subir o bajar	27,621	32.1
Para ver, aún usando lentes	53,881	62.6
Para hablar o comunicarse.	4,373	5.1
Para oír, aun usando aparato auditivo.	19,309	22.4
Para vestirse, bañarse o comer.	3,953	4.6
Para recordar o concentrarse.	18,164	21.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Las AGEBS que cuentan con el mayor número de personas con discapacidad se encuentran en las colonias de Pedregal de San Nicolás, Ampliación Miguel Hidalgo, Santa Úrsula Xitla, Cantera Puente de Piedra, San Andrés Totoltepec al oriente de la alcaldía en la colonia Viveros de Coactetlan y en Valle de Tepepan, al sur de la localidad de San Miguel Topilejo y San Miguel Ajusco. En el mapa se pueden observar las AGEBS específicas donde se concentra el mayor número de población con discapacidad, ya se amotriz, visual, auditiva o mental.

Mapa 16. Población con algún tipo de discapacidad por AGEB urbana

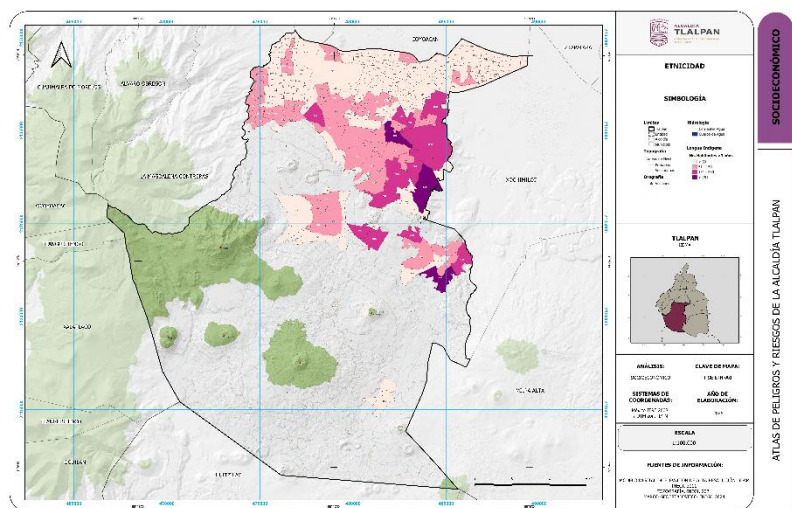


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Grupos Étnicos

En la Ciudad de México existen alrededor de 120,286 personas que hablan alguna lengua indígena ocupando el doceavo puesto respecto al total nacional. Actualmente existen en la ciudad 50 pueblos originarios registrados, los cuales son aquellos que preceden al proceso de colonización de México y que conservan instituciones sociales económicas y culturales propias. Tlalpan es la tercera alcaldía con mayor número de personas hablantes de una lengua indígena al tener 11,884 hablantes después de Gustavo A. Madero e Iztapalapa, puesto que en su territorio se encuentran ocho pueblos originarios: La Magdalena Petlalcalco, Parres El Guarda, San Andrés Totoltepec, San Miguel Ajusco, San Miguel Topilejo, San Miguel Xicalco, San Pedro Mártir y Santo Tomás Ajusco en los cuales se habla la lengua náhuatl; estos se ubican en el centro y oriente de la alcaldía principalmente; cabe mencionar que el mayor porcentaje lo ocupan las mujeres. Otras colonias que tienen una importante presencia de población hablante de lengua indígena se ubican al oriente de la alcaldía en los límites del pueblo originario de Santa María Tepepan de la alcaldía Xochimilco. Por otra parte, existe una importante población afrodescendiente en el norte de la alcaldía, así como en el noreste en los límites con el pueblo originario de Santa María Tepepan (Mapa 17).

Mapa 17. Población mayor de 3 años hablante de alguna lengua indígena por AGEB urbana



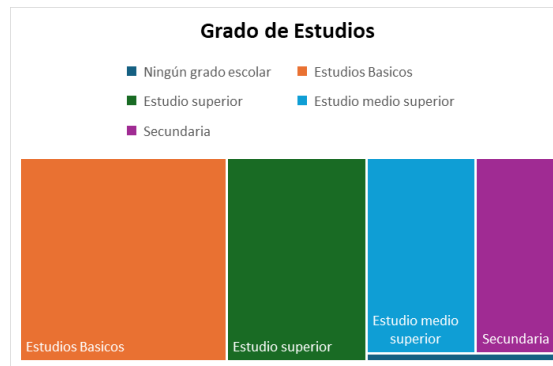
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Escolaridad

El grado promedio de escolaridad indica el nivel educativo de las personas con base en los años de estudios que aprobaron. Estos se dividen en tres niveles: 1) Educación básica (6 grados acumulados), 2) Educación media superior (12 grados acumulados), y 3) Educación superior (16 grados o más acumulados). De acuerdo con el INEGI, en Tlalpan hay 12,674 personas que no cuentan con algún grado de escolaridad, en población femenina es un total de 8,167, y masculina 4,507 lo que representa un 2.2% de la población mayor de 15 años.

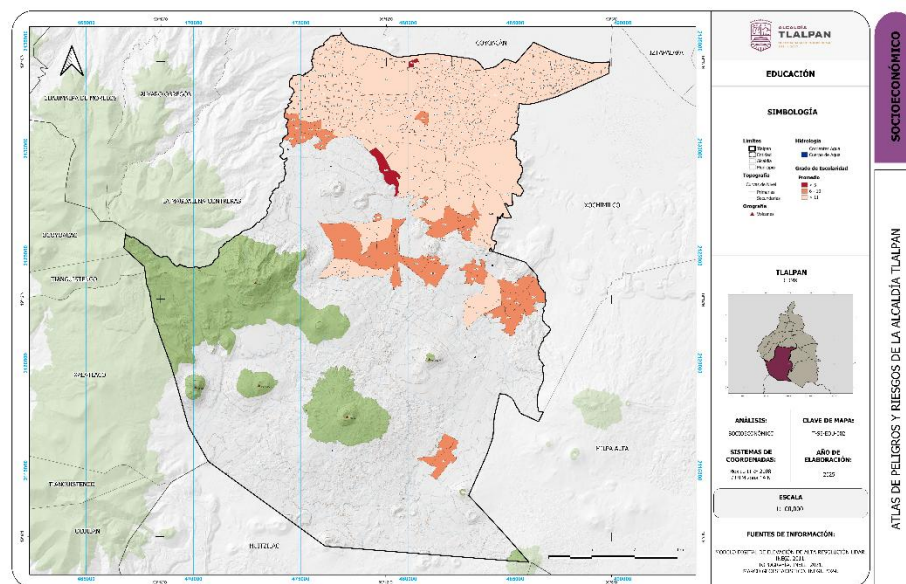
En este sentido hay 110,906 personas que cuentan con estudios de educación básica (población femenina 56,624 y población masculina 54,282), lo cual representa un 19.4% de la población, en cambio la población con educación básica incompleta es un total de 93,020 (población femenina 51,496 y población masculina 41,524), representando el 16.3%, por último, tenemos la población con educación posbásica (media superior, superior) con un total de 352,743 (población femenina 184,432 y población masculina 168,311), siendo el rango más alto. A su vez se tiene un total de 6,334 (población femenina 3,111 y población masculina; 3,223) de la población de entre 3 a 5 años los cuales no asisten a la escuela, representando un 25.8%, asimismo la población de 6 a 11 años que no asisten a la escuela es un total de 2,069 (población femenina 1,007 y población masculina; 1,062), representando el 3.7%, por último, se tiene a la población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela con un total de 1,790 (población femenina 809 y población masculina 981), representando el 6% (Gráfica 8 y Mapa 19).

Gráfica 8. Grado de estudios



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 19. Grado promedio de escolaridad por AGEB

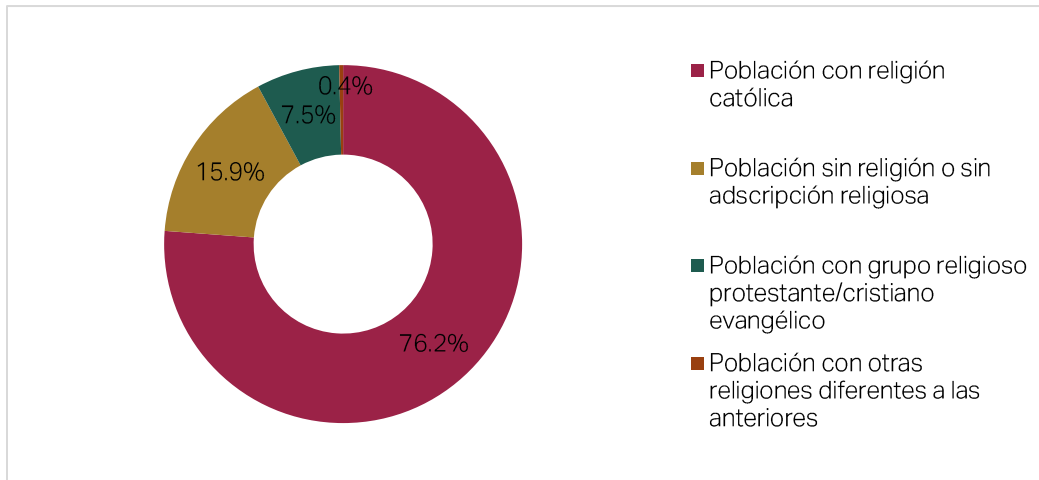


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Religión

La religión mayoritaria en las AGEBS urbanas de la alcaldía Tlalpan es la católica con el 76.2% de su población, el 15.9% se considera sin religión o sin adscripción religiosa, mientras que el 7.5% corresponde a la religión protestante o cristiano/evangélica y finalmente el 0.4% está adscrita a otra religión diferente a las mencionadas anteriormente. Si bien la religión católica no presenta un patrón de distribución se identificó que los pueblos originarios de la alcaldía concentran una importante población adscrita a la religión católica (Gráfica 9).

Gráfica 9. Religiones mayoritarias en la alcaldía

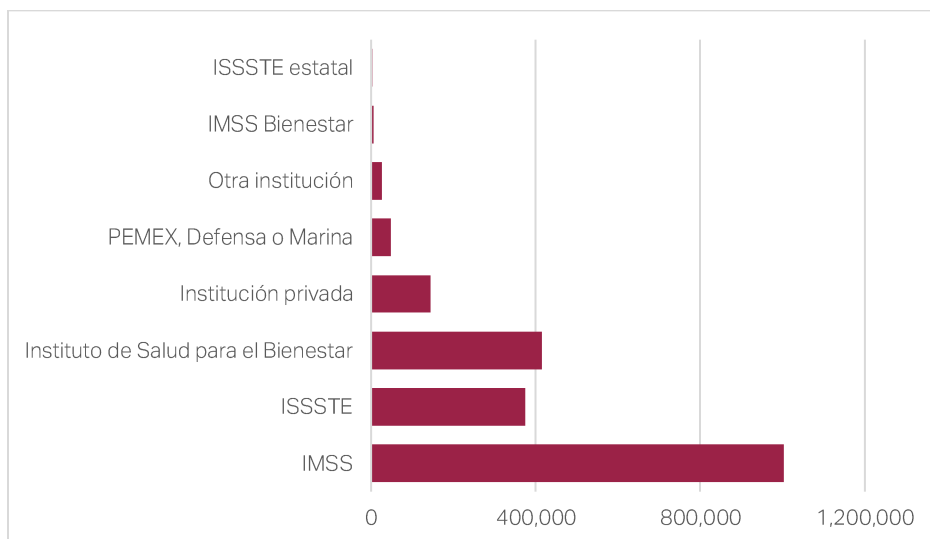


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Acceso a los servicios de salud

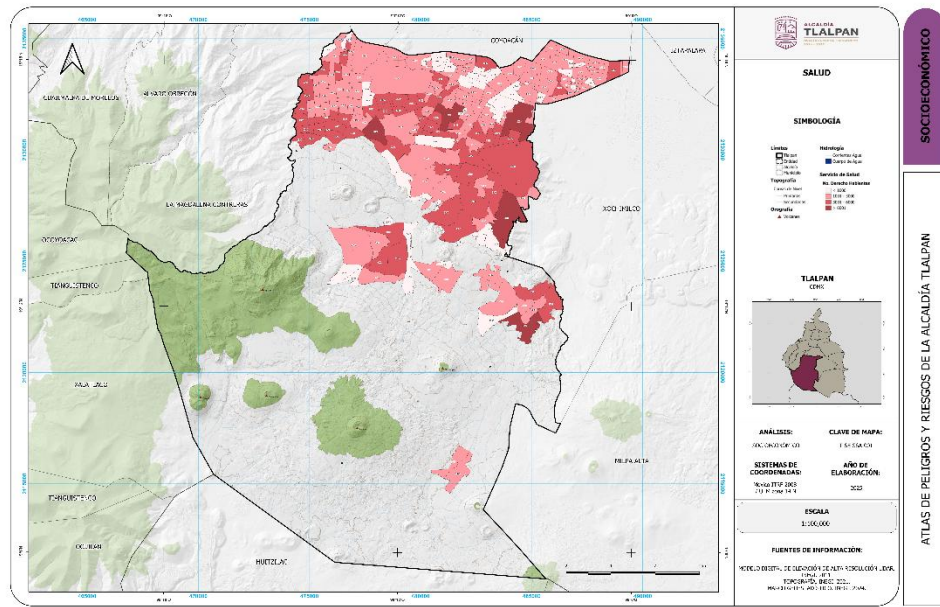
De acuerdo con el INEGI el 71.1% de la población de la alcaldía Tlalpan está afiliada a algún servicio de salud, mientras que el 28.7% no cuenta con afiliación alguna. El mayor porcentaje de la población se encuentra afiliada al IMSS, seguido del Instituto de Salud para el Bienestar y el ISSSTE (Gráfica 10 y Mapa 20).

Gráfica 10. Acceso de la población a servicios de salud



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 20. Población con acceso a servicios de salud por AGEB



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Vivienda

La vivienda es un lugar delimitado por paredes y techos para que las personas que la habitan sean protegidas de las inclemencias del tiempo además de que es un derecho el contar con una vivienda digna. Considerar los tipos de materiales con los que son construidas las viviendas permiten evaluar su calidad, así como su grado de exposición ante fenómenos perturbadores. En la mayoría de las zonas urbanas las viviendas de bajo costo normalmente se encuentran en terrenos propensos a inundaciones o deslizamientos, aunados al poco acceso a infraestructura y servicios públicos.

De acuerdo con el INEGI (2020) en Tlalpán hay un total de 224,761 viviendas de las cuales 202,483 se encuentran habitadas. Asimismo, el 96.6% de estas viviendas son particulares, estas incluyen casas independientes, departamentos, vecindades y locales adaptados que sirven para pernoctar y realizar actividades básicas como cocinar alimentos o bañarse (Tabla 17). Para conocer las características de las viviendas particulares habitadas se toman en cuenta datos como el número de habitaciones, tipo de materiales con los que fueron construidas, bienes materiales existentes al interior de las viviendas, así como acceso a servicios públicos como electricidad, agua y drenaje, entre otros.

Tabla 17. Viviendas por AGEB

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
0017	819	692	798
0021	244	204	241
0040	584	417	578
0074	730	631	682
0089	0	0	0
0093	899	800	896

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
0106	140	123	140
0125	983	937	981
013A	1049	994	1041
0144	764	709	722
0159	1037	992	1013
0163	1010	928	977
0178	919	859	909
0182	1697	1633	1672
0197	788	708	781
020A	624	563	620
0214	638	582	630
0229	740	650	736
0233	1477	1302	1469
0248	192	179	192
0267	753	683	752
0303	1552	1491	1529
0318	1142	1082	1135
0322	1438	1352	1426
0337	1232	1153	1197
0341	968	862	952
0360	1709	1473	1636
0375	732	628	723
038A	180	160	150
0394	465	411	451
0407	307	263	284

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
0411	434	389	431
0426	780	639	738
0430	1018	943	988
0445	980	881	960
045A	1235	1120	1198
0464	539	466	534
0479	277	246	273
0483	1367	1187	1367
0498	1170	1001	1167
0500	2109	1924	2097
0515	1346	1239	1339
052A	1066	976	1062
0534	709	654	688
0549	961	907	925
0553	1529	1333	1522
0568	1238	1134	1235
0572	1382	1261	1373
0587	1139	1028	1137
0591	342	308	342
0604	1371	1311	1356
0619	974	907	959
0623	978	894	965
0638	1025	934	1019
0642	797	736	792
0657	577	518	518

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
0661	342	313	297
0676	1105	1047	1038
0680	597	540	588
0695	49	46	48
0708	1598	1365	1595
0712	987	885	985
0727	869	762	868
0731	622	574	621
0746	685	614	685
0750	457	409	455
0765	950	840	950
077A	1600	1538	1586
0784	1137	1080	1121
0799	1093	1005	1072
0801	1186	1115	1177
0816	1036	997	1029
0820	1043	964	1033
0835	738	676	723
084A	827	702	809
0854	396	345	375
0869	1407	1290	1392
0888	1587	1524	1574
0892	2021	1839	1923
0905	1559	1406	1484
091A	1240	1181	1151

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
0924	2021	1831	1962
0939	1205	1061	1143
0943	815	743	738
0958	455	408	395
0962	664	604	654
0977	96	74	92
0981	820	770	700
0996	205	194	204
1000	562	445	559
1015	536	484	517
102A	1202	1050	1189
1034	425	384	405
1049	11	10	10
1053	621	524	540
1068	726	677	608
1072	2951	2768	2813
1087	503	440	459
1091	476	419	452
1104	1015	919	957
1119	1436	1357	1409
1123	1139	1048	1055
1142	1121	1030	1087
1157	1667	1545	1540
1161	1792	1659	1772
1176	964	878	950

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
1195	1544	1429	1510
1212	942	838	890
1299	1529	1462	1518
1316	2003	1867	1928
1369	1623	1516	1589
1388	1141	1069	1007
1424	1372	1292	1350
1439	1152	1034	1124
1443	1423	1332	1411
1458	1187	1112	1175
1462	3560	3235	3409
1477	1865	1774	1852
1481	1721	1628	1698
1496	2319	2276	2295
1509	1515	1455	1506
1513	1698	1574	1688
1547	750	697	722
1566	82	77	82
1570	2196	2035	2133
1585	482	459	359
159A	1086	992	1032
1602	1461	1322	1406
1617	1906	1719	1828
1621	1750	1602	1569
1636	1332	1159	1226

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
1640	2218	2022	2116
1655	372	352	351
173A	491	453	491
1744	1164	1070	1143
1759	1	1	*
1890	120	117	120
1903	487	436	484
1918	1056	971	1054
1922	518	449	518
1937	703	645	702
1941	523	477	523
1956	1066	957	809
1960	822	700	638
1975	1613	1454	1613
198A	557	516	555
1994	1143	1038	1096
2009	2452	2147	2364
2013	2557	2231	2511
2047	1637	1527	1630
2051	1371	1318	1367
2066	1301	1192	1154
2070	778	703	711
2085	1081	941	1071
2102	1160	990	1134
2121	4434	4119	3680

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
2136	1389	1292	1350
2140	2017	1810	1945
2155	872	744	871
216A	1308	1080	1111
2174	929	768	925
2189	1604	1507	1586
2193	1807	1671	1783
2206	1290	1185	1272
2210	1333	1204	1315
2225	1790	1733	1743
223A	2071	1952	2026
2244	868	765	827
2259	628	574	608
2263	1733	1645	1594
2278	876	839	868
2282	1572	1393	1555
2333	63	59	59
2348	175	155	174
2352	262	219	249
2367	13	8	11
2371	4	4	0
2386	45	40	44
2441	3139	2750	2971
2456	748	651	707
2460	521	402	519

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
2475	457	404	452
1528	2212	1917	2179
1532	2062	1838	2051
166A	471	380	454
1674	2012	1789	1988
1689	1063	933	1058
1693	89	73	89
1706	611	458	604
1710	289	215	289
2297	601	452	600
2314	38	23	37
2329	138	107	137
2390	23	20	23
2403	877	649	876
2418	1083	823	1083
2437	177	134	177
248A	116	79	116
1763	1269	1038	1268
1778	1596	1441	1596
1782	1934	1741	1921
1797	2645	2351	2640
180A	496	373	496
2028	1094	993	1090
2032	1150	1059	1144
230A	640	506	640

AGEB	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares
2422	966	808	964
1227	1444	1030	1436

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

La mayoría de la población de la alcaldía habita viviendas particulares siendo el promedio 3.4 habitantes por vivienda y un promedio de 0.8 habitantes por cuarto. Asimismo, existen un total de 15,257 viviendas deshabitadas y 7,021 viviendas de uso temporal y 165 viviendas colectivas.

Por otra parte, la misma fuente contabilizó 202,318 hogares censales, de los cuales 76,992 tienen como referencia a una mujer, es decir el 38.1% de los hogares de la alcaldía reconocen como jefa de la vivienda a una mujer, mientras que el 61.9% de los hogares tienen como referencia a 125,326 hombres reconocidos como jefes de la vivienda.

Características de las viviendas

Los resultados del censo 2020 (INEGI), indican que en la alcaldía Tlalpan hay 195,629 viviendas particulares habitadas. Los criterios establecidos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), para evaluar la calidad y los espacios de la vivienda comprenden dos aspectos fundamentales: el material de construcción y el diseño estructural.

En este sentido, de 202,483 viviendas habitadas sólo el 0.9% tiene piso de tierra, mientras que las paredes el 96.8 % son de tabique, ladrillo, block y cemento, los techos en su mayoría son de concreto y de bovedilla alcanzando 89.6% hasta el año 2020. Respecto a servicios básicos 75.1% Disponen de agua entubada dentro de la vivienda, el 86.5% tienen drenaje. en donde se muestran la disponibilidad de bienes (Tabla 18 y Mapa 21). Cabe mencionar que la mayoría de las viviendas urbanas cuentan con los servicios de drenaje y disponibilidad de agua como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 18. Disponibilidad de bienes por AGEB urbana

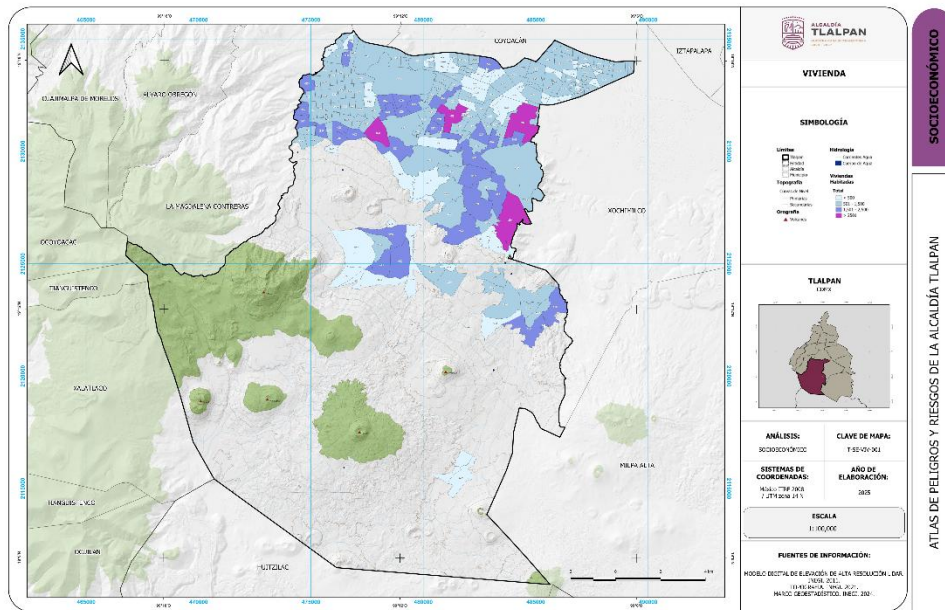
Bienes	Total de viviendas	%
Refrigerador	183,181	92.3
Lavadora	165,543	83.4
Horno de microondas	136,091	68.6
Automóvil o camioneta	107,973	54.4
Motocicleta o motoneta	14,234	7.2
Bicicleta como medio de transporte	21,568	10.9
Radio	159,360	80.3
Televisor	191,019	96.2
Computadora, laptop o tablet	119,483	60.2
Línea telefónica fija	136,171	68.6

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

Teléfono celular	184,833	93.1
Internet	150,403	75.8
Servicio de televisión de paga	93,225	47.0
Servicio de películas, música o videos de paga por Internet	69,242	34.9
Consola de videojuegos	40,993	20.7

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 21. Viviendas habitadas por AGEB



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Tabla 19. Disponibilidad de servicios en las viviendas particulares habitadas por AGEB urbana

Disponibilidad de servicios	Total de viviendas	%
Energía eléctrica	197,940	99.7
Agua entubada en el ámbito de la vivienda	191,371	96.4
Agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	167,378	84.3
Tinaco	170,322	85.8
Cisterna o aljibe	135,192	68.1
Excusado o sanitario	197,076	99.3

Disponibilidad de servicios	Total de viviendas	%
Drenaje	197,533	99.5
Energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	190,923	96.2
Drenaje y sanitario con admisión de agua	197,013	99.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Hacinamiento

Se da cuando el promedio de personas que habitan un hogar es mayor a 2.5 por dormitorio. la disponibilidad del espacio con que cuenta y entorno donde se encuentra la vivienda son factores para el desarrollo y bienestar de la población además de garantizar la integridad física de quienes la habitan.

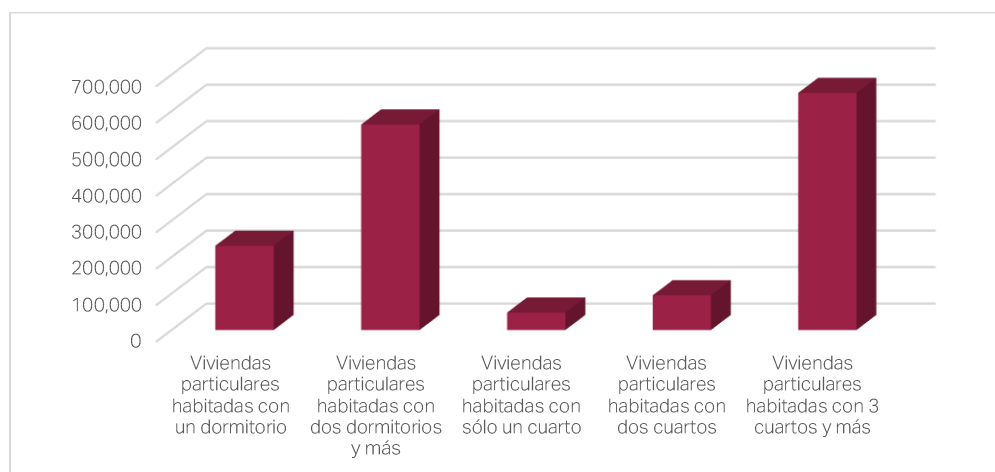
En la alcaldía Tlalpan hay un promedio de 3.3 ocupantes en viviendas particulares habitadas y 0.8 ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas lo cual es un indicador de que la alcaldía presenta un índice bajo de hacinamiento (Tabla 20 y Mapa 22). No obstante, al analizar los datos por AGEB existen zonas donde se presentan mayores índices de hacinamiento por ejemplo en San Miguel Topilejo con 2.5 ocupantes por cuarto y en Tlalpan con 2.47 ocupantes. De acuerdo con datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020, de las 797,565 viviendas particulares habitadas, se encontró que 231,050 equivalente al 29% disponen de solo un dormitorio, mientras que 563,472 equivalente al 71% cuentan con 2 dormitorios. Por otra parte, 47,806 de las viviendas particulares habitadas cuentan con un sólo cuarto, esto es, el 6%; 95,162, es decir, el 12% cuenta con dos cuartos; y finalmente el 82% de las viviendas cuenta con 3 cuartos o más (Gráfica 11).

Tabla 20. Promedio de ocupantes por vivienda y por cuarto en Tlalpan

Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
3.3	0.8

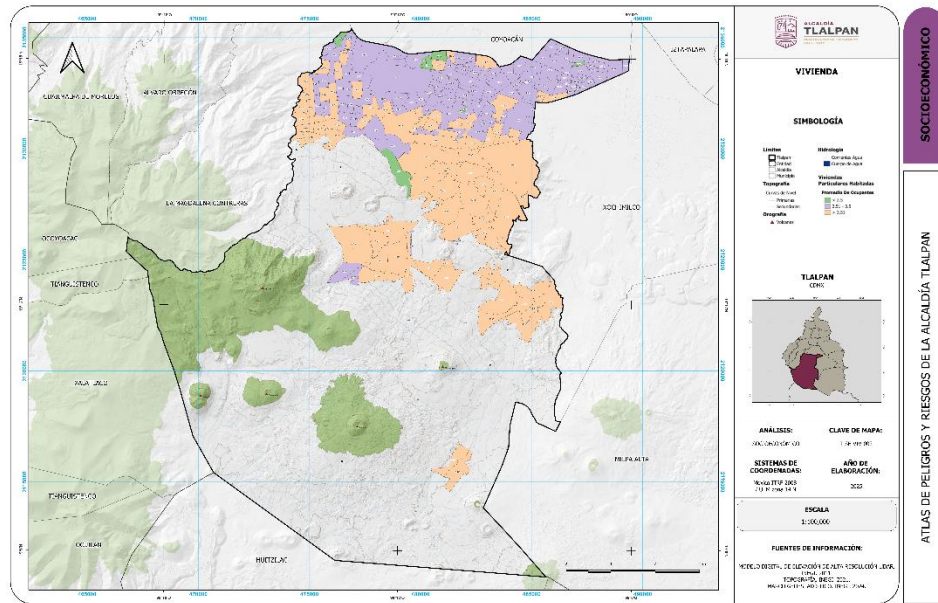
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Gráfica 11. Número de dormitorios y cuartos por vivienda particular habitada



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Mapa 22. Promedio de ocupantes por vivienda





FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Marginación

Se define la marginación como la carencia de oportunidades sociales y la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, a su vez, son privaciones e inaccesibilidad a los bienes y servicios considerados fundamentales para el bienestar, es relevante su conocimiento ya que las personas marginadas son vulnerables socialmente y su mitigación escapa de un control personal o familiar, ya que no son resultados de elecciones propias, sino de un modelo productivo desigual (CONAPO, 2020). Para calcular los grados de marginación se toman en cuenta variables como el acceso a la educación, a los servicios de salud, a servicios públicos como agua entubada, drenaje, así como el acceso a los bienes en las viviendas particulares habitadas (refrigerador, internet, teléfono celular), el hacinamiento y el tipo de piso de cada vivienda.

Las alcaldías de la Ciudad de México presentan grados de marginación muy bajos, Tlalpan ocupa el lugar número 12 de la demarcación territorial. Sin embargo, los análisis a una escala mayor tales como a nivel localidad o AGEB reflejan grados más específicos y permiten identificar zonas con mayor vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores debido a la marginación y acceso a servicios públicos. En este sentido las localidades rurales como El Tianguillo, La Rufina, El Salitrillo y La Reja son las localidades que cuentan con el índice de marginación más alto de la alcaldía (Tabla 21).

Tabla 21. Localidades con grado de marginación muy alto de Tlalpan

Nombre de la localidad	El Tianguillo	La Rufina	El Salitrillo	La Reja
 Población total	5	50	40	50
 Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta	0.00	4.88	12.12	5.56

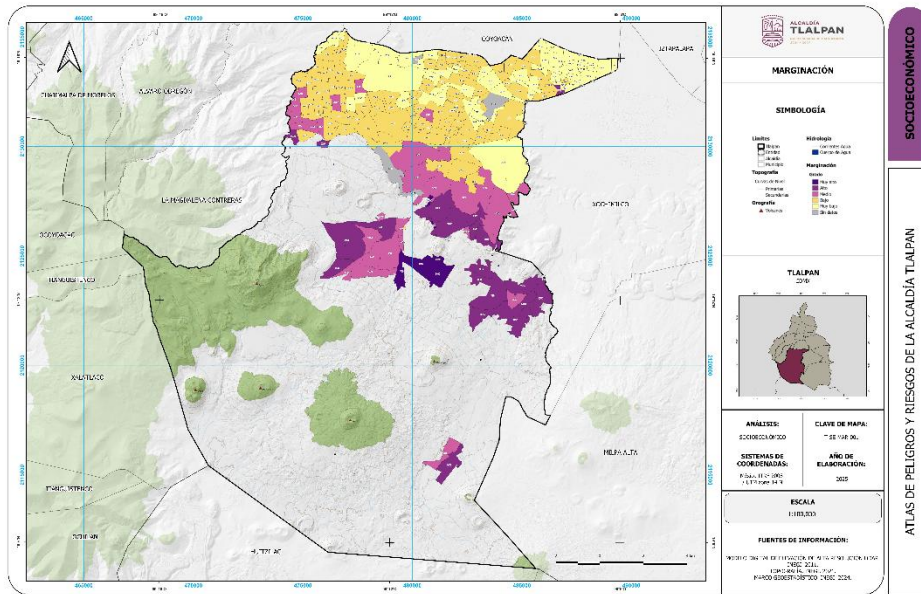
	Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica	80.00	48.78	51.52	72.22
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	0.00	0.00	17.50	20.00
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	20.00	72.00	0.00	64.00
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	80.00	26.00	100.00	92.00
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	40.00	72.00	65.00	8.00
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con hacinamiento	60.00	56.00	77.50	48.00
	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin refrigerador	100.00	100.00	62.50	88.00
	Índice de marginación a nivel localidad, 2020	15.02	14.82	14.65	14.25
	Grado de marginación a nivel localidad, 2020	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Índice de marginación normalizado a nivel localidad, 2020	0.57	0.57	0.56	0.54

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAPO, 2020

De acuerdo con CONAPO, las AGEBs urbanas del norte de la alcaldía presentan los grados más bajos de marginación; no obstante, la zona del Pedregal de San Nicolás resalta por encontrarse en un grado de marginación medio, al igual que las colonias San Andrés Totoltepec, Viveros de Coactetlan, Valle Verde, La Magueyera por mencionar algunas del oriente de la alcaldía. En la zona del Ajusco de igual manera se indica un grado de marginación medio, al igual que la localidad de San Miguel Topilejo.

Los grados de marginación altos se ubican principalmente en las colonias La Magdalena Petlascalco, San Miguel Xicalco, Santo Tomás Ajusco, San Miguel Ajusco, así como en la mayor parte de las AGEBs urbanas de la zona de Topilejo. La colonia con mayor marginación corresponde a la colonia Jardines de San Juan, así como en algunas porciones de La Magdalena Petlascalco (Mapa 23).

Mapa 23. Grado de marginación por AGEB urbana



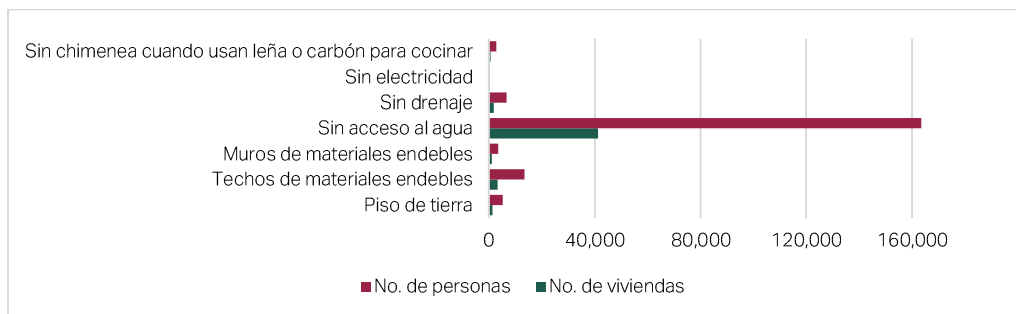
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAPO, 2020

Pobreza y Rezago Social

El CONEVAL refiere que la **pobreza** es una **condición** en la cual una persona o familia carece de recursos suficientes, tanto monetarios como sociales, para satisfacer sus necesidades básicas. Dentro de las ciencias sociales la consideran como la falta de acceso a bienes, servicios y oportunidades que permiten una vida digna. Mientras que el **rezago social** es un **índice estadístico** que resume indicadores relacionados con el acceso a derechos sociales y condiciones de vida, tales como educación, salud, servicios básicos y calidad de la vivienda.

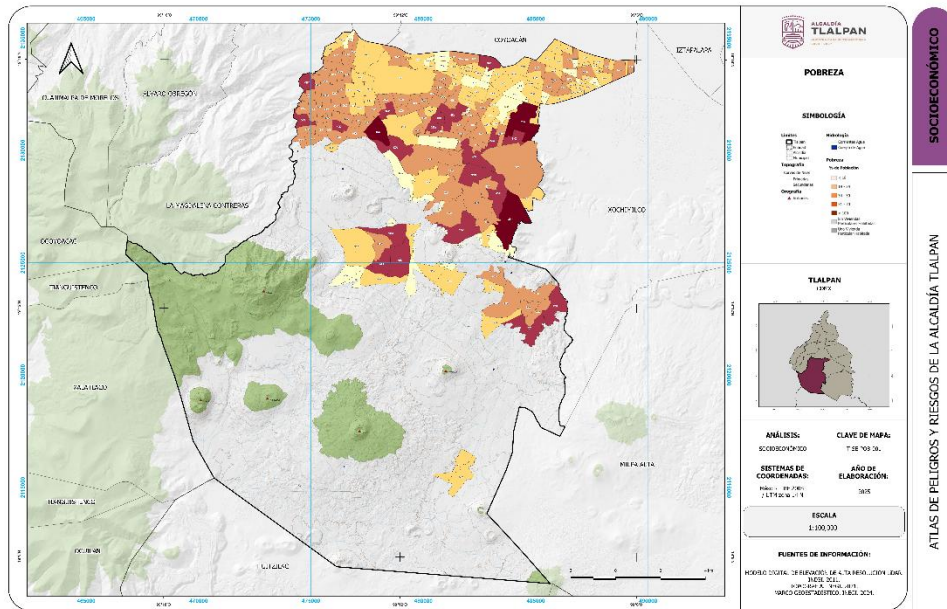
De acuerdo con el Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva de la Ciudad de México 79 AGEBs urbanas tienen menos de 18% de su población en situación de pobreza, 52 tienen un porcentaje de población en situación de pobreza en el rango de 18 a 34%; 36 AGEBs se encuentran en un rango entre 34 a 50%; 25 en el rango de 50 a 70%; y sólo una AGEB en el rango de 70 a 100% de su población en pobreza (Mapa 24). Asimismo, el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social de 2024 indica que el 32.6% de la población de la alcaldía se encuentra en situación de pobreza, mientras que el 7.1% se encuentra en pobreza extrema. Las carencias sociales principales son: el acceso a la seguridad social, el acceso a servicios de salud, el acceso a alimentación nutritiva y de calidad, el acceso a la vivienda, el rezago educativo y finalmente, la calidad y los espacios de la vivienda (Gráfica 12).

Gráfica 12. Carencias en las viviendas habitadas de Talpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

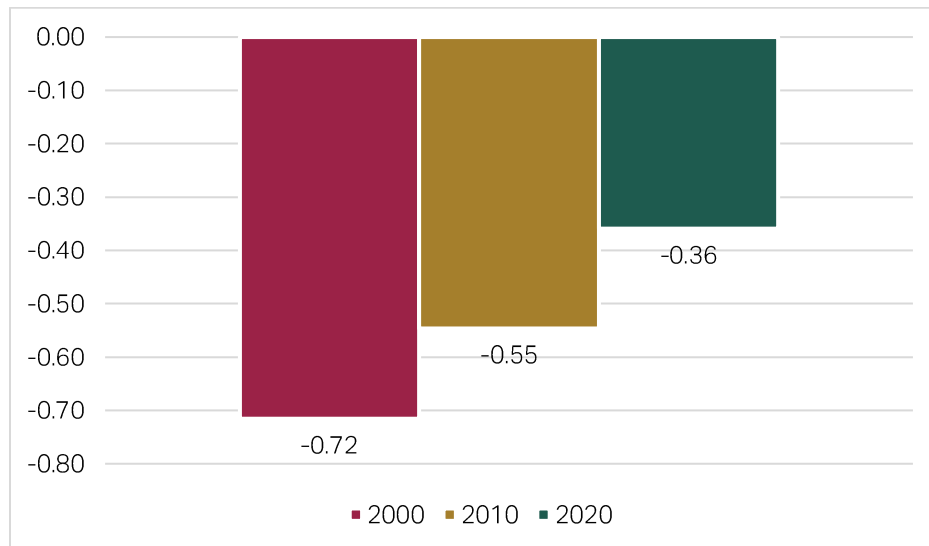
Mapa 24. Porcentaje de población en situación de pobreza por AGEB



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONEVAL, 2020

Por su parte, para medir el rezago social se toman en cuenta indicadores relacionados con el acceso a algunos derechos sociales de los habitantes de determinado lugar. Estos cálculos se realizan en distintas escalas (estados, municipios y localidades) con base en la Ley General de Desarrollo Social, los indicadores considerados están relacionados con rezago educativo, acceso a los servicios de salud, calidad y espacios de la vivienda y los servicios básicos a los que tienen acceso las viviendas y la posesión de bienes en el hogar. Si bien el rezago social no constituye una medición de la pobreza, representa una herramienta para dar seguimiento a indicadores socioeconómicos mencionados anteriormente (Tabla 22). En la siguiente gráfica se puede observar que el rezago social en Tlalpan ha disminuido en el periodo de 2000 a 2020, sin embargo, al analizarlo a nivel localidad se pueden identificar zonas con rezago social muy alto principalmente al sur de la alcaldía (Gráfica 13).

Gráfica 13. Evolución del Índice de rezago social por localidad



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONEVAL, 2000, 2010 Y 2020

Tabla 22. Rezago social por localidad, 2020

Localidad	Índice de rezago social	Grado de rezago social
El Tianguillo	1.11	Alto
El Campo	1.11	Alto
La Reja	1.11	Alto
La Rufina	0.93	Alto
Ejido de San Miguel Xicalco	0.77	Alto
Siete Ocotes	0.74	Alto
Cuatzontle	0.66	Alto
El Salitrillo	0.62	Alto
Kilómetro 33.5	0.53	Alto
Tixtapaltongo (Loma de Ahuayoto)	0.48	Alto
El Oyamel	0.39	Medio
Rancho Viejo	0.34	Medio
El Sifón	0.29	Medio
El Resumidero	0.24	Medio
Xililimoco	0.24	Medio
Prolongación Acueducto	0.23	Medio
Barranquilla	0.23	Medio
Los Tlapancos	0.18	Medio
Lomas de San José	0.14	Medio
Paraje Buenavista	0.07	Medio
Ayopa	0.05	Medio
La Joyita	0.05	Medio
Ololica (Loloigque)	-0.06	Medio
Cuahtenco	-0.09	Medio

Localidad	Índice de rezago social	Grado de rezago social
La Pedrera	0.11	Medio
Piedra Suelta	-0.12	Medio
Las Raíces	-0.12	Medio
Piedra Larga	-0.13	Medio
Popocotla	-0.15	Medio
La Huerta	-0.20	Medio
Teteocotla	-0.22	Bajo
Cuanejaque	-0.24	Bajo
Temaxcatitla (Kilómetro 32.2)	-0.25	Bajo
Xomulco (Oyamertonco)	-0.26	Bajo
Tlatepancaltitla (Kilómetro 30.5)	-0.30	Bajo
Oyametonco	-0.30	Bajo
Chalcuitongo (La Asunción)	-0.30	Bajo
Santa Ana	-0.32	Bajo
Nopaltitla	-0.37	Bajo
Ejidos de San Andrés Totoltepec	-0.37	Bajo
Xoxoctongo	-0.41	Bajo
Pedregal del Xitle	-0.42	Bajo
Paraje Tlaltenelolpa	-0.42	Bajo
La Campana	-0.42	Bajo
Chahualixcantitla	-0.45	Bajo
Huinxco	-0.47	Bajo
El Pedregal	-0.47	Bajo
Paraje Atonco	-0.47	Bajo
Carretera al Ajusco	-0.49	Bajo

Localidad	Índice de rezago social	Grado de rezago social
Tepacheras (Kilómetro 31)	-0.49	Bajo
Kilómetro 28 Sur	-0.49	Bajo
Colonia Ocotla	-0.51	Bajo
Tepehuaxotla (Prolongación Pirámide)	-0.51	Bajo
Los Encinos	-0.51	Bajo
Cañada del Acueducto	-0.57	Bajo
El Arenal	-0.58	Bajo
La Monera	-0.59	Bajo
La Troje	-0.61	Bajo
Zamora	-0.61	Bajo
Cebadillas	-0.63	Bajo
Lomas del Capulín (Kilómetro 30)	-0.64	Bajo
Popotenco	-0.65	Bajo
Carretera al Ajusco II	-0.67	Bajo
El Charco	-0.67	Bajo
Acazacatongo	-0.68	Bajo
Ocotla Chico	-0.68	Bajo
El Arcoiris	-0.70	Bajo
Lomas de Tepemecatí	-0.71	Bajo
La Herradura	-0.75	Bajo
Colonia San Juan	-0.77	Bajo
Parada Oyameyo (Kilómetro 31.5)	-0.79	Bajo
Colonia Cuauhtenco (Kilómetro 27)	-0.81	Bajo
Las Maravillas (Kilómetro 37)	-0.81	Bajo
Ispancolohuía	-0.82	Bajo

Localidad	Índice de rezago social	Grado de rezago social
San Miguel Topilejo	-0.82	Bajo
Tlalalpuente	-0.84	Bajo
Kilómetro 36.5 (El Crucero)	-0.84	Bajo
Planta Abasolo	-0.84	Bajo
El Oyameyo	-0.86	Muy bajo
Camino a la Venta	-0.88	Muy bajo
Héroes de 1910	-0.88	Muy bajo
San Miguel Ajusco	-0.90	Muy bajo
Colonia Aguayoto	-0.92	Muy bajo
Apapaxtles	-0.92	Muy bajo
Parres (El Guarda)	-0.93	Muy bajo
Acueducto 1ra. Sección	-0.95	Muy bajo
Tlayelpa	-1.01	Muy bajo
Tezontitla	-1.04	Muy bajo
Kilómetro 29.5	-1.07	Muy bajo
Rancho Matamoros	-1.15	Muy bajo
Tlalpan	-1.22	Muy bajo
Rancho Ahuayoto	-1.30	Muy bajo
Cuamino	-1.31	Muy bajo
La Soledad	-1.49	Muy bajo

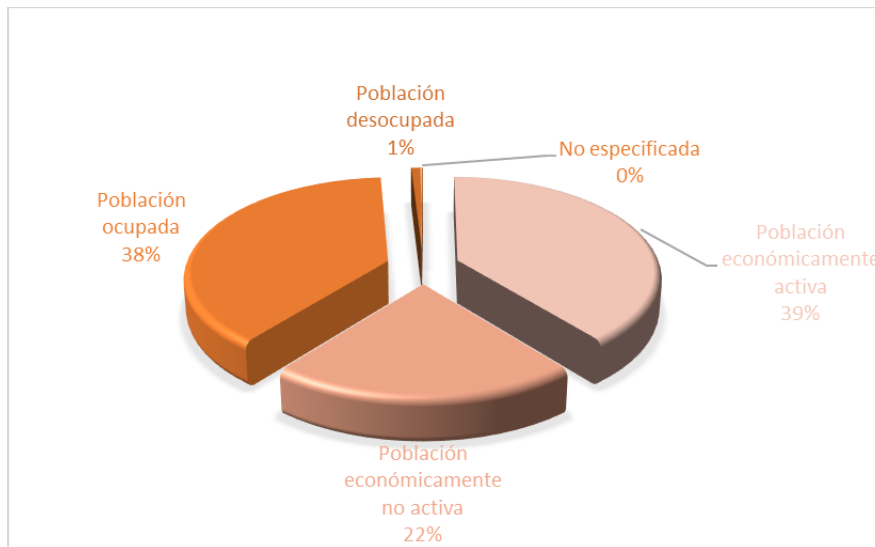
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONEVAL, 2020

Principales actividades económicas

Población Económicamente Activa

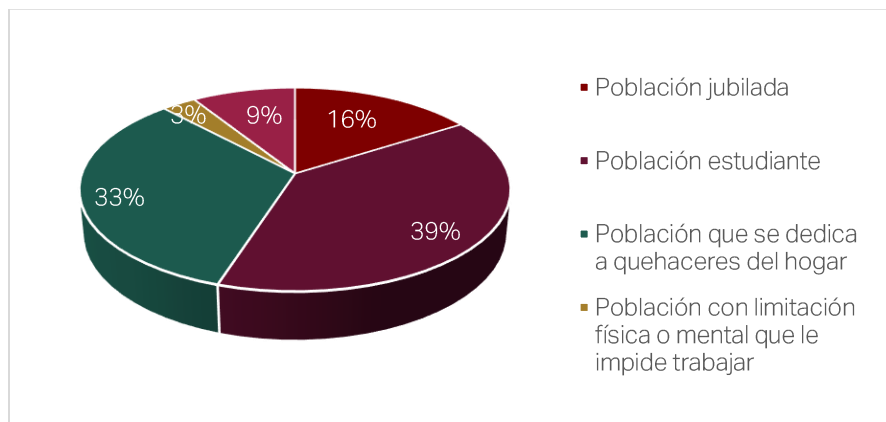
Tlalpan cuenta con una población económicamente activa de 385,373 (39%), una población económicamente no activa de 213,329 (22%), una población ocupada del 38% que corresponde a 377,072 de personas, una población desocupada de 1% que corresponde de a 8,301 de personas y una población no especificada del 0.5% (Gráfica 14 y Mapa 25). Asimismo, tiene población jubilada del 16%, población estudiantil del 39%, población que se dedica a quehaceres del hogar del 33% población con limitaciones físicas o mentales que les impiden trabajar de un 3% y una población que se dedica a otras actividades económicas de 9% (Gráfica 15).

Gráfica 14. Población Económicamente Activa y No Activa de Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Gráfica 15. Población No Activa de Tlalpan

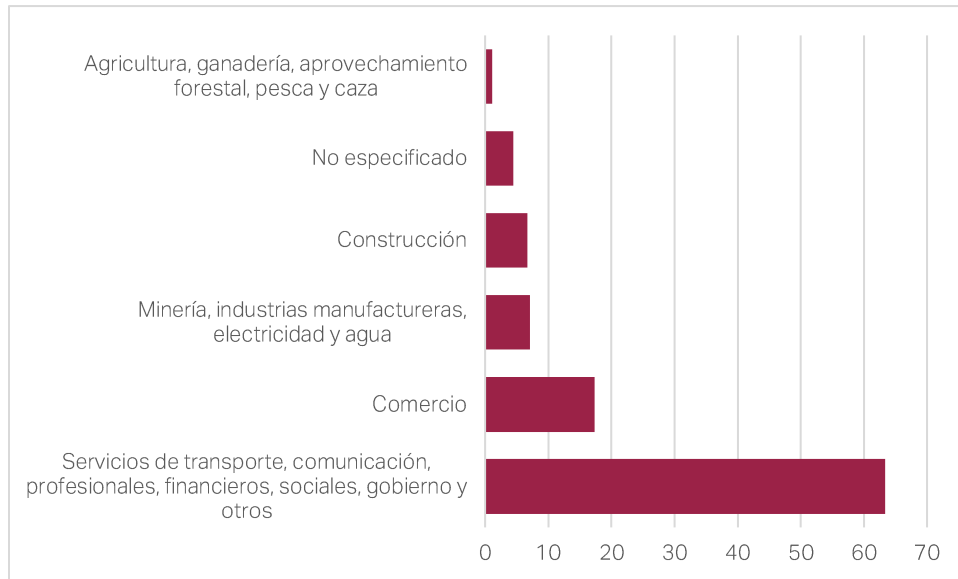


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

El sector primario está conformado por actividades donde se extrae o recolectan los recursos naturales como: agricultura, ganadería pesca y minería. Tlalpan cuenta con 1.08% de participación en estas actividades por parte de su

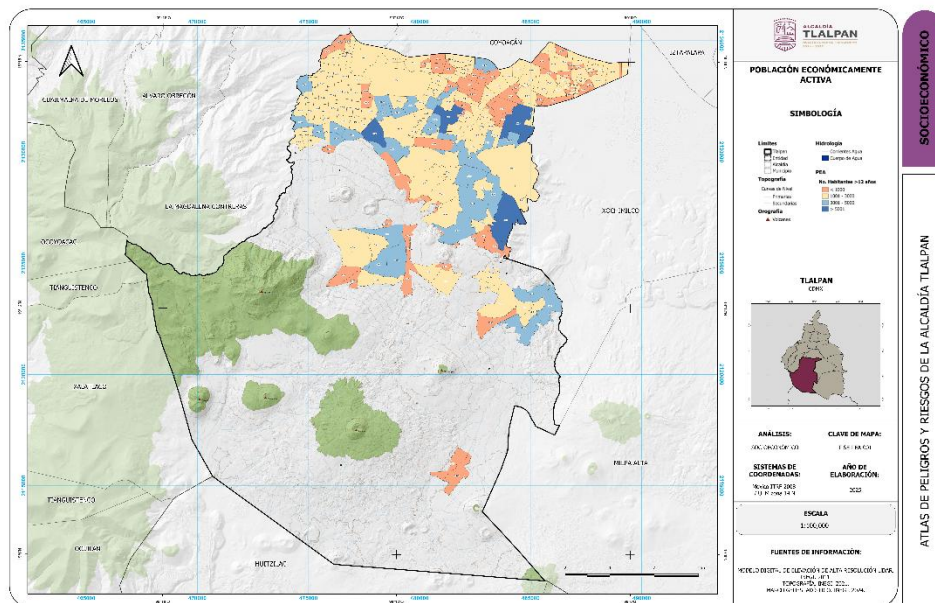
población. El sector secundario está compuesto por actividades con el propósito de transformar materias primas en productos elaborados (industrias manufactureras), Tlalpan participa con un 7.15% y 6.68% en construcción. El sector terciario se conforma por actividades de servicios financieros, seguros, transporte, comunicaciones y turismo que representa un 63.33%. Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Tlalpan participa en el sector de comercio con un 17.31% (Gráfica 16).

Gráfica 16. Distribución porcentual de la población ocupada por sector económico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

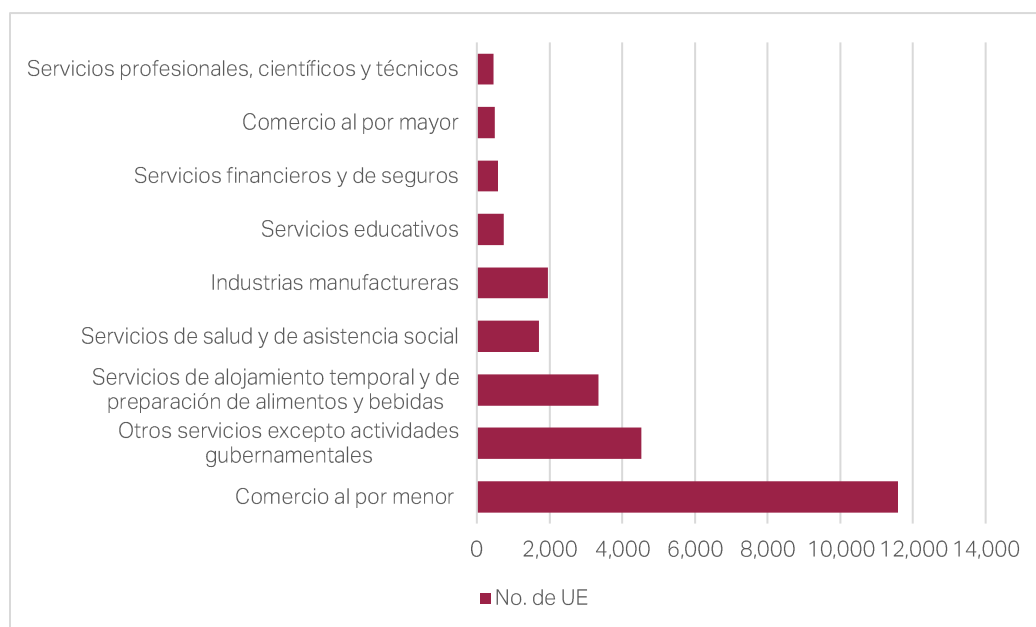
Mapa 25. Población de 12 años y más económicamente activa



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2020

Según el DENU (2025) en la Ciudad de México existen un total de 460,761 Unidades Económicas (UE) de las cuales el 5.8% corresponden a la alcaldía Tlalpan, es decir, un total de 26,708 UE. Asimismo, estas UE están concentradas en el norte de la alcaldía, así como en las zonas urbanas del centro y sur. El 43.4% de estas unidades corresponden al comercio al por menor, el 17% corresponde a otros servicios excepto actividades gubernamentales, el 12.5% a los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas y el 6.4% a los servicios de salud y asistencia social (Gráfica 17, Tabla 23).

Gráfica 17. Número de Unidades Económicas por sector



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 202

Tabla 23. Unidades Económicas por tipo de actividad

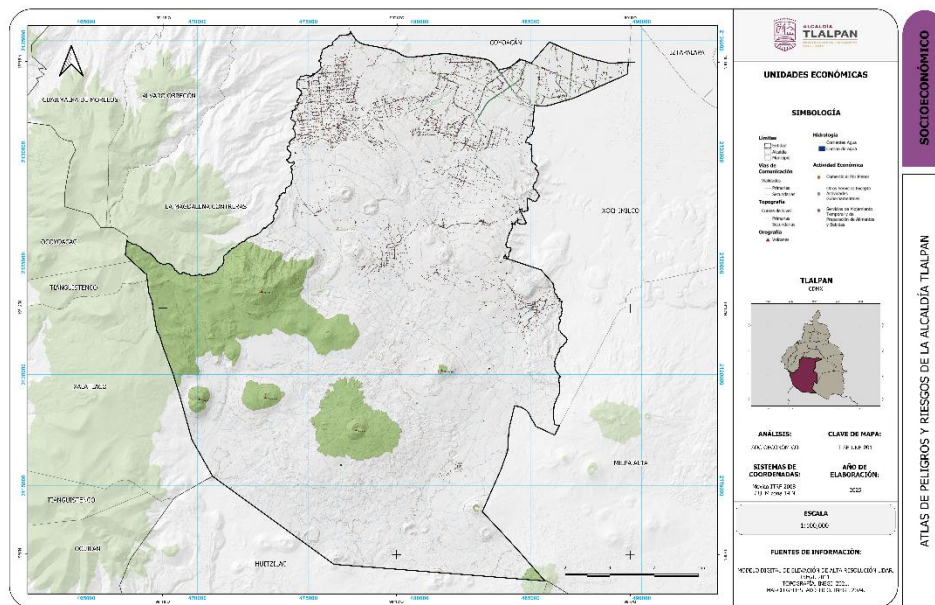
Actividad Económica	No. de UE	%
Comercio al por menor	11,585	44.7
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4,534	17.5
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	3,348	12.9
Servicios de salud y de asistencia social	1,702	6.6
Industrias manufactureras	1,952	7.5
Servicios educativos	732	2.8
Servicios financieros y de seguros	588	2.3
Comercio al por mayor	495	1.9
Servicios profesionales, científicos y técnicos	461	1.8
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	324	1.2

Actividad Económica	No. de UE	%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	269	1.0
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	241	0.9
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	211	0.8
Información en medios masivos	73	0.3
Construcción	69	0.3
Transportes, correos y almacenamiento	93	0.4
Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	24	0.1
Dirección y administración de grupos empresariales o corporativos	5	0.0
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	2	0.0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

En el siguiente mapa se muestra la densidad de las unidades económicas de las principales actividades de la alcaldía, las cuales suman poco más del 75% de unidades. En el norte de la mancha urbana de la alcaldía en específico en la zona poniente se concentra un gran número de unidades económicas observando un patrón de distribución en las principales vialidades, mientras que en la zona sur de la alcaldía las unidades económicas además de concentrarse en las áreas urbanizadas, se observa un patrón de alineación a las carreteras.

Mapa 26. Densidad de unidades económicas en la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

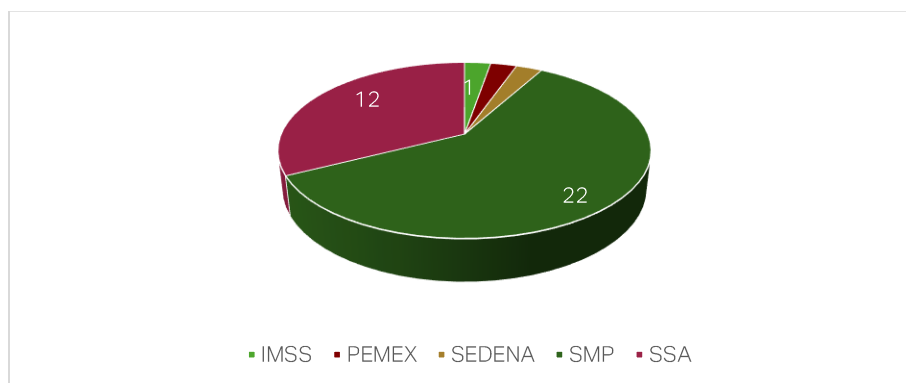
Infraestructura urbana, equipamiento y servicios

La Ley General de Gestión de Riesgos y Protección Civil menciona que la infraestructura estratégica es “aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional y ocasionaría una afectación a la población sus bienes o entorno”. En México, los sectores de infraestructura crítica prioritarios son: el energético, el químico, el de transporte, los sistemas de agua y aguas residuales, el de telecomunicaciones, el de servicios financieros, el de salud, los servicios de emergencia, el de los alimentos, el gubernamental y el de Tecnologías de la Información. Asimismo, los lineamientos para la Elaboración de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías establecen que la información de los servicios vitales y estratégicos deberán basarse en datos actualizados emitidos por las instituciones locales, así como de las dependencias que integran el Comité de Emergencias de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México¹⁷. En los siguientes párrafos se exponen los servicios vitales y sistemas estratégicos de la alcaldía Tlalpan.

Salud

Las unidades de salud son centros de recursos que brindan a la población atención médica de diferentes tipos. Estos pueden ser públicos o privados y están divididos por niveles de atención. El primer nivel abarca únicamente atención ambulatoria, la cual consiste en ser el primer contacto y fungir como el principal actor en la prevención de enfermedades y el vínculo con el sistema de salud público. El segundo nivel de atención cuenta con instalaciones que brindan atención hospitalaria y de urgencias, además de otorgar los servicios del primer nivel. El tercer nivel de atención está conformado por unidades que brindan servicios médicos hospitalarios, de urgencias, y funcionan como referencia para las unidades de segundo nivel en la atención de padecimientos de alta especialidad e investigación. El Gobierno de la Ciudad de México reporta 37 hospitales públicos y privados con servicio de hospitalización de segundo y tercer nivel, los cuales reportan un total de camas de 2,651. Estos están ubicados principalmente al norte de la alcaldía (Gráfica 18 y Tabla 24).

Gráfica 18. Tipos de unidades médicas presentes en la alcaldía Tlalpan.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN IPDP, 2022

Tabla 24. Hospitales públicos y privados y número de camas hospitalarias disponibles

Nombre del Hospital	Total de camas disponibles
Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez	329
Instituto Nacional de Rehabilitación	276
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	241
Instituto Nacional de Ciencias Médicas Y Nutrición Salvador Zubirán	235

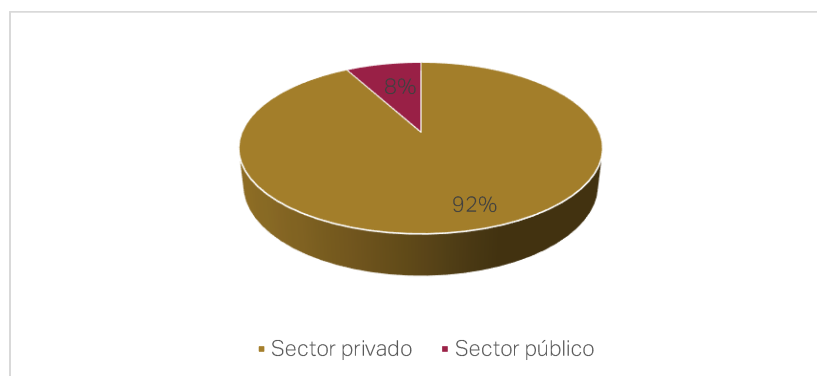
Nombre del Hospital	Total de camas disponibles
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas	228
Instituto Nacional de Cancerología	216
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez	162
Hospital General Dr. Manuel Gea González	155
Hospital Central Sur de Alta Especialidad	140
Operadora de Hospitales Ángeles S.A De C.V	118
Hospital General Ajusco Medio	114
Hospital Psiquiátrico Dr. Juan N. Navarro	101
Hospital Psiquiátrico San Fernando	92
Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz	53
Hospital General Torre Médica Tepepan	51
Clínica de Especialidades Médicas del Sur S.C.	31
Fundación de Obras Sociales de San Vicente Lap.	30
Médica Coapa Especialidades	14
Enfermería Militar del Heroico Colegio Militar, D. F.	11
Clínica Villa Coapa La Vereda S.C.	10
Clínica de Dios Especialidades Médicas Maternidad SA de CV	8
Hospital Santísima Trinidad	6
Clínica del Cristo del Pedregal	5
Clínica Servimed S.C.	5
Clínica Hidalgo	3
Clínica Hospital El Ángel	3
Clínica Quirúrgica Mary	3
Clínica de Especialidades Ajusco	2
Consultorio Médico Dr. Roberto Moreno Orozco	2

Nombre del Hospital	Total de camas disponibles
Consultorio Médico Dra. María de los Ángeles Martínez Gómez	2
Consultorio Médico Integral	2
Consultorio Médico San Marcos	2
Consultorio Médico Dr. J. Enrique Hernández Chanona	1
Clínica San Rafael / Sanatorios De México S.A. de C.V.	Sin Dato
Consultorio Médico Integral UNAM	Sin Dato
Médica Sur, S.A.B. de C.V. (Sociedad Anónima Bursátil de Capital Variable)	Sin Dato
Médica Torre	Sin Dato

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN IPDP, 2022

Tlalpan cuenta con 776 unidades médicas considerando de las cuales 713 pertenecen al sector privado y 63 al sector público. En la siguiente tabla se muestran los tipos de centros de salud presentes en la alcaldía (Gráfica 19 y Tabla 25).

Gráfica 19. Porcentaje de unidades médicas según su sector



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

Tabla 25. Unidades médicas por especialización

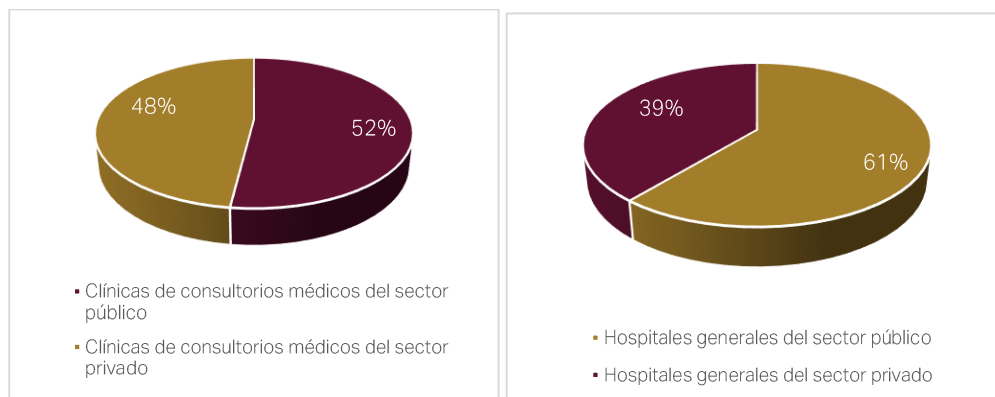
Tipos de centros de salud
Centros del sector privado de atención médica externa para enfermos mentales
Centros del sector privado dedicados a la atención y cuidado diurno de ancianos y discapacitados
Clínicas de consultorios médicos del sector privado
Clínicas de consultorios médicos del sector público
Consultorios de medicina especializada del sector privado
Consultorios de medicina especializada del sector público

Tipos de centros de salud	
Consultorios de medicina general del sector privado	
Consultorios de medicina general del sector público	
Consultorios del sector privado de audiología y de terapia ocupacional física y del lenguaje	
Consultorios del sector público de audiología de terapia ocupacional física y del lenguaje	
Hospitales del sector privado de otras especialidades médicas	
Hospitales del sector público de otras especialidades médicas	
Hospitales generales del sector privado	
Hospitales generales del sector público	
Hospitales psiquiátricos para el tratamiento por adicción del sector privado	
Hospitales psiquiátricos para el tratamiento por adicción del sector público	
Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector privado	
Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector público	
Otros consultorios del sector privado	
Otros consultorios del sector público	
Servicio de ambulancias	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

Tlalpan cuenta con un total de 46 Clínicas de consultorios médicos, con 18 hospitales generales y con 6 hospitales con especialidades (Gráfica 20 y Mapa 27).

Gráfica 20. Porcentajes de consultorios y hospitales generales por sector.



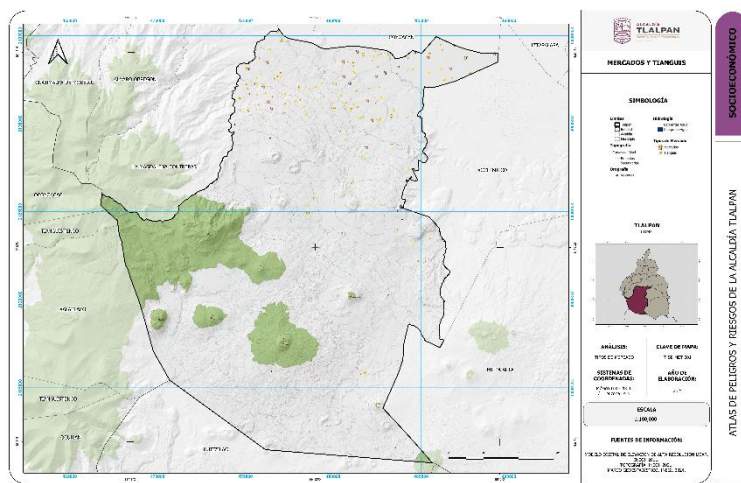
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

Mercados y tianguis

Un mercado es el espacio, local o lugar donde concurren los comerciantes y consumidores para ofrecer sus productos o servicios a un determinado precio para su compra o intercambio. Los mercados públicos pueden ser de propiedad pública o no lucrativa, dependiendo de si son organismos públicos. Estos espacios tienen como principal objetivo ofrecer productos y servicios a un precio asequible, así mismo generan una interacción cultural y social entre los individuos. En los mercados se comercializan diversos productos, como: verduras, frutas, carnes, pescados, abarrotes, ropa, comida preparada, artesanías, artículos para el hogar, entre otros.

Por su parte, un tianguis es un tipo de mercado local que se coloca recurrentemente en un lugar público, donde vendedores y comerciantes ofrecen mercancía como: frutas, verdura, alimentos preparados, artesanías, ropa, artículos para el hogar, entre otros artículos. Estos espacios son bastante populares en todo México, por la gran variedad de productos que se ofrecen a un precio accesible, en comparación a otros comercios.

Mapa 29. Mercados y tianguis de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SECTEI, 2022

En Tlalpan existen un total de 20 mercados de los cuales 3 son especializados, 15 son tradicionales, 1 es tradicional y turístico y uno es turístico y especializado, estos se encuentran en la zona norte de la alcaldía principalmente. Asimismo, existen un total de 135 tianguis que de igual forma se concentran en la zona norte, aunque también tienen presencia en las colonias del centro de la alcaldía, cabe mencionar que la mayoría de los tianguis se ubican los días domingo, sábado y martes (Mapa 29).

Infraestructura hidráulica

La infraestructura hidráulica presente en la alcaldía corresponde a manantiales, pozos, acueductos, la red de agua potable, estanques y tanques. Cabe mencionar que más del 90% de las viviendas de las AGEBs urbanas cuentan con servicio de red de agua potable y drenaje.

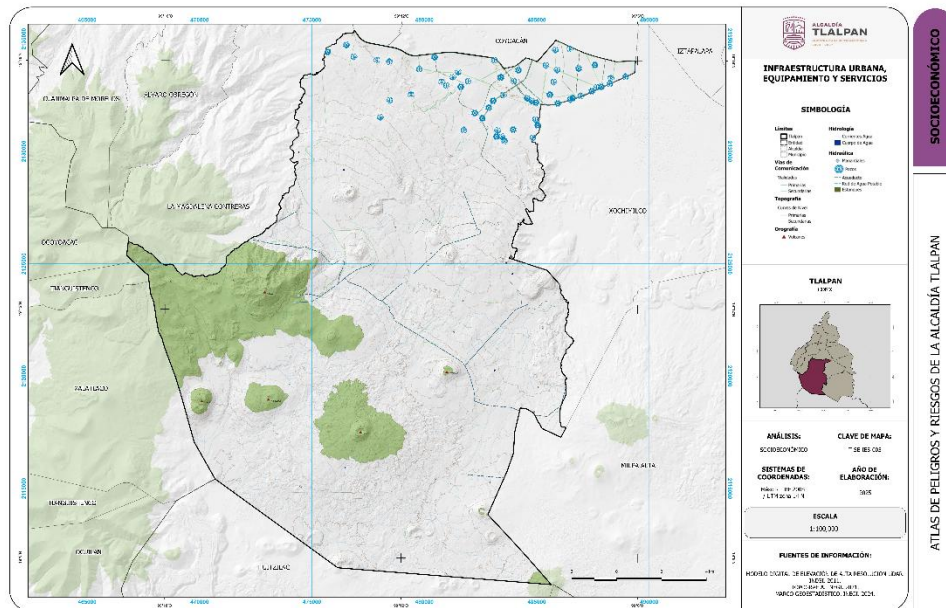
Los acueductos son estructuras que facilitan la distribución de agua desde distintos puntos o ubicaciones donde el acceso al recurso es limitado. La alcaldía Tlalpan cuenta con un acueducto que abastece de agua a sus habitantes y se encuentra en los lomeríos al norte de la Sierra del Chichinautzin. Por su parte, los pozos son excavaciones realizadas en la tierra con el fin de extraer agua hacia la superficie, la cual posteriormente se distribuye para su consumo. En el territorio tlalpeño se encuentran un total de 56 pozos ubicados en la zona urbana del norte de la alcaldía.

Un manantial es una corriente de agua que surge de los acuíferos subterráneos; también puede formarse a partir de filtraciones de aguas pluviales, hielo o nieve. La alcaldía Tlalpan cuenta con dos manantiales ubicados en el Parque

Nacional Cumbres del Ajusco, los cuales se encuentran en pequeñas cuevas de acceso restringido. Asimismo, Tlalpan cuenta con el Parque Nacional Fuentes Brotantes, que alberga una cantidad indeterminada de manantiales formados por corrientes provenientes de las faldas del Ajusco. Al noroeste de la alcaldía existe un cárcamo de agua tratada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PEMEX Picacho en la colonia Fuentes del Pedregal.

Asimismo, los estanques de agua son cuerpos de agua rodeados por tierra y existen dos tipos: naturales y artificiales. Los estanques naturales no son muy grandes ni profundos, se forman principalmente por agua pluvial y suelen ser ricos en vegetación acuática. Los estanques artificiales no tienen entrada ni salida natural; generalmente cuentan con una base de lona u otro material prefabricado que permite la acumulación de agua. En la alcaldía se cuenta con 15 estanques, principalmente de origen natural, los cuales se utilizan como reserva de fauna y para mantener los cuerpos de agua existentes (Mapa 30).

Mapa 30. Infraestructura hidráulica de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN IPDP, 2022

Infraestructura eléctrica

En cuanto a infraestructura eléctrica la alcaldía cuenta con gasolineras, estaciones de la Comisión Federal de Electricidad, subestaciones energéticas y gasoductos. Asimismo, se cuenta con los centros de atención de la CFE donde la población puede acudir físicamente para gestionar trámites y realizar gestiones relacionadas con el servicio de energía eléctrica. En la alcaldía se cuentan con 6 centros de atención (Tabla 26).

Tabla 26. Centros de atención de la Comisión Federal de Electricidad

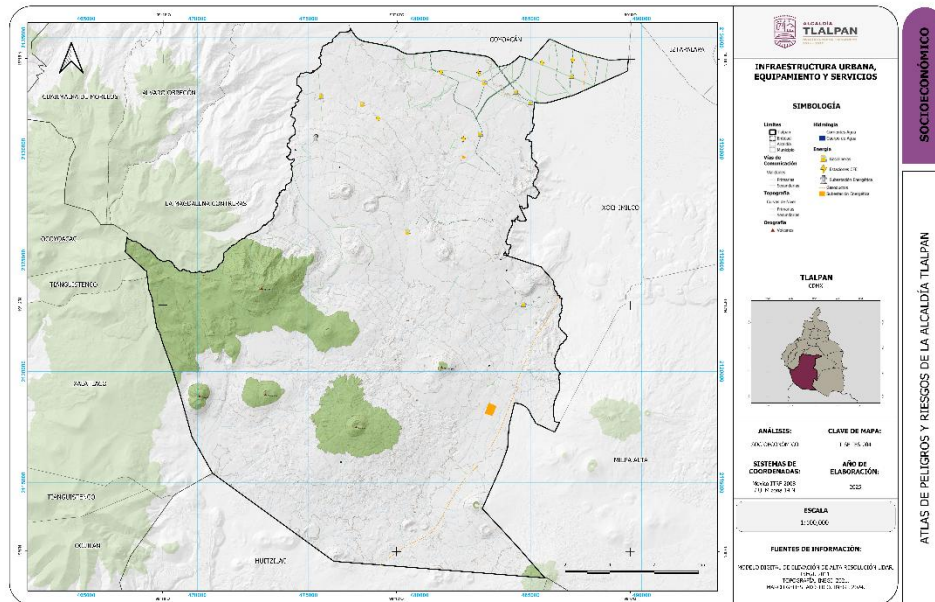
Nombre del centro de atención	Dirección del centro de atención
Puente de Piedra	Calle Puente de piedra, 21, Colonia Toriello Guerra, 14050
Insurgentes	Avenida Insurgentes Sur, 3702
Picacho Ajusco	Carretera Picacho Ajusco, 201, Colonia Miguel Hidalgo 4A Sección, 14250
Miramontes	Avenida Canal de Miramontes, 123, Condominio Real del Sur, 14308

Acoxa	Calzada Acoxa, 444, Colonia Vergel del Sur, 14308
San Pedro Mártir	Carretera Federal México Cuernavaca, 5625, Pueblo San Pedro Mártir, 14650

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CFE, 2025

Las subestaciones eléctricas son puntos que regulan la energía a niveles adecuados de tensión para su transporte, distribución o consumo. En el territorio de la alcaldía se cuenta con tres subestaciones eléctricas, las cuales permiten un abastecimiento seguro de electricidad a sus habitantes.

Mapa 31. Infraestructura energética de la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN IPDP, 2022

En cuanto al alumbrado público se refiere a un servicio que consiste en proveer la iluminación mínima necesaria en los espacios públicos y vialidades, de forma que se garantice la seguridad de peatones y vehículos. En este sentido la iluminación es una medida indispensable de seguridad, que se utiliza tanto para prevenir accidentes como para impedir actos delictivos. En ocasiones, el alumbrado público también es empleado con fines de ornamento; por ejemplo, para resaltar edificios emblemáticos o para adornar plazas y parques durante la noche. De acuerdo con el IPDP, 28 colonias cuentan con la menor cantidad de alumbrado público, entre las que destacan Lomas de Padierna II, La Tortuga Xolalpa, Pedregal de San Nicolás, entre otras (Mapa 31).¹⁴

Comunicaciones y transporte

La movilidad es una actividad que involucra el desplazamiento de personas de un sitio a otro, ya sea a través de sus propios medios de locomoción o utilizando algún tipo de transporte.¹⁵ Ante la creciente urbanización, la necesidad de conectar diversas localidades de la alcaldía, las principales vialidades se han congestionado, provocando una gran saturación vehicular, ocasionando que los tiempos de traslado sean excesivos, por lo que se han desarrollado diversos planes y estrategias para lograr una mejora en el transporte público. La alcaldía Tlalpan cuenta con una red de transporte que incluye carreteras y vialidades, servicio de transporte eléctrico, metrobús, helipuertos, biciestaciones y una Red de Transporte de Pasajeros (RTP).

Como parte de la red carretera Tlalpan cuenta con una carretera de peaje que cruza la alcaldía de noreste a sureste, así como vialidades libres como la carretera libre llamada Picacho–Ajusco, que da servicio a las colonias Padierna y Miguel

¹⁴ (Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra, 2022)

¹⁵ (Gobierno de México, 2018)

Hidalgo, así como a los poblados rurales de Santo Tomás y San Miguel Ajusco. Tlalpan cuenta con una caseta de peaje ubicada en Carretera Federal a Cuernavaca, en la colonia de Los Cipreses. Las casetas de peaje son una implementación del gobierno destinada a cubrir gastos como el mantenimiento de los caminos y la conservación de las vialidades, ante los daños ocasionados por factores ambientales y el tránsito de vehículos. Las ventajas de las casetas de cobro radican en la mejora de la calidad de los caminos, el ahorro de combustible y la reducción del impacto ambiental, al incorporar túneles, puentes y viaductos que disminuyen las distancias entre distintos puntos.

De acuerdo con el Servicio de Transporte Eléctrico de la Ciudad de México, el tren ligero es un método de transporte no contaminante. La Línea 1 de este sistema proporciona servicio a las alcaldías Tlalpan, Coyoacán y Xochimilco y las estaciones que se encuentran en la alcaldía son Huipulco y Xomali. Cabe mencionar que Huipulco es un punto donde convergen varios medios de transporte público, como metro, Metrobús, tren ligero, entre otros, estos puntos son mejor conocidos como Centros de Transferencia Multimodal.

Por otra parte, el Metrobús es un sistema de transporte rápido basado en autobuses de gran capacidad que proporciona movilidad a las personas de la Ciudad de México. La alcaldía Tlalpan cuenta con varias estaciones de este sistema en su territorio, entre ellas: Villa Olímpica, Corregidora, La Joya, El Caminero, Santa Úrsula, Fuentes Brotantes, Ayuntamiento, Muyuguarda y DIF Xochimilco.

En cuanto a otros medios de transporte se encuentran los helipuertos, los cuales son un tipo de infraestructura especializada para el despegue y aterrizaje de helicópteros (Tabla 27). Debe cumplir con normativas aeronáuticas específicas y contar con una estructura fija. Puede ser de carácter público o privado y dispone de servicios de emergencias, control de acceso, comunicaciones y mantenimiento. Tlalpan cuenta con 18 helipuertos, todos de servicio particular:

Tabla 27. Helipuertos de la alcaldía Tlalpan

Nombre	Tipo	Nombre	Tipo
Elektra II	Superficie	Centro Nacional de Rehabilitación	Elevado
UNEFON	Elevado	Hospital Ángeles Acoxpa	Elevado
Médica sur	Terrestre	Bardahl Ajusco	Superficie
Plaza Cuicuilco	Elevado	Xitle	Superficie
Tlalpan	Elevado	Hospital General Ajusco Medio	Elevado
Elektra	Elevado	Hospital Dr. Manuel Gea González	Elevado
Tv Azteca	Elevado	El financiero	Elevado
Azteca Novelas	Elevado	Fuente bella	Elevado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Otro tipo de transporte alternativo corresponde a la bicicleta; en virtud de que el Ferrocarril México–Cuernavaca fue un medio de transporte de pasajeros y carga pesada durante muchos años y posteriormente se encontraba deteriorado y abandonado fue inaugurado como ciclovía, proporcionando una opción no contaminante de transporte a los habitantes de la alcaldía. Esta se encuentra ubicada en Carretera Picacho–Ajusco 4, Paraje 38.

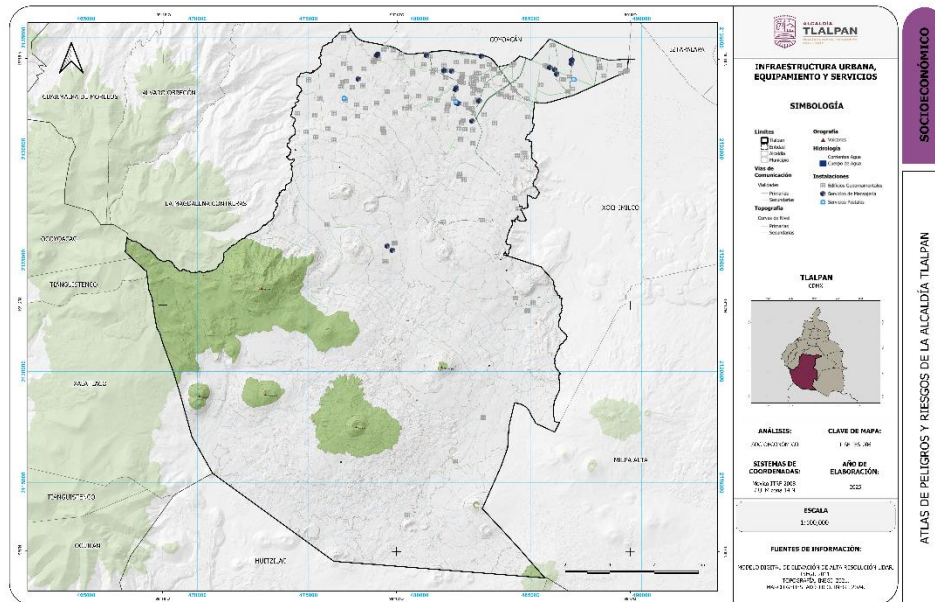
La alcaldía cuenta con servicios de mensajería y paquetería que consisten en envío, traslado y entrega de documentos u artículos de diferentes índoles (Tabla 40).

Tabla 29. Servicios de mensajería y paquetería de Tlalpan

Sector	Colonia	Código postal
Local	Parques del Pedregal	14010
Foránea	Jardines de la Montaña	14210
Foránea	Santa Úrsula Xitla	14220
Foránea	San Miguel Ajusco	14700
Foránea	Barrio San Fernando	14050
Foránea	Pena Pobre	14060
Foránea	Col. Jardines del Ajusco	14200
Foránea	Santa Úrsula Xitla	14420
Foránea	Acoxta	14300
Foránea	Prado Coapa 2a Sección	14357
Foránea	Acoxta	14300
Foránea	Jardines de la Montaña	14240
Foránea	Residencial Acoxta	14300
Foránea	Prado Coapa 1a Sección	14350
Foránea	Santa Úrsula Xitla	14420
Foránea	Tlalcoligía	14630
Foránea	Jardines de la Montaña	14210
Foránea	Cantera Puente de Piedra	14040
Foránea	Tlalpan	14000
Foránea	Tlalpan Centro	14000
Foránea	Villas Prado Coapa	14358
Foránea	La Joya	14090
Foránea	San Miguel Ajusco	14700

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 33. Edificios gubernamentales y otras instalaciones



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2025

Sistemas Reguladores

Son organismos destinados a proteger la estabilidad de la población y su entorno, a través de reglamentos, normas, obras y acciones que permiten la prevención de los fenómenos destructivos y sus efectos, así como también la atención de las situaciones de emergencia y la recuperación inicial.¹⁶

Estaciones de Bomberos y Protección Civil

Son los órganos encargados de coordinar planes, programas, estrategias, mecanismos y recursos para que de manera responsable se puedan intensificar las acciones de previsión, prevención, mitigación, auxilio y recuperación; para poder salvaguardar la vida, el entorno y fortalecer las capacidades de resiliencia de la población y sus bienes.

Lo ideal de este conjunto de órganos que se establecen para atender emergencias, es contar con al menos una unidad en cada municipio para poder atender las diversas situaciones que se encuentran dentro del territorio; además de poder coordinarse con las dependencias de la administración pública necesarias.

Las estaciones de bomberos son extensiones de las centrales que prestan servicio a una zona específica. Se encargan del control operativo y administrativo, además de brindar atención a emergencias en la zona que les corresponde. La alcaldía Tlalpan cuenta con una estación de bomberos, ubicada en Calle Arenal esquina Viaducto Tlalpan, Colonia Arenal Tepepan, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14610, CDMX, con el número de contacto 5555736152.

¹⁶ (Coordinación General de Protección Civil y Gestión Integral de del Riesgo, 2024)

Áreas de Conservación Patrimonial







En la Ciudad de México existen un total de 176 Áreas de Conservación Patrimonial, en casi el 28% de su territorio. Por su parte, SEDUVI (2023) considera 12 áreas de Conservación Patrimonial en la alcaldía Tlalpan, abarcando una superficie de 804.06 hectáreas. Estas zonas son perímetros donde aplican normas y restricciones específicas, con el objetivo de salvaguardar, conservar y mantener la fisonomía, el patrimonio arquitectónico y ambiental, así como la imagen urbana y el funcionamiento de los barrios o calles históricas (Mapa 34). Además, cuenta con un patrimonio biocultural como el Parque Nacional Fuentes Brotantes, el Bosque de Tlalpan, el Parque Nacional Cumbres del Ajusco y el Parque Ecológico de la Ciudad de México; mientras que sus espacios ecológicos urbanos son el Parque Juana de Asbaje y el Parque Ecológico Loreto Peña Pobre.

Las áreas de conservación patrimonial contienen valores históricos, arqueológicos, artísticos o culturales, categorizadas por el INAH e INBA y aquellas que, sin estar formalmente clasificadas, presentan características de unidad formal y propiedades que requieren de atención especial para mantener y potenciar sus valores, de acuerdo con el INAH, Tlalpan cuenta con 89 monumentos históricos, 31 conjuntos arquitectónicos y 9 bienes inmuebles con valor cultural. A continuación, se muestran algunos de los monumentos históricos más representativos de la alcaldía (Tabla 30).¹⁷

Tabla 30. Monumentos históricos de Conservación Patrimonial

MONUMENTOS HISTORICOS		
Nombre	Descripción	Imagen
Capilla del Calvario	Fue fundada en el siglo XVI, su fachada data del S. XVII, desde este mismo siglo se realizaban grandes festividades y romerías las cuales se realizaban a sus alrededores. Durante 1860- 70 estuvo abandonada al igual que en la época revolucionaria.	
Templo de la Purísima Concepción	Inmueble religioso del siglo XVII, en 1965 se llevó a cabo una restauración en la que se conservó el muro testero, se reconstruyeron los contrafuertes y se limpió la fachada principal.	
Ex Hacienda Peña Pobre	Del siglo XVI. El primer Virrey de la Nueva España, Antonio de Mendoza, hizo merced a Bernardino del Castillo, conquistador y antiguo criado de Hernán Cortés, para asentarse en tierras de los Canales y Topilejo.	

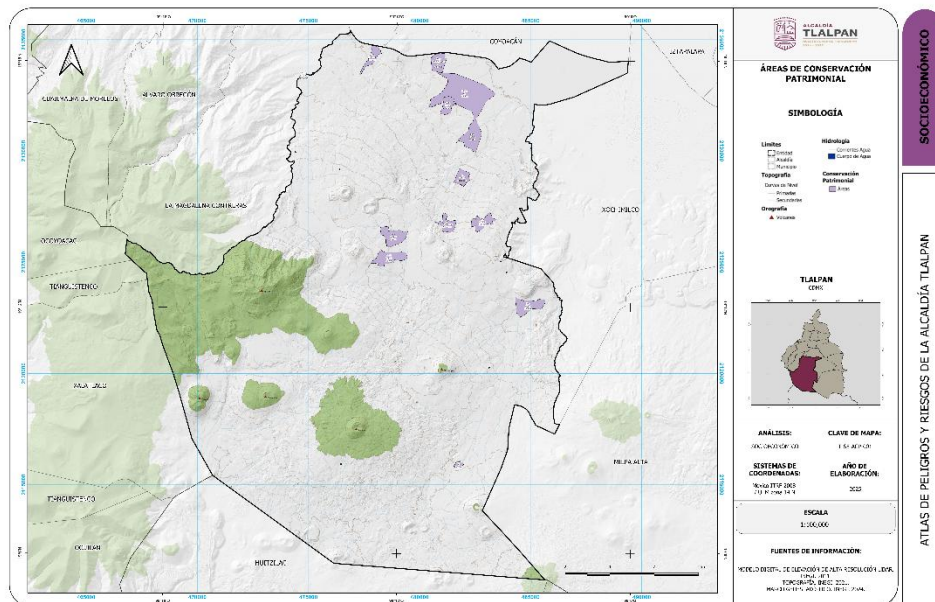
¹⁷ (INAH, 2024)

<p>Capilla de la Magdalena</p>	<p>Inmueble religioso del S. XVII. En 1965 se llevaron a cabo obras de mantenimiento y un año después se agregó una torre. Conserva lápidas labradas en piedra de principios del S. XX.</p>	
<p>Casa de la Cultura Frissac</p>	<p>Del siglo XIX, construida por el hacendado Jesús Pliego Frissac. Después de ser propiedad del expresidente Adolfo López Mateos, fue Escuela Lancaster del Proyecto Bicultural Británico-Mexicano. Actualmente funciona como Casa de Cultura.</p>	
<p>Museo de Historia de Tlalpan</p>	<p>Del S. XIX, entre sus propietarios se encuentra el novelista Heriberto Frías. En 1986 se declaró zona de monumento histórico. En uno de sus patios se encuentra un aparato telefónico el cual es similar al de 1878.</p>	
<p>Dirección de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia.</p>	<p>Del S. XVIII, se concluyó que el edificio en su mayoría este compuesto de sistemas constructivos propios de los siglos XIX.</p>	
<p>Kiosco de la Plaza del Centro de Tlalpan</p>	<p>Fue construido en 1872. En 1918 el inspector local Luis G. Martínez cita el kiosco en informe de inventario de los bienes muebles e inmuebles de propiedad nacional.</p>	
<p>Antigua Casa de Moneda</p>	<p>Inmueble del S. XVI, EN 1590 funciono como hospicio de misioneros dieguinos. Entre 1822 fue Palacio de Gobierno del Estado de México, posteriormente fue Casa de Moneda, creado por Decreto del Congreso de Estado de México, hasta julio de 1830.</p>	

<p>Palacio Municipal de Tlalpan</p>	<p>Se diseñó en 1898 por el arquitecto Rivas Mercado, fue inaugurado el 28 de diciembre de 1902, fue una de las construcciones más activas y reconocidas de Tlalpan.</p>	
--	--	---

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INAH, 2025

Mapa 34. Áreas de Conservación Patrimonial



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SEDUVI, 2023

Reserva Territorial

Las reservas territoriales se rigen por la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en México con la finalidad de ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos del país. Esta Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2016 establece como reservas “las áreas de un centro de población que serán utilizadas para su crecimiento” de manera que exista una zonificación y planificación en la constitución de las reservas territoriales, así como su dotación de servicios, equipamiento, infraestructura, etcétera. La importancia de considerar las reservas territoriales en los análisis de riesgos radica en prevenir y reducir los riesgos de desastres y regular los proyectos u obras considerando los niveles de riesgo de las zonas donde se ubiquen.

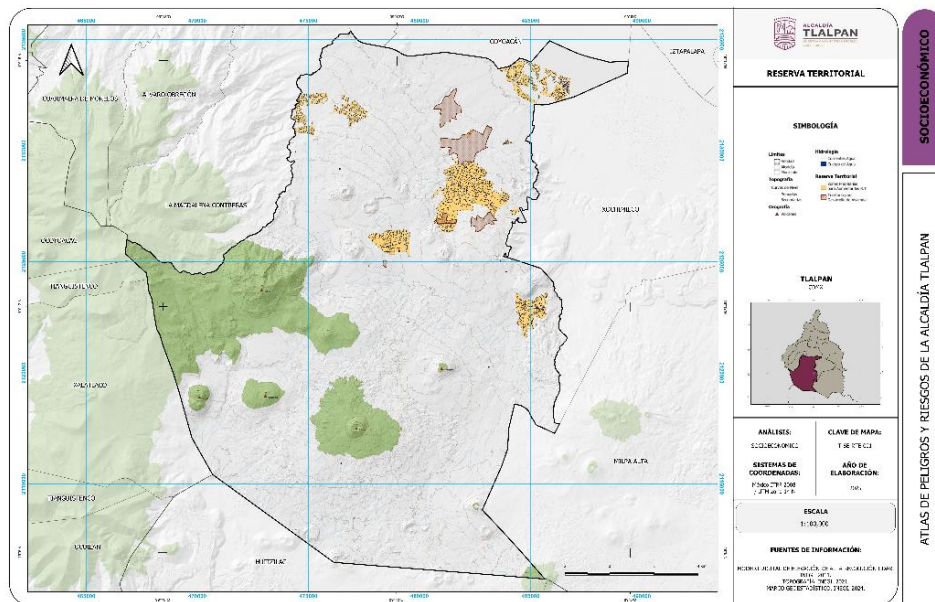
Los tres niveles de gobierno establecerán políticas integrales de suelo urbano y reservas territoriales mediante adquisiciones y oferta de tierra para el desarrollo urbano y la vivienda. Estas medidas a su vez tienen el objetivo de reducir el establecimiento de viviendas irregulares, así como prevenir y/o reducir los riesgos de desastres, protegiendo el patrimonio de las personas al evitar la ocupación de predios en zonas de alto riesgo.

En este sentido, el Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México es un instrumento de planificación territorial a largo plazo, el cual busca garantizar el uso racional y sostenible del territorio, reducir las

desigualdades sociales y distribuir de manera equitativa el desarrollo urbano-rural protegiendo el suelo de conservación y el medio ambiente. Debido a que las reservas territoriales de la ciudad no eran suficientes para resolver las necesidades de vivienda adecuada, infraestructura y regulación del suelo se estableció una zonificación que contempla las zonas prioritarias para preservar y restaurar el suelo de conservación, así como las zonas prioritarias para aumentar las reservas territoriales. Estas últimas contemplan los lotes subutilizados que permiten producir vivienda adecuada, infraestructura, equipamiento y espacios públicos sin ser utilizadas con fines de lucro (PGOT, 2020). Para aumentar las reservas territoriales existen cinco líneas de actuación como la creación de una “Bolsa de suelo”, la regeneración y rehabilitación de zonas específicas de la ciudad, la reutilización de predios propiedad del gobierno de la Ciudad de México, la consulta pública para la aprobación de proyectos, así como establecer la seguridad jurídica para poseer los predios de suelo urbano.

En la alcaldía Tlalpan estas zonas prioritarias para aumentar las reservas territoriales se encuentran en el noreste de la zona urbana, al poniente, así como en el centro y sureste. Asimismo, parte del programa de ordenamiento territorial contempla las áreas montañosas al sur de la alcaldía como zonas de conservación, zonas de conservación-restauración y áreas comunitarias de conservación ecológica como se puede ver en la figura (Mapa 35).

Mapa 35. Reservas territoriales de Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SEDUVI, 2023

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES

Los fenómenos perturbadores son acontecimientos de la naturaleza o producidos por los humanos, que pueden impactar y transformar el estado normal de un sistema como la población, su infraestructura y su entorno, de manera que pueden ocasionar daños en aquellos que son más vulnerables, cuando esto supera la capacidad de recuperación de un sistema o entidad, se genera un desastre.

Con base a la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México¹⁸, el riesgo de desastre es la probabilidad de que el impacto de un Fenómeno Perturbador sobre un Sistema Expuesto rebase la capacidad de respuesta de este, sin embargo; es necesario considerar que, son las relaciones sociales de producción las que van definiendo y moldeando el territorio y condiciones vulnerables, las que van construyendo socialmente el riesgo de desastre. Por lo que hay que estudiar cada uno de los factores que interviene para poder llevar a cabo un análisis integral: el peligro del fenómeno, la exposición, la vulnerabilidad física, social y la capacidad de respuesta.

$$R = \frac{P \times E \times V}{R}$$

R.- Riesgo

P.- Peligro

E.- Exposición

V.- Vulnerabilidad del sistema expuesto

R.- Capacidad de respuesta

La **Exposición** se refiere al sistema constituido por personas, comunidades, bienes, infraestructura y medio ambiente sobre los que puede materializarse los Riesgos de Desastres debido a la presencia de Fenómenos Perturbadores. Los diferentes sistemas expuestos, así como las características sociales y **vulnerabilidad social** que se pueden encontrar en la alcaldía Tlalpan, se han descrito en los capítulos anteriores, en este capítulo se aborda el estudio de los peligros a los diferentes fenómenos que puedan impactar al territorio y su población.

Asimismo, el CENAPRED refiere que es necesario evaluar la **vulnerabilidad física** de los bienes expuestos, los cuales en su mayoría son construcciones, por medio de funciones de vulnerabilidad, relacionando las consecuencias probables de un fenómeno sobre una construcción, obra de ingeniería o el conjunto de bienes expuestos con la intensidad del fenómeno que podría generarlas.

El **Peligro** es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino con cierta intensidad, frecuencia que se presenta en un sitio determinado. En este capítulo se abordará el comportamiento de distintos fenómenos que inciden en la alcaldía, así como estudios específicos del peligro por inestabilidad de laderas, así como por inundación.

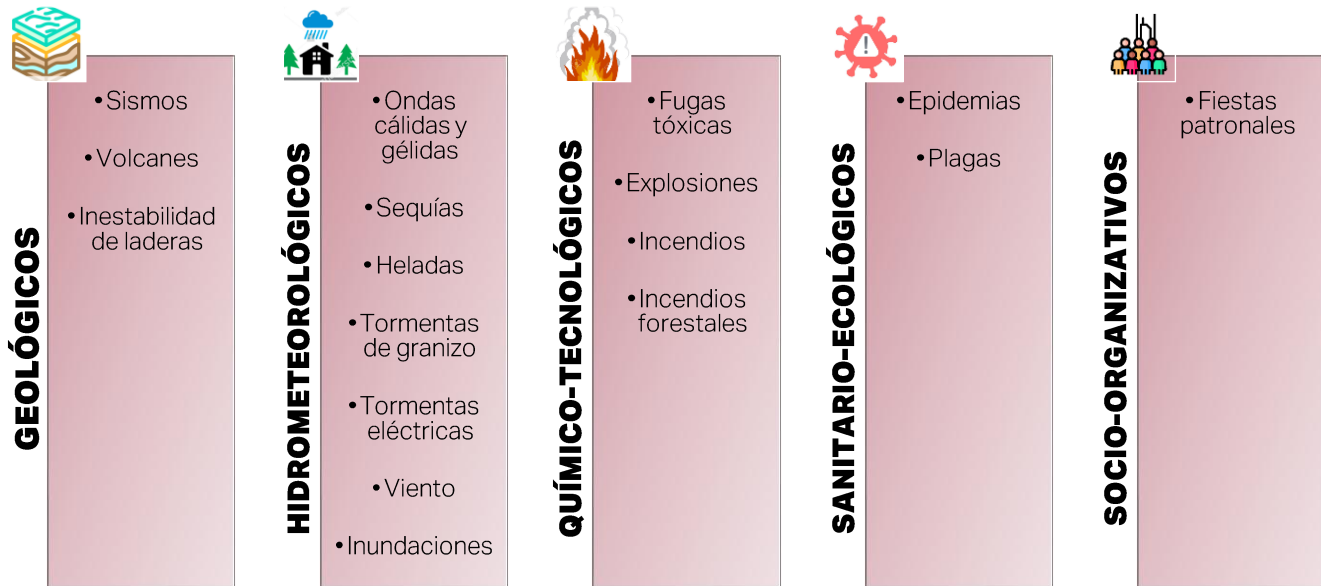
Los **fenómenos** se clasifican por su origen natural o antrópico y pueden ser de tipo geológico, hidrometeorológico, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos como define la LGPC.

Los fenómenos geológicos son originados por las acciones y movimientos de la corteza terrestre, como parte de esta categoría se encuentran las erupciones volcánicas, sismos, inestabilidad de laderas, entre otros. Los fenómenos hidrometeorológicos se generan a partir de agentes atmosféricos como huracanes, inundaciones, tormentas (de nieve, granizo y eléctricas), heladas, sequías y ondas cálidas y gélidas. Los fenómenos químicos son derivados de la acción violenta de sustancias derivadas de la acción molecular nuclear tales como incendios, explosiones, fugas tóxicas y

¹⁸ Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 05 de junio de 2019.

radiaciones. Los fenómenos sanitario-ecológicos generados por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, ganado y cosechas provocando la alteración de su salud o incluso la muerte. Finalmente, los socio-organizativos son fenómenos generados por errores humanos o acciones premeditadas en el marco de grandes concentraciones de personas o movimientos masivos de población.

En este sentido, los fenómenos analizados en el contexto de la alcaldía Tlalpan son:



Fenómenos Geológicos

Peligro Sísmico

Aspectos generales

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables.

Los sismos ocurren porque la tierra está cubierta por una capa rocosa conocida como litosfera, con espesor hasta de 100 km, la cual está fragmentada en grandes porciones llamadas placas tectónicas. La movilidad de éstas ocasiona que, en los bordes, donde las placas hacen contacto, se generen esfuerzos de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto a la otra. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de las rocas, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada.

Los sismos dependiendo de su origen, se pueden clasificar por: interplaca o intraplaca. Los primeros tienen origen en la convergencia de dos placas tectónicas. Este es el tipo de sismo más común y es el que genera la mayor cantidad de movimientos telúricos en todo el mundo, así mismo su magnitud suele ser considerable. Por ejemplo:

- Terremoto del 19 de septiembre de 1985, magnitud 8.1, con epicentro en Lázaro Cárdenas, Michoacán.
- Terremoto del 7 de septiembre de 2019, magnitud 8.2, con epicentro en Pijijiapan, Chiapas.

Por su parte, los sismos intraplaca no ocurren cuando las placas tectónicas se unen, ocurre lejos de esta unión, pueden suceder en cualquier espacio que contenga una falla geológica. Por lo general son de menor magnitud y son menos comunes en comparación a los sismos interplaca, sin embargo, suelen ser muy destructivos porque ocurren en lugares donde no es muy habitual que tiemble. Por ejemplo:

- Terremoto del 19 de septiembre de 2017, magnitud 7.1 con epicentro en Chiautla de Tapia, Puebla.
- Terremoto del 19 de noviembre de 1912, magnitud 6.9 con epicentro en Acambay, Estado de México.

Figura 2. Sismos interplaca e intraplaca

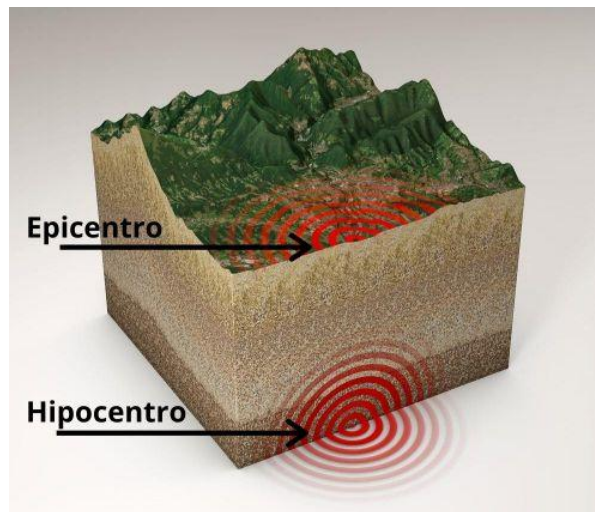


FUENTE: AGENCIA INFORMATIVA CONACYT, 2017

México se ubica en una región altamente sísmica mundialmente llamada "el Cinturón de Fuego del Pacífico". En esta región ocurren sismos de gran magnitud y con mayor frecuencia a diferencia de otras partes del mundo, ya que se sitúan cuatro placas tectónicas: Cocos, Rivera, Norteamericana y del Pacífico.

Otros de los conceptos básicos a considerar son los hipocentros y epicentros. El punto donde se efectúa el sismo se llama hipocentro o foco sísmico, usualmente son muy profundos y es donde se libera la energía acumulada. En este espacio se genera el rompimiento de la falla que da origen a las ondas sísmicas. El epicentro es el lugar donde se reflejan las ondas sísmicas en la superficie y está encima del hipocentro. En este punto se presenta la mayor intensidad del movimiento, dependiendo de las características de la falla (Figura 3).

Figura 3. Epicentro e hipocentro



FUENTE: SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

La energía liberada por un sismo se propaga a través de ondas elásticas conocidas como ondas sísmicas y se clasifican en ondas P, S y superficiales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31. Tipos de ondas sísmicas y sus características

Ondas de compresión o primarias (P)	Ondas transversales o secundarias (S)	Ondas superficiales
Son muy rápidas, se transmiten en todo tipo de materiales sólidos, líquidos y viscosos.	No son tan veloces pero su impacto es muy fuerte y se transmiten solo en material sólido.	Las ondas superficiales se dividen en dos: Ondas Rayleigh (R): Son ondas de forma elíptica, que al estar en la superficie son muy amplias. Ondas Love (L): Son ondas superficiales parecidas a las ondas S, pero su fuerza es menor a más profundidad.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA COORDINACIÓN DE UNIVERSIDAD ABIERTA, INNOVACIÓN EDUCATIVA Y EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UNAM, S.F.

La principal causa por la que se originan los sismos es por la interacción de las placas tectónicas, no obstante, cualquier proceso que pueda lograr grandes concentraciones de energía en las rocas puede generar sismos cuyo tamaño dependerá, entre otros factores, de qué tan grande sea la zona de concentración del esfuerzo. Las causas más generales se pueden enumerar según su orden de importancia en:

- Tectónica: son los sismos que se originan por el desplazamiento de las placas tectónicas que conforman la corteza, afectan grandes extensiones y es la causa que más genera sismos.
- Volcánica: es poco frecuente; cuando la erupción es violenta genera grandes sacudidas que afectan sobre todo a los lugares cercanos, pero a pesar de ello su campo de acción es reducido en comparación con los de origen tectónico.
- Hundimiento: cuando al interior de la corteza se ha producido la acción erosiva de las aguas subterráneas, va dejando un vacío, el cual termina por ceder ante el peso de la parte superior. Es esta caída que genera vibraciones conocidas como sismos. Su ocurrencia es poco frecuente y de poca extensión.
- Deslizamientos: el propio peso de las montañas es una fuerza enorme que tiende a aplanarlas y que puede producir sismos al ocasionar deslizamientos a lo largo de fallas, pero generalmente no son de gran magnitud.
- Explosiones atómicas: realizadas por el ser humano y que al parecer tienen una relación con los movimientos sísmicos.¹⁹

Antecedentes

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano el territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas:

La zona A. Zona de baja sismicidad. Es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La zona B. Zona de sismicidad media. Es una zona de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración del suelo.

La zona C. Zona de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque sus aceleraciones tampoco presentan aceleraciones mayores al 70%.

¹⁹ (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

La zona D. Zona de muy alta intensidad. En esta zona es donde se han originado los grandes sismos históricos, donde la ocurrencia es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración del suelo.²⁰

En este sentido, la *Ciudad de México se encuentra en la zona B de sismicidad media*, sin embargo, debido a las condiciones de su subsuelo, se reclasifica en tres zonas:

- **Zona I (firme o de lomas).** Se localiza en las partes más altas de la cuenca del Valle de México y generalmente está formada por suelos de alta resistencia o compresibles. Esta se ubica en su mayoría en el poniente de la Ciudad de México.
- **Zona II (transición).** Presenta características intermedias entre la Zonas I y III. Se encuentra al margen de la ex zona lacustre.
- **Zona III (lago).** Ubicada en las zonas donde se encontraban los lagos de Texcoco y Xochimilco, donde el tipo de suelo se caracteriza por ser blando y compresible originado por depósitos lacustres que amplifican las ondas sísmicas y ocupa una gran porción territorial de la Ciudad de México.

En la Tabla 32 se muestra el registro de sismos que han derivado en afectaciones en la Ciudad de México desde 1912 a la fecha.

Tabla 32. Registro de sismos con afectaciones en la Ciudad de México

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
19/11/1912	07:55:07	6.9	19.93	-99.83	33	15 km al NORESTE de ATLACOMULCO, MEX
19/09/2017	13:14:39	7.1	18.3297	-98.6712	51.2	8 km al NOROESTE de CHIAUTLA DE TAPIA, PUE
18/04/1902	20:23:00	7.5	14.9	-91.5	25	72 km al ESTE de CACAHOATAN, CHIS
26/03/1908	17:03:30	7.5	16.7	-99.2	33	23 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
16/12/1911	13:14:18	7.5	16.9	-100.7	50	36 km al SUR de TECPAN, GRO
21/03/1928	22:17:30	7.5	15.67	-96.1	33	12 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
08/10/1928	21:01:08	7.5	16.3	-97.3	33	35 km al NORESTE de RIO GRANDE, OAX
04/02/1976	03:01:46	7.5	15.262	-89.198	13	319 km al ESTE de FRONTERA COMALAPA, CHIS
20/03/2012	12:02:48	7.5	16.264	-98.457	18	46 km al SUR de OMETEPEC, GRO
13/01/1903	19:47:36	7.6	15	-93	33	50 km al SUR de MAPASTEPEC, CHIS
15/04/1907	00:08:06	7.6	16.7	-99.2	33	23 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
07/06/1911	05:02:42	7.6	17.5	-102.5	33	59 km al SUROESTE de CD LAZARO CARDENAS, MICH
16/06/1928	21:19:28	7.6	16.33	-96.7	33	11 km al OESTE de MIAHUATLAN, OAX
15/04/1941	13:09:51	7.6	18.85	-102.94	33	25 km al NORESTE de COALCOMAN, MICH
30/01/1973	15:01:12	7.6	18.412	-103.019	24	43 km al SURESTE de COALCOMAN, MICH
29/11/1978	13:52:50	7.6	16.013	-96.586	23	32 km al NOROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
20/09/1985	19:37:14	7.6	17.828	-101.681	17	25 km al NOROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
21/01/2003	20:06:34	7.6	18.6	-104.22	9	46 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL
23/09/1902	14:18:00	7.7	16.5	-92.5	25	5 km al SUROESTE de TEOPISCA, CHIS
19/09/2022	13:05:09	7.7	18.2377	-103.269	12.1	61 km al SUR de COALCOMAN, MICH
14/01/1931	19:50:40	7.8	16.34	-96.87	40	30 km al OESTE de MIAHUATLAN, OAX
18/06/1932	04:12:10	7.8	19.5	-103.5	33	14 km al SUROESTE de TUXPAN, JAL
28/07/1957	02:40:10	7.8	17.11	-99.1	33	47 km al NORESTE de SAN MARCOS, GRO
06/08/1942	17:36:59	7.9	14.8	-91.3	50	93 km al ESTE de CD HIDALGO, CHIS

²⁰(Coordinación Estatal de Protección Civil y Gestión de Riesgos de Oaxaca, 2019)

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
09/10/1995	09:35:54	8	18.993	-104.245	25	10 km al SURESTE de MANZANILLO, COL
19/09/1985	07:17:49	8.1	18.419	-102.468	15	45 km al NOROESTE de LA MIRA, MICH
03/06/1932	04:36:52	8.2	19.57	-104.42	33	4 km al SURESTE de CASIMIRO CASTILLO, JAL
07/09/2017	23:49:17	8.2	14.761	-94.103	45.9	140 km al SUROESTE de PIJIJAPAN, CHIS

Fuente: Elaboración propia con base en el Servicio Sismológico Nacional.

La alcaldía **Tlalpan** se ubica dentro de las tres zonas sísmicas mencionadas anteriormente, sin embargo, la mayor parte de su territorio se ubica en la Zona I, mientras que la zona de mayor sismicidad se encuentra en los límites con la alcaldía Coyoacán y Xochimilco, específicamente en las colonias: Granjas Coapa, Residencial Hacienda Coapa, Villa Lázaro Cárdenas y San Lorenzo Huipulco por mencionar algunas. El sismo del 19 de septiembre de 2017 generó afectaciones estructurales en dicha zona entre los que resaltan los siguientes:

Tabla 33. Principales afectaciones en la zona sísmica de la alcaldía Tlalpan durante el sismo del 19 de septiembre de 2017

Lugar / Zona	Descripción de afectaciones
Galerías Coapa (centro comercial)	El sismo provocó daños severos en la estructura del centro comercial, con partes afectadas que requirieron cierre y reparaciones importantes.
Mercado en Calzada de Miramontes	Se reportaron graves afectaciones en la fachada del mercado tras el sismo, con peligros estructurales y calles afectadas.
Colegio Enrique Rébsamen (Nueva Oriental Coapa)	Edificio escolar colapsado con víctimas mortales
Viviendas y casas (Granjas Coapa / Villa Cuemanco)	Daños leves o preocupación por fracturas, grietas y vulnerabilidad al temblor, impulsando venta de casas por temor a futuros sismos.
Afectaciones comerciales menores en Coapa	En el conteo de establecimientos con daños por el sismo, Coapa aparece con varios establecimientos afectados asociados a la zona comercial y urbana.
Infraestructura urbana (calles y servicios)	Baches, grietas en pavimento y algunos cortes temporales de servicios básicos en zonas alrededor del centro de Tlalpan.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Inestabilidad de laderas

Aspectos generales

Una ladera es una porción de la superficie del terreno que se encuentra inclinada. Estas son creadas por los procesos geológico y climáticos de la zona que afectan a la superficie terrestre y determinan la forma de una ladera, la cual, a lo largo del tiempo va modificándose de manera natural para adaptarse a nuevas condiciones geológicas y/o climáticas.

Por lo general, las laderas adoptan pendientes naturales cercanas al equilibrio; ante el cambio de condiciones, su forma se modifica buscando un nuevo equilibrio. Por lo que se puede entender por inestabilidad de laderas, al reajuste del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones.²¹

²¹ (González de Vallejo, 2004)

Algunos de los factores que pueden desencadenar esta inestabilidad y generar un movimiento o deslizamiento en las laderas son: el material terreo de la zona, que puede estar conformado por material poco resistente, la presencia de sistemas de debilidad como son fracturas, fallas, estratos, flujos de agua subterránea, cambios de resistencia del suelo, entre otros; y la exposición de factores externos como lo es la topografía de la zona, erosión, lluvias excesivas y temblores.

Los problemas de inestabilidad de laderas se encuentran entre los peligros más destructivos, debido al movimiento de grandes extensiones, lo cual representa una de las mayores amenazas para la población, sus bienes y entorno, por lo que es importante entender los procesos que lo forman y su clasificación.

La inestabilidad de laderas es la pérdida del equilibrio de un talud natural o artificial, provocando movimiento de suelo o roca en forma de:

- Deslizamientos
- Flujos
- Caídos

Ocurre cuando las fuerzas que desplazan el material superan las que lo mantienen estable, y representa un alto riesgo para caminos, carreteras y asentamientos humanos.

Para entender la inestabilidad de laderas, es fundamental conocer las partes que conforman un talud. La Tabla 34 permite visualizar de manera clara los distintos elementos físicos de la ladera, su ubicación y función dentro del sistema, desde la zona superior hasta la base, lo que facilita la identificación de áreas críticas y el análisis de los procesos de movimiento de tierra.

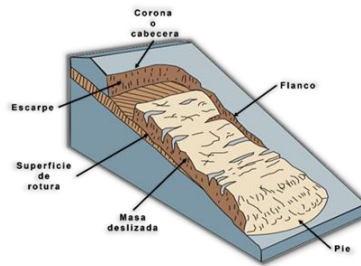
Tabla 34. Partes de una ladera.

Elemento	Descripción
Corona	Zona superior donde suele iniciarse la ruptura o aparecen grietas.
Escarpe	Superficie abrupta que delimita la masa en movimiento.
Superficie del Talud	Pendiente natural o inducida donde se desarrolla el movimiento.
Cuerpo/Masa Deslizada	Material que se desplaza (suelo, roca o mezcla).
Flanco	Zona lateral del cuerpo visto de frente.
Pie/Base del Talud	Parte inferior que puede erosionarse, favoreciendo inestabilidad.

Fuente: Elaboración propia con base en el CENAPRED

En resumen, la corona marca la parte superior donde suelen aparecer grietas y rupturas iniciales, mientras que el escarpe delimita la masa que se desplaza. La superficie del talud representa la pendiente sobre la cual se desarrolla el movimiento, y el cuerpo o masa deslizada es el material que efectivamente se desplaza. Los flancos corresponden a los laterales del talud y, finalmente, el pie o base constituye la zona inferior que puede erosionarse y contribuir a la inestabilidad. Conocer estos elementos permite un análisis más preciso de los riesgos asociados a la inestabilidad de laderas (Figura 4).

Figura 4. Esquema deslizamiento

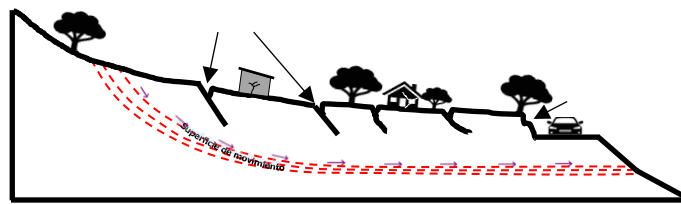


FUENTE: MODIFICADO DE USGS

La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de laderas existentes. De tal modo que se agrupan las siguientes categorías:

- A) **Deslizamientos:** Son movimientos de suelo o detritos pendiente abajo, delimitado por varias superficies de falla por las que desliza el material inestable (Figura 5). Este movimiento de material puede ser en uno solo o de manera progresiva, las velocidades que puede alcanzar el material son variables, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes.

Figura 5. Esquema de los elementos de un deslizamiento.



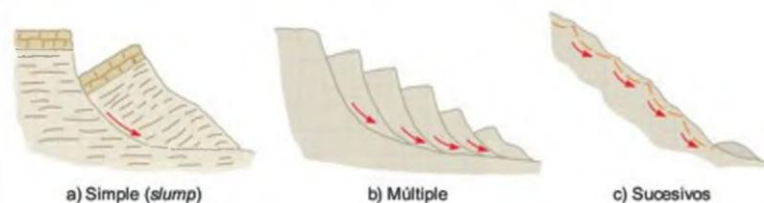
FUENTE: MODIFICADO DE DESLIZAMIENTOS. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE SUÁREZ

Por la configuración de movimiento que presentan los deslizamientos se categorizan en (Figura 7):

Rotacionales: Deslizamiento en los que la superficie principal de falla es cóncava, es decir la superficie de deslizamiento simula la forma de una cuchara o concha, generando un movimiento rotacional del material inestable del terreno. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también pueden llegar a presentarse sobre formaciones de rocas blandas.

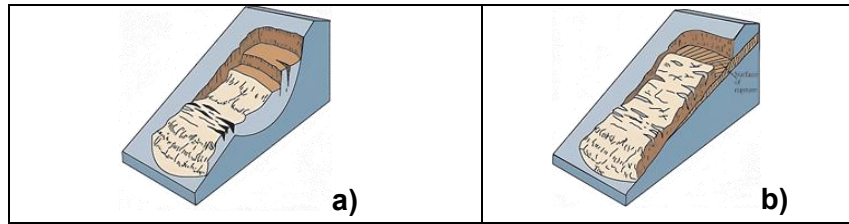
Una vez iniciada la inestabilidad, el material empieza a rotar, pudiendo dividirse en varios bloques que deslizan entre sí y dan lugar a escalones sobre la superficie y/o grietas (Figura 6).

Figura 6. Deslizamientos rotacionales



Traslacionales: Deslizamientos en los que la masa de suelo y/o fragmentos de rocas se mueven sobre una superficie de falla; en ocasiones, esta superficie está compuesta por una capa de material arcilloso entre capas de mayor resistencia, suelen ser muy extensas y alcanzar grandes distancias. El material que es desplazado suele ser bloques rectangulares previamente separados por discontinuidades o grietas.

Figura 7. Deslizamientos: A) Rotacional; B) Traslacional



FUENTE: USGS

B) **Flujos.** Son movimientos de granulometría variable con abundante presencia de agua, el material presente se encuentra desintegrado y se comporta como un fluido, sufriendo deformaciones continuas. Este tipo de deslizamiento es el más mortífero, ya que alcanza velocidades muy grandes, ya que sigue su desplazamiento es continuo hasta llegar a un cambio de pendiente; la superficie de rotura no está bien definida y la distribución del material se presenta en forma de abanico, inundando todo a su paso (Figura 8).

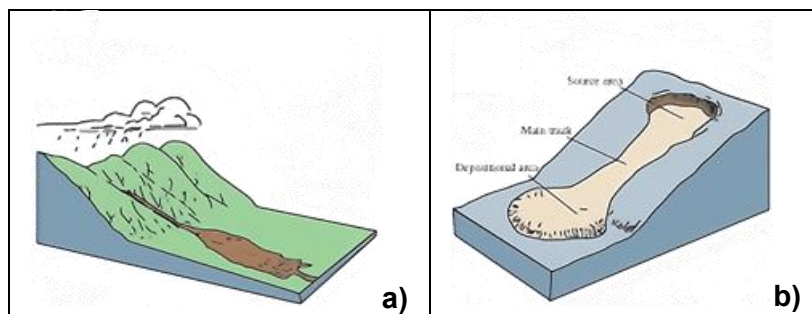
El agua es el principal factor desencadenante por la pérdida de resistencia que da lugar en materiales poco cohesivos (Tabla 35). Entre los más importantes se pueden distinguir los siguientes:

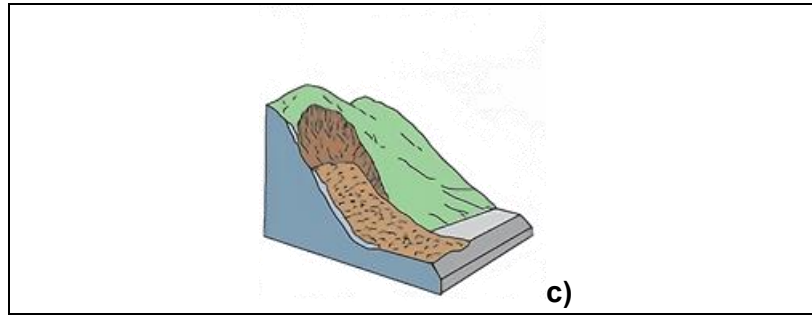
Tabla 35. Tipos de flujo.

Tipo de flujo	Características principales
Flujos de lodo (Imagen 4 A)	Rápido; $\geq 50\%$ de arena, limo y algo de arcilla
Flujos de tierra o suelo (Imagen 4 B)	Rápido; $\geq 50\%$ de grava, arena y limo
Avalanchas de detritos (Imagen 4 C)	Mezcla de suelo, fragmentos de roca, vegetación, agua; muy fluido
Lahar	Flujos en laderas volcánicas; causados por lluvias intensas o deshielos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL CENAPRED

Figura 8. Flujos: A) de lodo; B) de Tierra; C) Avalancha de detritos



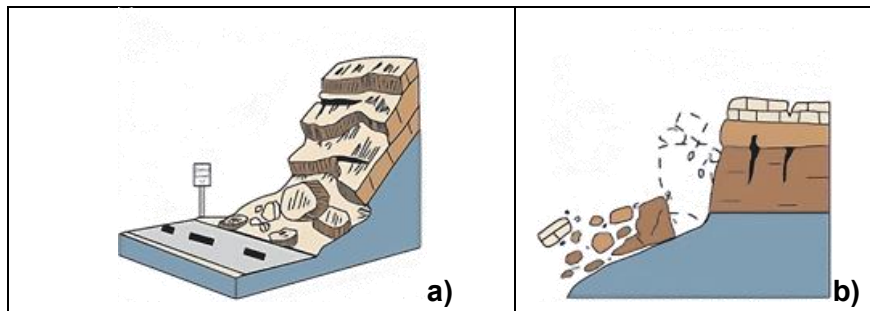


FUENTE: USGS

C) Desprendimiento y caída libre desde zonas elevadas:

- Caídas de roca: Movimiento brusco desde pendientes muy empinadas
- Vuelcos/volteos: Bloques que giran; ocurren por grietas o discontinuidades verticales (Figura 9)

Figura 9. a) Caído de roca; b) Vuelco o volteos

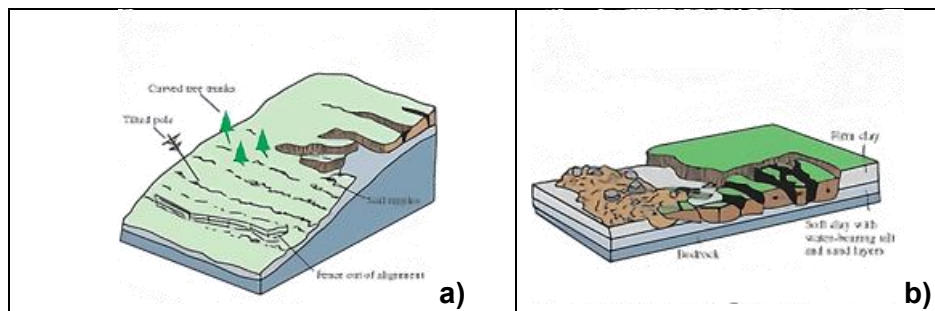


FUENTE: USGS

Otros movimientos conocidos son:

- **Reptación:** Movimiento lento lateral sobre material blando
- **Basculamiento:** Rotación de masa alrededor de su centro de gravedad
- **Desplazamientos laterales:** Movimiento casi horizontal, frecuente en suelos arenosos/limosos durante sismos (Figura 10)

Figura 10. a) Reptación; b) Desplazamiento lateral (Soliflucción)



FUENTE: USGS

Para comprender mejor los distintos tipos de movimientos que ocurren en las laderas, se puede organizar la información en una tabla comparativa (Tabla 36) que destaque sus características principales, la velocidad típica del desplazamiento, los materiales involucrados y ejemplos representativos. Esto permite visualizar de manera clara las diferencias y similitudes entre los tres grandes mecanismos de inestabilidad.

Tabla 36. Tabla comparativa entre los distintos mecanismos en los movimientos de laderas

Mecanismo	Características principales	Velocidad típica	Material involucrado	Ejemplos / Tipos comunes
Deslizamientos	Movimiento de masa pendiente abajo sobre una o varias superficies de falla	Lento a moderado	Suelo, roca, mezcla	Rotacionales (circular), Traslacionales (plana)
Flujos	Material saturado de agua que se comporta casi como líquido	Lento a muy rápido	Suelo, agua, fragmentos de roca, detritos	Flujos de lodo, flujos de tierra, avalanchas de detritos, lahar
Caídos	Desprendimiento y caída libre de bloques o fragmentos desde zonas elevadas	Muy rápido	Bloques de roca, fragmentos sueltos	Caídos de roca, vuelcos/volteos

FUENTE: USGS

La inestabilidad de laderas no solo depende de los elementos físicos del talud, sino también de las condiciones que lo hacen vulnerable y de los eventos que pueden activar su movimiento. La Tabla 37 permite diferenciar claramente entre los factores condicionantes, que aumentan la vulnerabilidad del terreno, y los factores detonantes, que pueden provocar o acelerar el deslizamiento (Figura 11), facilitando así la identificación de riesgos y la planificación de medidas preventivas.

Tabla 37. Factores de inestabilidad.

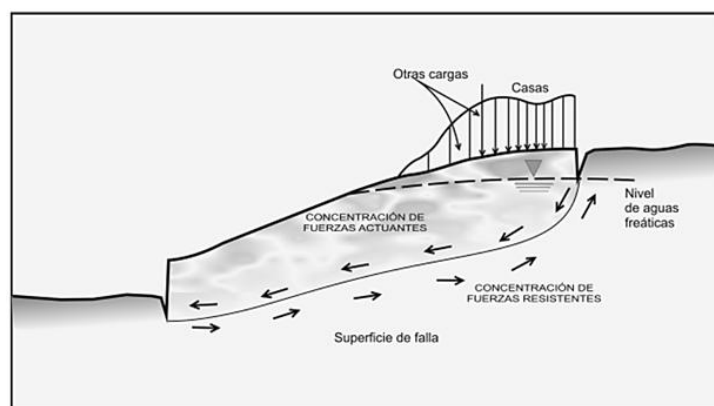
Factores condicionantes	Factores detonantes
Pendiente pronunciada	Lluvias intensas e infiltración
Tipo de suelo o roca	Sismos
Fracturamientos o debilidad geológica	Vibraciones por tránsito
Humedad y permeabilidad	Excavaciones y cortes carreteros
Altura del talud	Modificación del drenaje

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL CENAPRED.

Reconocer y diferenciar estos factores es esencial para la prevención de desastres y la protección de la infraestructura y las comunidades además de que forman parte de las herramientas de evaluación de laderas críticas. Entre las principales causas de inestabilidad de laderas se encuentran (Figura 11):

- La apertura de caminos y carreteras con cortes mal diseñados
- Falta de drenaje e infiltración de agua

Figura 11. Esquema de factores de inestabilidad



FUENTE: CENAPRED.

Antecedentes

La inestabilidad de laderas es uno de los principales fenómenos perturbadores geológicos de la alcaldía Tlalpan después de los hundimientos, no obstante, como se mencionó en párrafos anteriores son resultado de una mala planeación territorial sin considerar la topografía e hidrografía de las zonas donde se establecen los asentamientos humanos o la infraestructura. De acuerdo a los registros de incidentes de la Unidad de Gestión Integral de Riesgos de la alcaldía de 2018 a 2025 se han presentado 19 incidentes relacionados con inestabilidad de laderas. En la siguiente tabla se muestran los principales eventos relacionados con inestabilidad de laderas en la alcaldía (Tabla 38):

Tabla 38. Principales afectaciones por inestabilidad de laderas en la Alcaldía Tlalpan

Fecha	Zona	Descripción de afectación
09-sep-25	Santo Tomás Ajusco	Deslave en la calle de Cedros que alcanzó una vivienda por lluvias recientes.
13-ago-25	Topilejo / San Miguel Ajusco	Se registró un deslizamiento de tierra en zona con lluvias
24-jul-24	San Miguel Topilejo (Calle De Las Rosas)	El cercado de una vivienda se derrumbó por el deslave de tierra y rocas; vías afectadas e intervención de servicios urbanos.

ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Cabe mencionar que estos eventos fueron inducidos por periodos de lluvias localizadas y de alta intensidad, además como se puede observar se presentaron en la temporada de lluvias de la Ciudad de México.


Estudio de peligro por inestabilidad de laderas

Metodología

Para este análisis se empleó la metodología establecida en la *Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos y en su Anexo 2*, dedicado a los mapas de peligro por precipitación e inestabilidad de laderas. A este marco metodológico se añadieron factores complementarios con el objetivo de aumentar la precisión y confiabilidad de los resultados. Conforme a esta Guía, la **susceptibilidad** representa qué tan favorables o desfavorables son las condiciones naturales de un terreno para que ocurra la inestabilidad. Este concepto se refiere únicamente a las características esenciales de la ladera —como el tipo de material— sin incluir factores detonantes como lluvias, sismos o vibraciones, para este estudio se consideran datos de lluvia a diferentes periodos de retorno como factor detonante.

Para construir un mapa de susceptibilidad, la metodología establece que deben considerarse como mínimo tres factores condicionantes: la pendiente, las condiciones geológicas (litología, fracturas, estructuras) y la cobertura vegetal y uso de suelo. Cada factor se clasifica en categorías y se le asigna un peso acorde con su influencia en la estabilidad del terreno. La combinación de estas ponderaciones produce un valor final de susceptibilidad para cada zona. Además de los factores mínimos, existen otros elementos que influyen significativamente en el comportamiento de las laderas (Figura 12). Estos pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

Figura 12. Factores para el cálculo de la susceptibilidad

<p>Factores topográficos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Energía del relieve ○ Densidad de lineamientos 	
<p>Factores geotécnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Geología / Litología ○ Densidad de fallas y fracturas 	
<p>Factores geomorfológicos y ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Pendientes ○ Precipitación 	
<p>Factores antropogénicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso de suelo ○ Índice de vegetación (NDVI) 	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La metodología establece que no existe un procedimiento único para elaborar mapas de susceptibilidad; por ello, estos productos se generan mediante la combinación de cartografías temáticas y la asignación de un peso relativo a cada factor según su influencia en la inestabilidad, la suma de estas ponderaciones determina el nivel de susceptibilidad final.

En este proceso, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son fundamentales, ya que permiten manipular automáticamente grandes cantidades de información y probar diferentes combinaciones de factores para evaluar su comportamiento espacial.

Un aspecto clave del análisis es la ponderación de los factores condicionantes. Al no existir un método estandarizado para asignar estos pesos, se recomienda utilizar criterios técnicos que representen fielmente las condiciones reales del terreno. Aunque la metodología base considera únicamente tres factores principales, en este estudio se trabajó a una escala de 1:75,000, incorporando algunas variables adicionales para obtener un resultado más realista como:

- las pendientes,
- la densidad de fallas y fracturas,
- la geología y litología,
- el uso de suelo y vegetación,
- la energía del relieve,
- la precipitación

Para el análisis se empleó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del INEGI con una resolución de 5×5 m. Este modelo en forma de malla (ráster) contiene un valor de altitud por celda, lo que permite generar información como el mapa de pendientes, la información morfométrica del terreno y la caracterización del relieve y sus unidades. Esta información resulta esencial para evaluar la susceptibilidad y comprender el comportamiento geomorfológico de las laderas.

Los cálculos realizados para obtener el mapa de susceptibilidad se realizan con base en las siguientes variables:

- A) **Índice Topográfico de Humedad (TWI).** Permite detectar zonas donde se acumula agua y se incrementa la saturación del suelo, refleja condiciones que reducen la resistencia del terreno ante eventos meteorológicos, complementa otros factores geomorfológicos y geológicos en los modelos de riesgo y ayuda a predecir áreas con mayor probabilidad de deslizamientos durante lluvias intensas.

En SAGA dentro de QGIS, el proceso consiste en cargar el MDE, corregirlo para eliminar depresiones que alteren el flujo del agua, calcular la acumulación de flujo para identificar cuánta agua llega a cada punto y, con esos insumos, generar el TWI, que indica las zonas con mayor tendencia a concentrar humedad. En la Tabla 39 se muestran los valores del TWI de las direcciones de flujo obtenidas:

Tabla 39. Ponderación cuantitativa y cualitativa para el TWI.

Factor	Cualitativa	Intervalo Del Factor	Ponderación Cuantitativa Normalizada
TWI	Muy bajo	-4.2 4	0%
	Bajo	4 8	25%
	Medio	8 12	50%
	Alto	12 16	75%
	Muy alto	16 33	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- B) **Factor L – S.** Indica cuánto puede erosionar el agua en una ladera según su longitud y pendiente. Cuando la erosión es alta, el suelo pierde resistencia, se adelgaza y se vuelve más vulnerable a fallas. Por eso, en la evaluación de inestabilidad de laderas, el L-S ayuda a identificar zonas donde el escurrimiento tiene suficiente energía para debilitar el terreno y favorecer deslizamientos.

En SAGA dentro de QGIS, este factor se obtiene de nuevo tomando el MDE y corrigiéndolo para asegurar un flujo continuo; después se calcula la dirección y acumulación de flujo, que sirven para estimar la longitud efectiva del escurrimiento sobre la ladera; y con esa información, junto con la pendiente derivada del MDE, se usa la herramienta de erosión (LS-Factor) que combina ambos parámetros para generar un ráster que representa la influencia conjunta de la longitud y la inclinación en la erosión del terreno.

En la Tabla 40 se muestran los valores de degradación y efecto de la erosión:

Tabla 40. Ponderación cuantitativa y cualitativa del Factor L-S.

Factor	Cualitativa	Intervalo Del Factor	Ponderación Cuantitativa Normalizada
Factor LS	Muy bajo	0 4	0%
	Bajo	4 8	25%
	Medio	8 12	50%
	Alto	12 16	75%
	Muy alto	16 18	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- C) **Índice de Rugosidad (TRI).** Describe qué tan irregular, accidentado o abrupto es el relieve, y esa irregularidad influye directamente en la estabilidad del terreno. En términos prácticos, el TRI ayuda a identificar zonas donde

la superficie presenta cambios bruscos en elevación, como escarpes, crestas y cortes naturales. Estas variaciones suelen estar asociadas con condiciones geomorfológicas inestables, ya que pueden indicar procesos erosivos activos, suelos removidos, fracturamiento del terreno o antiguos movimientos en masa. Un terreno más rugoso también favorece la concentración desigual del agua y del escurrimiento, lo que puede aumentar la erosión y debilitar aún más las laderas. Por ello, el TRI es un indicador útil para reconocer áreas donde la forma del relieve ya sugiere mayor susceptibilidad a deslizamientos. En la Tabla 41 se demuestra los valores que se le asignaron para la ponderación:

Tabla 41. Ponderación cualitativa y cuantitativa del TRI

Factor	Cualitativa	Intervalo Del Factor		Ponderación Cuantitativa Normalizada
TRI	Muy bajo	0	.25	0%
	Bajo	.25	.50	25%
	Medio	.50	.75	50%
	Alto	.75	1.00	75%
	Muy alto	1.0	416	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

D) **Uso de suelo y vegetación (USV).** Influye directamente en la protección, cohesión y comportamiento del terreno frente a la lluvia y la erosión. La vegetación, especialmente la de raíces profundas, ayuda a reforzar el suelo, reducir el escurrimiento superficial y mejorar la infiltración, lo que disminuye la posibilidad de deslizamientos. En contraste, usos del suelo como agricultura intensiva, zonas urbanizadas, áreas deforestadas o pastizales degradados reducen la cobertura protectora, aumentan la erosión y facilitan la saturación del terreno, factores que incrementan el riesgo de fallas. Por eso, el USV es un indicador esencial para distinguir entre áreas donde la cobertura vegetal estabiliza la ladera y aquellas donde las actividades humanas o la falta de vegetación la vuelven más vulnerable (Tabla 42).

Tabla 42. Ponderación cuantitativa y cualitativa del USV.

Factor	Tipo De Suelo	Ponderación Cualitativa	Ponderación Cuantitativa	Ponderación Cuantitativa Normalizada
Uso de Suelo y Vegetación	Asentamiento humano	Muy alto	5	100%
	Bosque de coníferas templado o subpolar	Medio	3	60%
	Bosque de latifoliadas caducifolio templado o subpolar	Medio	3	55%
	Matorral crasicaule	Medio	3	70%
	Cuerpo de agua	Muy bajo	1	0%
	Pastizal templado o subpolar	Medio	3	65%
	Suelo agrícola	Alto	4	80%

Suelo desnudo	Muy alto	5	100%
---------------	----------	---	------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONABIO

E) **Litología.** Es fundamental para evaluar la inestabilidad de laderas, porque determina las propiedades físicas y mecánicas del terreno, como resistencia, cohesión, permeabilidad y fracturamiento. Diferentes tipos de roca y suelo reaccionan de manera distinta frente al agua, la pendiente y la erosión: por ejemplo, rocas duras y compactas suelen ser más estables, mientras que materiales sueltos, fracturados o fácilmente saturables se vuelven más propensos a deslizamientos. Además, la litología controla la formación de planos de debilidad, fallas y fracturas que pueden actuar como superficies de deslizamiento. Por ello, conocer la composición geológica de una ladera permite identificar zonas con mayor riesgo de falla y es un componente esencial en los modelos de susceptibilidad a deslizamientos. Con información del SGM, en la Tabla 43 se muestra la ponderación que se le dio a este factor:

Tabla 43. Ponderación cuantitativa y cualitativa de la Litología.

Factor	Tipo De Suelo	Ponderación Cualitativa	Ponderación Cuantitativa	Ponderación Cuantitativa Normalizada
Litología	Aluvial	Muy alto	5	100%
	Andesita-Basalto	Bajo	2	40%
	Andesita-Dacita	Medio	3	55%
	Basalto-Andesita	Bajo	3	40%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

F) **Edafología.** Determina cómo se comporta el suelo frente al agua y al peso propio. Propiedades como la textura, cohesión, profundidad, permeabilidad y capacidad de retención de agua influyen directamente en la resistencia de la ladera y en la tendencia a saturarse durante lluvias. Suelos muy finos o arcillosos pueden retener agua y perder resistencia rápidamente, aumentando el riesgo de deslizamiento, mientras que suelos rocosos o con buen drenaje suelen ser más estables. Por eso, la información edafológica permite identificar zonas donde la naturaleza del suelo hace que las laderas sean más vulnerables a fallas o deslizamientos (Tabla 44).

Tabla 44. Ponderaciones cualitativas y cuantitativas de la Edafología.

Factor	Clave	Tipo De Suelo	Ponderación Cualitativa	Ponderación Cuantitativa	Ponderación Cuantitativa Normalizada
Edafología	AN	Andosol	Alto	4	75%
	LP	Leptosol	Muy Alto	5	90%
	PH	Phaeozem	Alto	4	75%
	TC	Technosol	Muy Alto	5	85%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI

G) **Densidad de drenaje.** Refleja cómo se distribuye y concentra el escurrimiento superficial en un área. Una alta densidad de drenaje indica que el terreno tiene muchos cauces y canales que concentran el agua, lo que puede generar erosión localizada, saturación del suelo y aumento de la presión de poros, debilitando la ladera y favoreciendo deslizamientos. Por el contrario, una baja densidad de drenaje sugiere menor concentración de flujos, lo que reduce la erosión y el riesgo de falla. Por ello, la densidad de drenaje es un factor clave para identificar zonas donde la hidrología superficial contribuye a la vulnerabilidad de las laderas.

En SAGA dentro de QGIS, la densidad de drenaje se obtiene a partir del modelo digital de elevación. Primero se calcula la dirección y acumulación de flujo para identificar los cauces y la red de drenaje. Posteriormente con esta información, se usa una herramienta de densidad de drenaje, que mide la longitud total de los ríos y arroyos en un área determinada y la divide entre la superficie, generando un ráster que indica las zonas que tienen mayor o menor concentración de drenaje (Tabla 45).

Tabla 45. Ponderación cualitativa y cuantitativa de la densidad de drenaje.

Intervalo del Factor [Km/Km ²]		Ponderación Cuantitativa Normalizada	Ponderación Cualitativa
0	0.5	0%	Muy Bajo
0.5	1.0	25%	Bajo
1.0	3	50%	Medio
3	5	75%	Alto
5	A Más	100%	Muy Alto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- H) **Densidad de lineamientos.** Refleja la frecuencia de fracturas, fallas o planos de debilidad en la corteza del terreno. Una alta densidad de lineamientos indica que la roca o el suelo está más fragmentado, lo que facilita la infiltración de agua y reduce la cohesión del material, aumentando la probabilidad de deslizamientos o fallas en la ladera. Por el contrario, áreas con pocos lineamientos suelen ser más compactas y resistentes. Por ello, la densidad de lineamientos sirve como indicador geomorfológico y estructural clave para identificar zonas con mayor vulnerabilidad a movimientos en masa.

Esta densidad se obtiene a partir de un mapa geológico vectorial que contiene fallas, fracturas o lineamientos. Primero se convierte esa información a ráster si es necesario, y luego se aplica la herramienta en el ArcMap de densidad de puntos o líneas, que calcula la longitud o número de lineamientos por unidad de área. El resultado es un ráster que muestra qué zonas tienen mayor concentración de fracturas y, por lo tanto, mayor susceptibilidad a inestabilidad de laderas. La Tabla 46 se hizo con información de diversas fuentes, como el SGM, INEGI y artículos científicos se determinaron los siguientes intervalos:

Tabla 46. Ponderación Cualitativa y Cuantitativa para la Densidad de Lineamientos.

Cualitativa	Intervalo del Factor		Ponderación Cuantitativa Normalizada
Muy Bajo	0	0.5	0%
Bajo	0.5	1.0	25%
Medio	1.0	1.5	50%
Alto	1.5	2.0	75%
Muy Alto	2.0	2.4	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- I) **Pendientes.** Es uno de los factores más importantes para evaluar la inestabilidad de laderas, porque determina directamente la fuerza gravitacional que actúa sobre el suelo o roca. A mayor pendiente, el componente de la

gravedad paralelo a la ladera aumenta, lo que facilita que el material se desplace. Además, las pendientes pronunciadas suelen favorecer la concentración de escurrimiento, la erosión y la pérdida de cohesión del suelo, incrementando la probabilidad de deslizamientos. Por ello, la pendiente es un indicador esencial para identificar áreas de alto riesgo y se combina con otros factores como suelo, litología y humedad para estimar la susceptibilidad a fallas.

En QGIS, la pendiente se calcula a partir de un MDE usando la herramienta de "Slope" o pendiente, que analiza los cambios de elevación entre celdas vecinas. El resultado es un ráster donde cada celda indica el grado del terreno, mostrando de manera clara qué zonas son más inclinadas y, por lo tanto, más susceptibles a inestabilidad de laderas (Tabla 47).

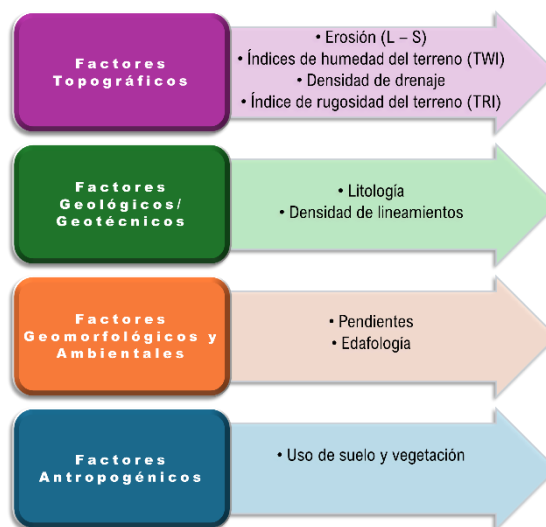
Tabla 47. Ponderación cualitativa y cuantitativa para la densidad de lineamientos.

Cualitativa	Intervalo del Factor		Ponderación Cuantitativa Normalizada
Muy Bajo	0°	6°	0%
Bajo	6°	15°	25%
Medio	15°	30°	50%
Alto	30°	45°	75%
Muy Alto	45°	90°	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El método de ponderación es una técnica para asignar pesos o importancia relativa a diferentes factores, variables o criterios al realizar cálculos, permitiendo comparar opciones de forma más objetiva. Se basa en dar más valor a unos elementos que a otros según el objetivo, multiplicando la puntuación de cada factor por su peso asignado y sumando los resultados para obtener una puntuación total. Esto se define conforme los criterios del especialista considerando las condiciones del territorio que pueden agruparse por tipo.

Figura 13. Ponderación para la determinación de susceptibilidad para inestabilidad de laderas.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para la evaluación de la **susceptibilidad** a los distintos tipos de movimientos en masa se priorizaron diferentes factores según el proceso analizado. En el caso de los **deslizamientos**, se asignó mayor ponderación a la **pendiente**, la **edafología** y la **densidad de drenaje**; para la **susceptibilidad a flujos**, los factores de mayor peso fueron la **pendiente**, la **densidad**

de drenaje y el índice topográfico de humedad (TWI). Finalmente, en la susceptibilidad a caída de rocas, se consideraron como factores más relevantes la pendiente, la densidad de fallas y la edafología.

Tabla 48. Ponderación de factores para procesos de remoción de masas.

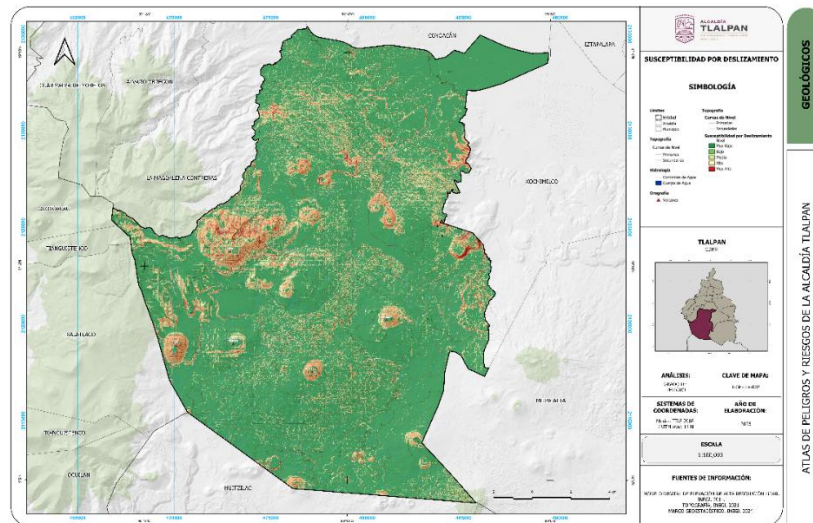
Factor condicionante	Ponderación para deslizamiento	Ponderación para flujo	Ponderación para caída de rocas
Edafología	18	3	15
Litología	3	4	1
Pendiente	33	36	25
Uso de suelo y vegetación	20	3	6
Densidad de drenaje	15	30	8
Densidad de lineamientos	0	1	23
Factor L – S	5	4	12
Factor TRI	5	4	8
Índice de humedad del terreno (TWI)	1	15	2
Total	100	100	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Resultados

La evaluación de susceptibilidad es fundamental para la planificación del uso del suelo y la prevención de riesgos, ya que proporciona un panorama de las zonas con mayor probabilidad de que ocurran movimientos en masa, lo cual facilita la toma de decisiones para la mitigación, monitoreo y atención.

Mapa 36. Susceptibilidad por deslizamiento



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En el análisis de susceptibilidad a deslizamientos, la mayor extensión territorial corresponde a la categoría de muy baja susceptibilidad, con 242,33 km², la cual alberga 108,931 habitantes y 40,413 viviendas, reflejando condiciones

mayormente estables. No obstante, las áreas de susceptibilidad baja, pese a ocupar una superficie considerablemente menor (**15,76 km²**), concentran la mayor población expuesta, con **413,956 personas y 131,118 viviendas**, lo que evidencia una alta densidad poblacional en zonas con vulnerabilidad baja. La susceptibilidad media abarca **22,34 km²** y concentra **132,208 habitantes y 38,556 viviendas**, representando sectores con riesgo intermedio y una presencia importante de grupos vulnerables, como población infantil, adulta mayor y personas con discapacidad. Por su parte, las áreas de alta susceptibilidad ocupan **29,91 km²** y albergan **12,868 habitantes**, mientras que la muy alta susceptibilidad, aunque corresponde a la menor extensión (**3,74 km²**), concentra **12,345 personas y 3,486 viviendas**, lo que resalta la necesidad de priorizar acciones de prevención y mitigación del riesgo en estas zonas.

Tabla 48. Áreas con susceptibilidad a deslizamiento

Susceptibilidad a deslizamiento	Área (Km ²)
Muy baja	242.32998
Baja	15.75678
Media	22.34493
Alta	29.90505
Muy alta	3.73994

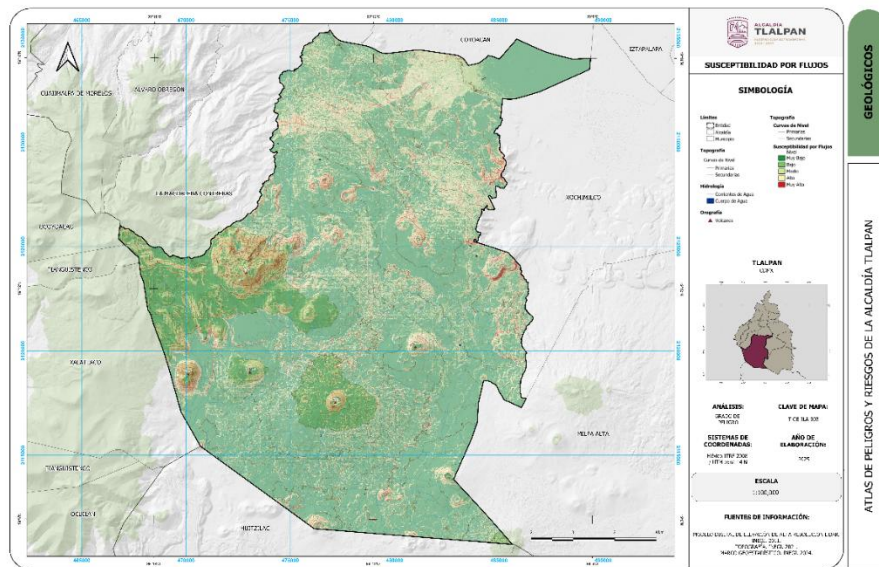
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 49. Exposición a la susceptibilidad por deslizamiento

Susceptibilidad	Masculina	Femenina	Con discapacidad	65 y más	0 a 18	Viviendas	Población total
Muy baja	50,403	57,999	5,680	17,038	20,091	40,413	108,931
Baja	197,447	216,437	21,914	43,912	93,904	131,118	413,956
Media	63,142	67,151	6,453	10,276	34,446	38,556	132,208
Alta	6,140	6,729	558	1,225	3,098	4,185	12,868
Muy alta	6,014	6,331	686	912	3,335	3,486	12,345
Total general	323,146	354,647	35,291	73,363	154,874	217,758	680,308

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 37. Susceptibilidad por flujos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el escenario de **susceptibilidad a flujos**, la mayor parte del área de estudio se clasifica como de **muy baja susceptibilidad**, con una extensión de **199,02 km²**, donde residen **101,583 habitantes** y se registran **37,668 viviendas**, lo que indica condiciones relativamente estables. Las zonas de **susceptibilidad baja** abarcan **49,75 km²** y concentran **111,155 personas** y **35,537 viviendas**, representando áreas con vulnerabilidad reducida, pero con presencia poblacional significativa. La **susceptibilidad media**, con una superficie de **40,36 km²**, concentra la mayor población expuesta, con **348,631 habitantes** y **109,924 viviendas**, evidenciando una alta densidad poblacional en sectores con vulnerabilidad intermedia. Por su parte, las áreas de **alta susceptibilidad** ocupan **22,53 km²** y albergan **41,706 personas**, mientras que la **muy alta susceptibilidad**, aunque corresponde a la menor extensión (**2,42 km²**), concentra **77,233 habitantes** y **22,128 viviendas**, incluyendo una proporción importante de población infantil, adulta mayor y personas con discapacidad, lo que resalta la necesidad de priorizar medidas de gestión y mitigación del riesgo en estos sectores.

Tabla 50. Áreas con susceptibilidad a flujos

Susceptibilidad por flujos	Área (Km ²)
Muy baja	199.01569
Baja	49.75002
Media	40.35701
Alta	22.5333
Muy alta	2.415

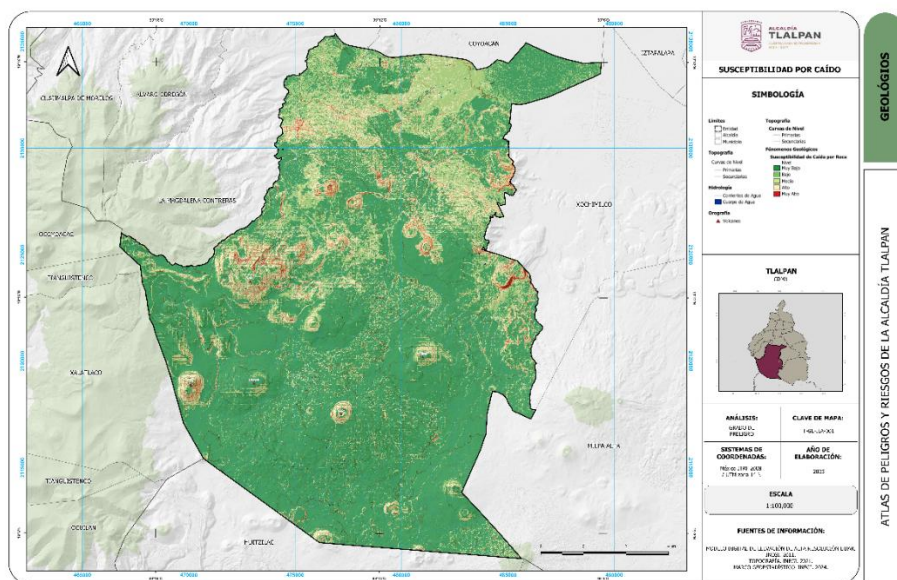
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 51. Exposición a la susceptibilidad por flujos

Nivel de Susceptibilidad	Masculina	Femenina	Con discapacidad	65 y más	0 a 17	Total	Viviendas
Muy baja	47,027	54,520	5,414	17,328	17,776	101,583	37,668
Baja	53,022	57,715	5,367	10,697	26,244	111,155	35,537
Media	166,403	182,057	18,041	36,087	80,351	348,631	109,924
Alta	20,003	21,697	2,481	3,629	10,130	41,706	12,501
Muy alta	36,691	38,658	3,988	5,622	20,373	77,233	22,128
Total general	323,146	354,647	35,291	73,363	154,874	680,308	217,758

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Mapa 38. Susceptibilidad por caída de roca



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En el análisis de **susceptibilidad a caída de rocas**, la mayor parte del territorio se clasifica en la categoría de **muy baja susceptibilidad**, con una extensión de **213,03 km²**, donde se localizan **52,879 habitantes** y **20,287 viviendas**, lo que refleja condiciones mayormente estables. Las áreas de **susceptibilidad baja** abarcan **57,04 km²** y concentran una población considerable de **244,516 personas** y **78,335 viviendas**, evidenciando una alta ocupación del territorio en zonas con vulnerabilidad reducida. La **susceptibilidad media**, con una superficie de **31,57 km²**, concentra la mayor población expuesta, con **334,330 habitantes** y **105,587 viviendas**, incluyendo una proporción significativa de población infantil, adulta mayor y personas con discapacidad. Por su parte, las zonas de **alta susceptibilidad** ocupan **10,90 km²** y albergan **8,687 habitantes**, mientras que la **muy alta susceptibilidad**, aunque corresponde a la menor extensión (**1,53 km²**), concentra **39,896 personas** y **10,913 viviendas**, lo que resalta la necesidad de priorizar acciones de prevención y mitigación del riesgo en estos sectores específicos.

Tabla 52. Áreas susceptibles a caída de rocas

Susceptibilidad a caída de rocas	Área (Km ²)
Muy baja	213.03187
Baja	57.03781
Media	31.57425
Alta	10.90041
Muy alta	1.53236

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 53. Susceptibilidad por caída de roca

Nivel de Susceptibilidad	Masculina	Femenina	Con discapacidad	65 y más	0 a 17	Total	Viviendas
Muy baja	24,466	28,396	2,894	8,955	9,392	52,879	20,287
Baja	116,544	127,508	11,960	26,751	56,077	244,516	78,335
Media	159,441	174,741	17,935	34,456	76,255	334,330	105,587
Alta	4,170	4,512	456	637	2,151	8,687	2,636
Muy alta	18,525	19,490	2,046	2,564	10,999	39,896	10,913
Total general	323,146	354,647	35,291	73,363	154,874	680,308	217,758

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA







De manera integral, el análisis de deslizamientos, flujos y caída de rocas se aprecia que, si bien las categorías de muy baja susceptibilidad concentran la mayor extensión territorial en los tres escenarios, la mayor población y número de viviendas no siempre se localizan en estas zonas. Por el contrario, en los tres tipos de procesos se observa que las áreas de susceptibilidad baja y media, aun cuando ocupan superficies menores, albergan la mayor proporción de habitantes, lo que incrementa el nivel de exposición al riesgo. Asimismo, las categorías de alta y muy alta susceptibilidad, aunque espacialmente reducidas, concentran una población significativa y grupos vulnerables —como niños, adultos mayores y personas con discapacidad—, especialmente en los escenarios de flujo y caída de rocas. Esta combinación de alta exposición poblacional y condiciones físicas desfavorables resalta la necesidad de priorizar acciones de planificación territorial, reducción del riesgo y medidas de mitigación diferenciadas según el tipo de amenaza.

Peligro por Inestabilidad de Laderas

De acuerdo con la **Ley General de Protección Civil**, el peligro se entiende como la probabilidad de que ocurra un fenómeno que pueda causar daños. En el caso del análisis para **deslizamientos de laderas**, y considerando los estudios de lluvia presentados previamente, se identificó que las **precipitaciones intensas** son el principal factor que detona este tipo de eventos. **La precipitación pluvial intensa se considera el principal factor detonante de la inestabilidad de laderas**, debido a que actúa directamente sobre las propiedades mecánicas del suelo y la roca, incrementando la presión de poro, reduciendo el esfuerzo efectivo y la resistencia al corte, y aumentando el peso propio de los materiales. En contraste, los sismos constituyen eventos de baja recurrencia y de duración instantánea, cuyo efecto sobre la estabilidad de laderas depende de aceleraciones elevadas y condiciones geotécnicas específicas.

Para evaluar el peligro, se siguió la metodología establecida en la **Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos**, utilizando mapas de lluvia acumulada en 24 horas elaborados por el **Instituto de Ingeniería de la UNAM (2017)**, correspondientes a periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años y el **semáforo de alertamiento por lluvias de la SGIRyPC** que se basa en datos meteorológicos del SMN y se aplica como parte del Sistema de Alerta Temprana para fenómenos meteorológicos en la capital del país. A partir de esta información se generaron los mapas de peligro que permiten identificar las zonas con mayor probabilidad de presentar deslizamientos bajo distintos escenarios de lluvia.

Figura 14. Clasificación de alertamiento por lluvia (en milímetros)

	Verde	Amarilla	Naranja	Roja	Púrpura
	Lluvia <15 mm/ 24 horas	Lluvia 15 - 29 mm/ 24 horas	Lluvia 30 - 49 mm/ 24 horas	Lluvia 50 - 70 mm/ 24 horas	Lluvia >70 mm/ 24 horas
	Viento <49 km/hora	Viento 50 - 59 km/hora	Viento 60 - 69 km/hora	Viento 70 - 79 km/hora	Viento >80 km/hora
	Granizo Sin presencia	Granizo Pequeño	Granizo Mediano	Granizo Grande	Granizo Muy grande
	Temperaturas altas <28° C	Temperaturas altas 28° - 30° C	Temperaturas altas 31° - 33° C	Temperaturas altas 34° - 36° C	Temperaturas altas >36° C
	Temperaturas bajas >6° C	Temperaturas bajas 4° - 6° C	Temperaturas bajas 1° - 3° C	Temperaturas bajas (-2°) - 0° C	Temperaturas bajas <(-3°) C
	Nevada Sin presencia	Nevada Agunieve	Nevada Ligera	Nevada Nevada	Nevada Abundante

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DE LA SGIRyPC.

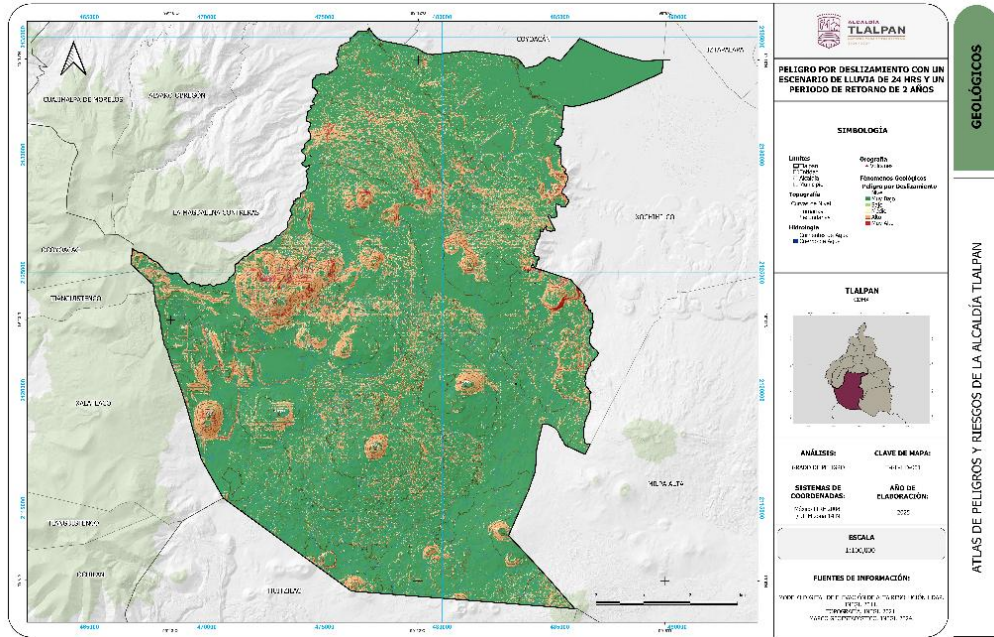
Tomando como base los mapas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas, los umbrales de lluvias de la Figura 14. Clasificación de alertamiento por lluvia (en milímetros) Figura 14 y las isoyetas generadas por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, con un escenario de lluvias de 24 horas, fueron elaborados 18 mapas de peligro para la alcaldía en periodos de retorno mencionados anteriormente, con una resolución muy alta de 5 × 5 metros por píxel, que corresponden del Peligro por deslizamiento Mapa 39 al Mapa 56. De manera general se puede observar que las zonas de mayor peligro se encuentran adyacentes a los cerros y volcanes de la demarcación. Dentro de la mancha urbana de la alcaldía se identifican como zonas de peligro alto y muy alto las siguientes:

- Cerro Cuilotepec. Ubicado al poniente de la mancha urbana, las colonias adyacentes o que rodean a este cerro son Lomas de Cuilotepec, Solidaridad, El Zacatón, Lomas de Padierna Sur y Bosques del Pedregal por mencionar algunas.
- Cerro de Xochitepetl. Ubicado al oriente de Tlalpan en los límites con la alcaldía Xochimilco. Las zonas de peligro incluyen las instalaciones del Heroico Colegio Militar, así como las colonias Valle Verde, La Magueyera, Vivero de Coactetlán, La Palma y parte de San Andrés Totoltepec.
- Mirador del Valle y colonias adyacentes. Esta zona se identifica con un nivel muy alto de peligro, aunado al crecimiento de la mancha urbana hacia las partes altas o de mayor pendiente.
- San Miguel Ajusco (pueblo) y colonias adyacentes. El peligro está asociado a la presencia de los volcanes Xitle y Coatzontle, los cuales presentan un crecimiento de la mancha urbana en áreas aledañas a las laderas poniente y sur.
- Volcán Maninal. Ubicado cerca de Santo Tomás Ajusco (pueblo), presenta peligro muy alto. Asimismo, el crecimiento de la mancha urbana está rodeando el volcán, de manera que se encuentra población expuesta a este tipo de peligro.
- San Miguel Topilejo (pueblo) y colonias aledañas. Topilejo, El Arenal y Xaxalco presentan un peligro muy alto.

- g) Áreas Naturales Protegidas del sur de la alcaldía. Si bien no cuentan con poblaciones importantes, es necesario mencionarlas puesto que existen pequeñas localidades en las zonas aledañas a las principales cumbres como el Cerro de Santo Tomás, Cerro Pipixaca, Volcán Oyameyo, por mencionar algunos.

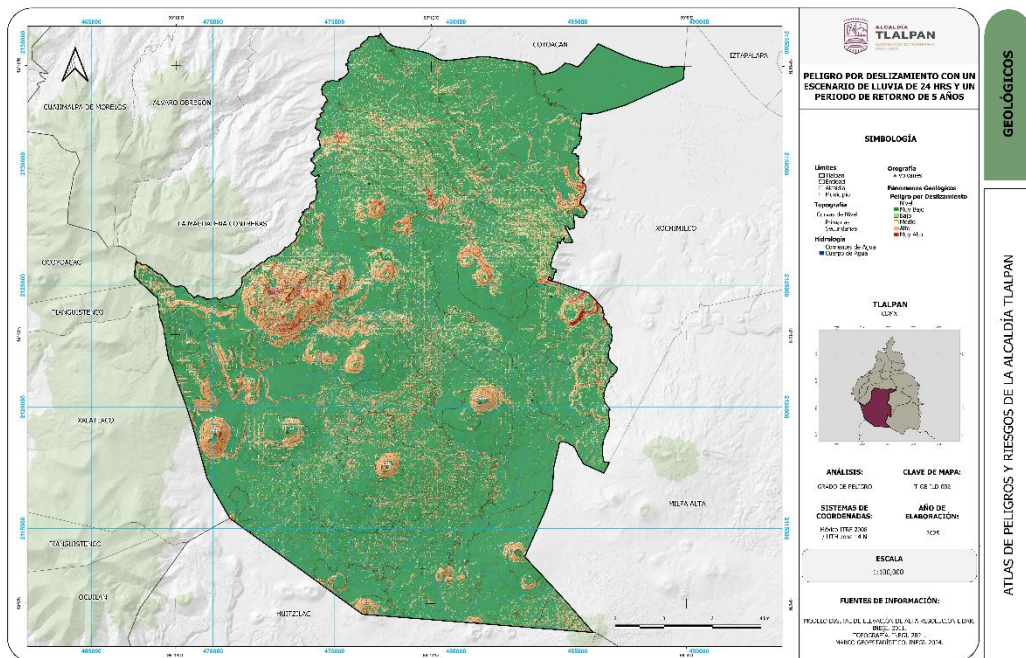
Peligro por deslizamiento

Mapa 39. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años



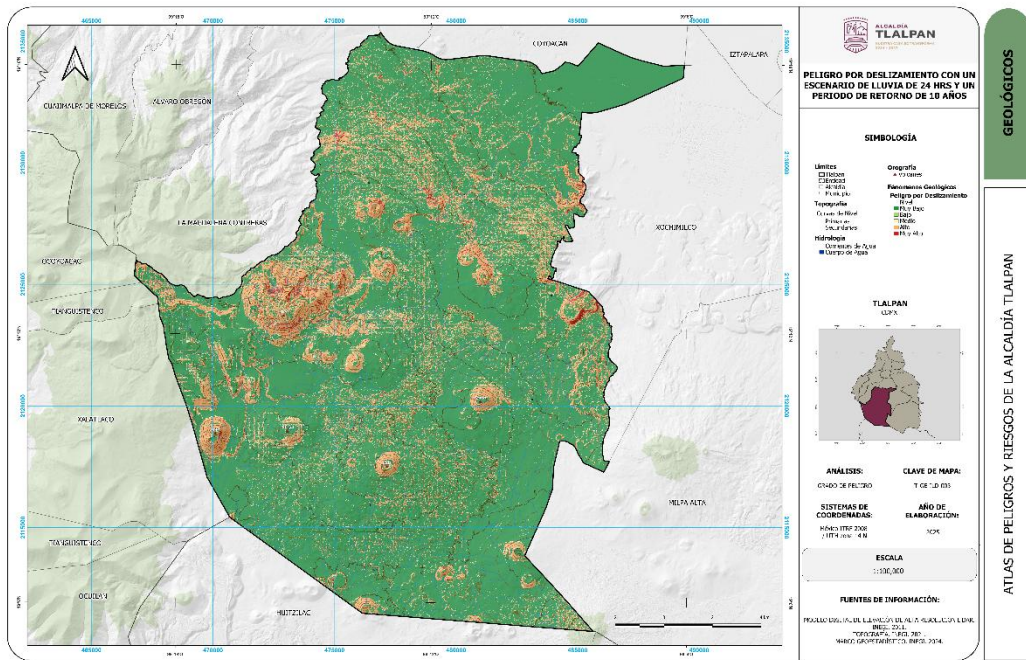
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 40. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años



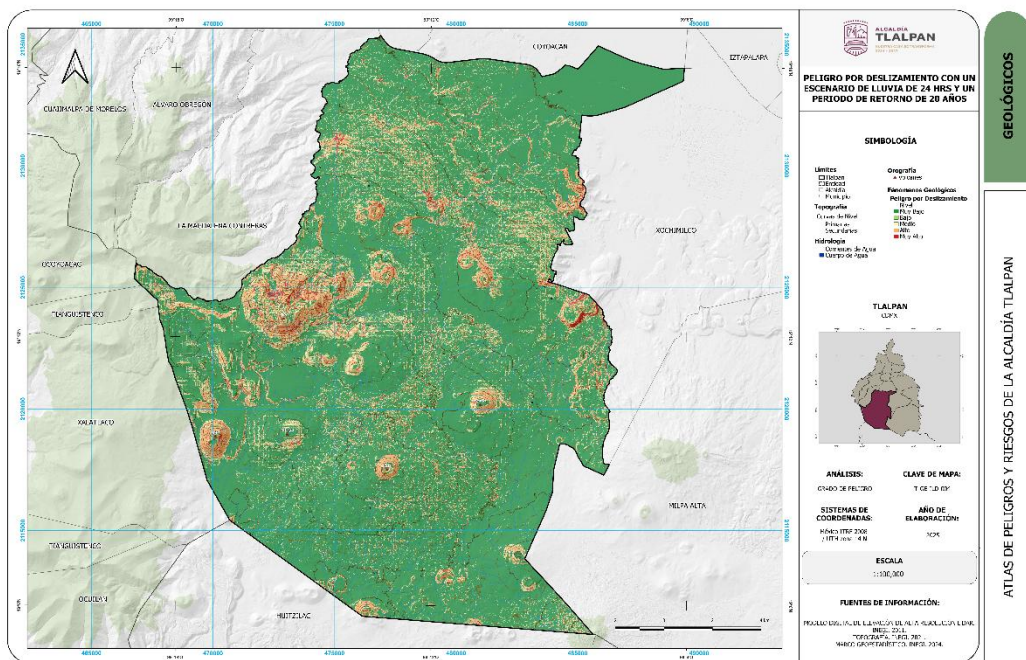
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 41. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 10 años



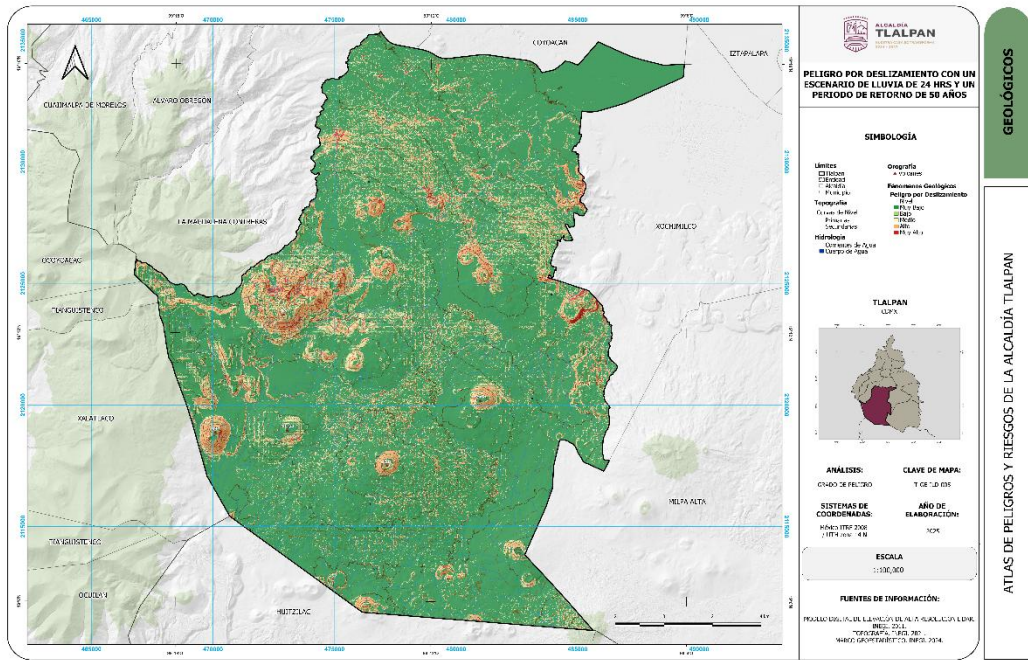
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 42. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 20 años



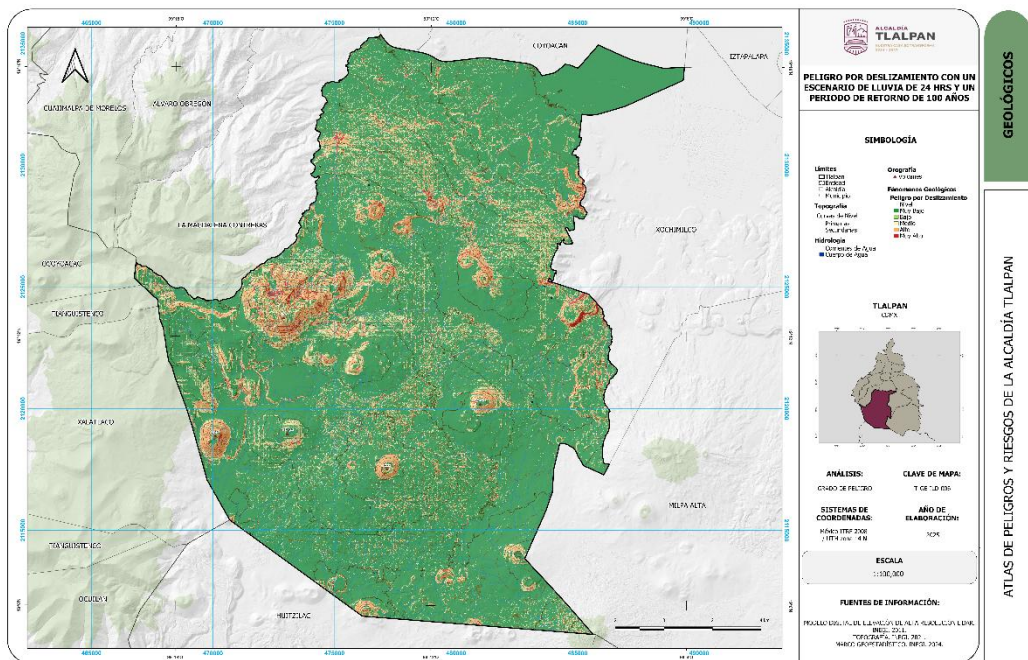
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 43. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 50 años



ELABORACIÓN PROPIA

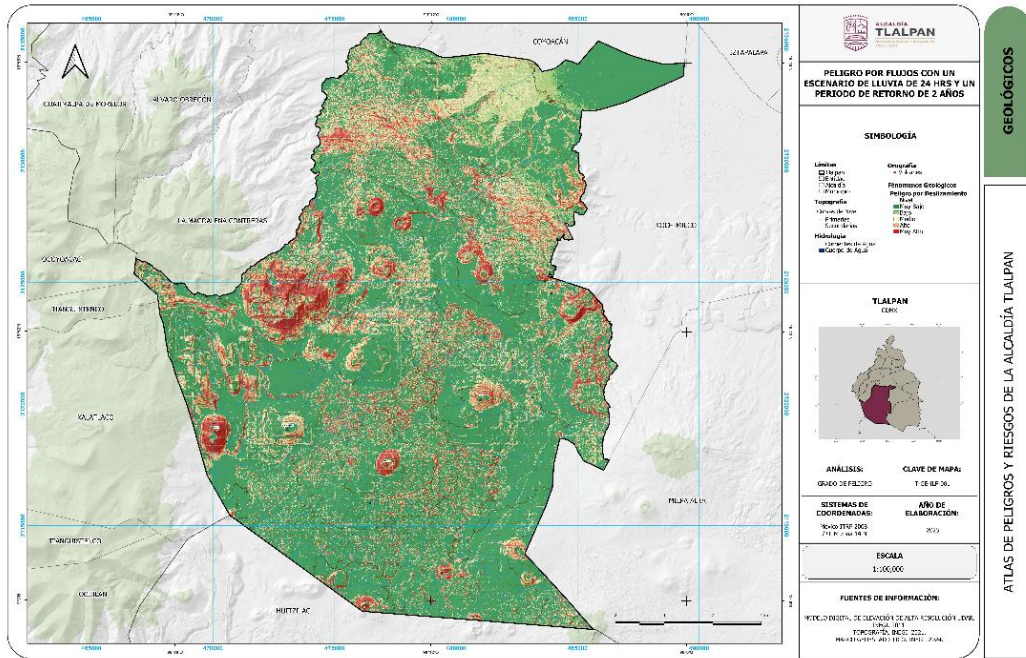
Mapa 44. Peligro por deslizamiento con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 100 años



ELABORACIÓN PROPIA

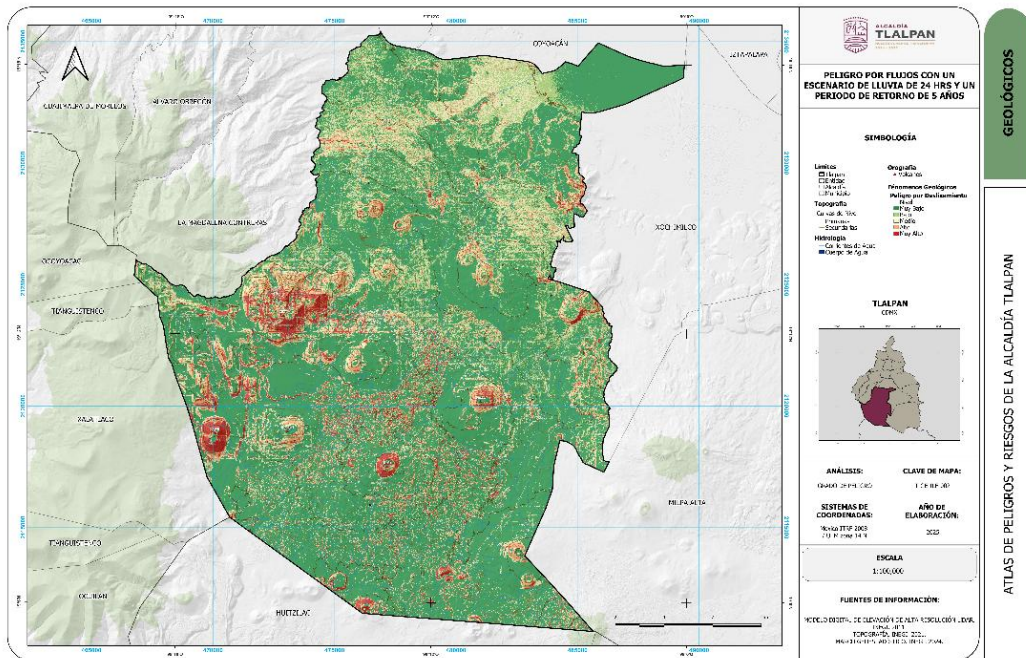
Peligro por flujos

Mapa 45. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años



ELABORACIÓN PROPIA

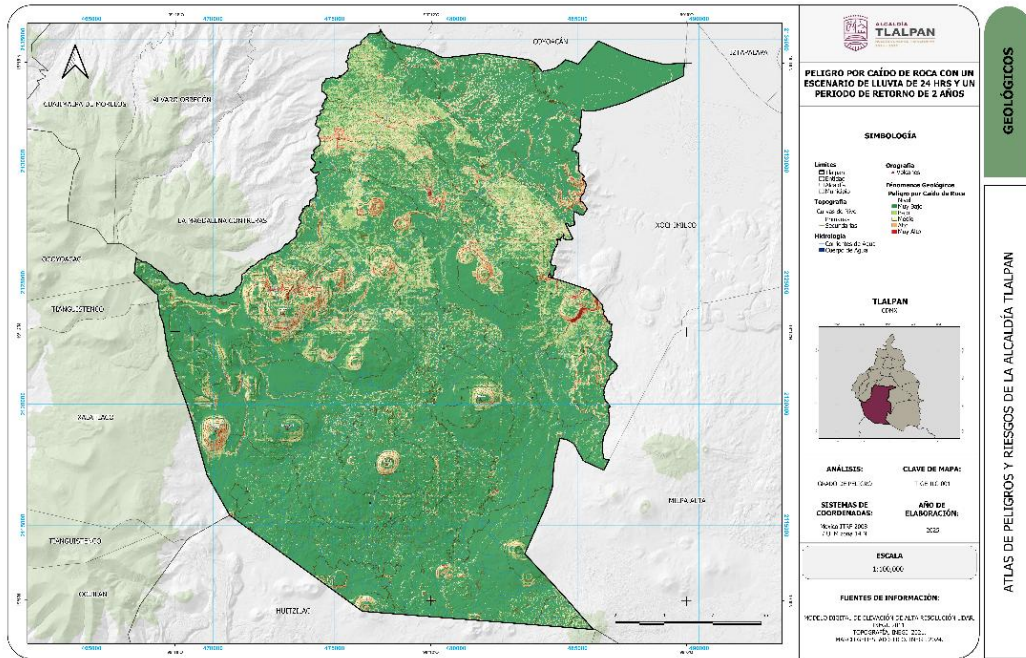
Mapa 46. Peligro por flujos con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años



ELABORACIÓN PROPIA

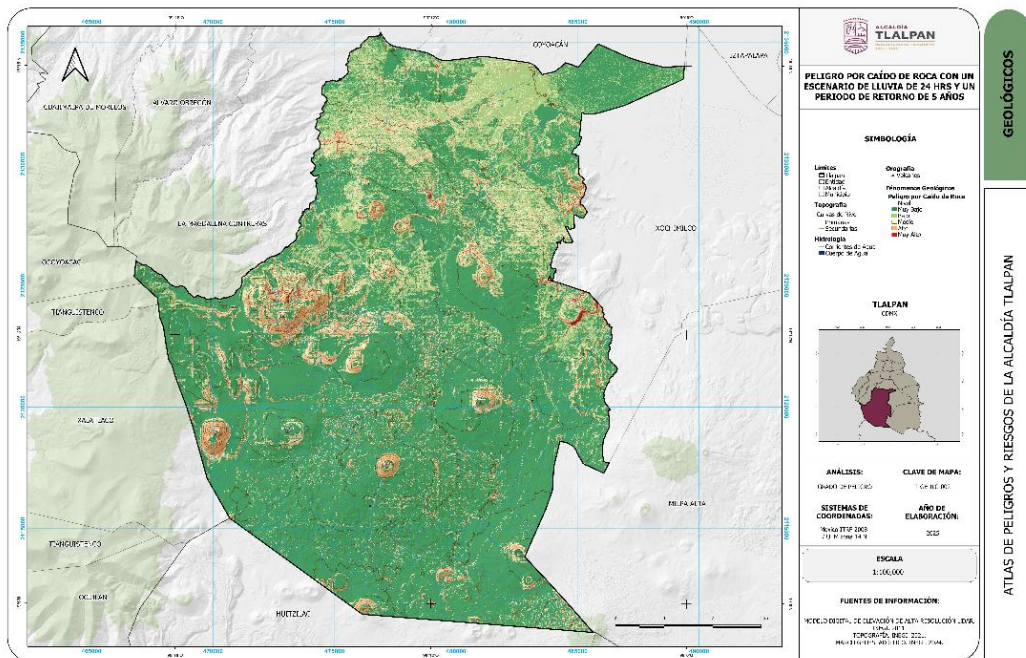
Peligro por caída de rocas

Mapa 51. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 2 años



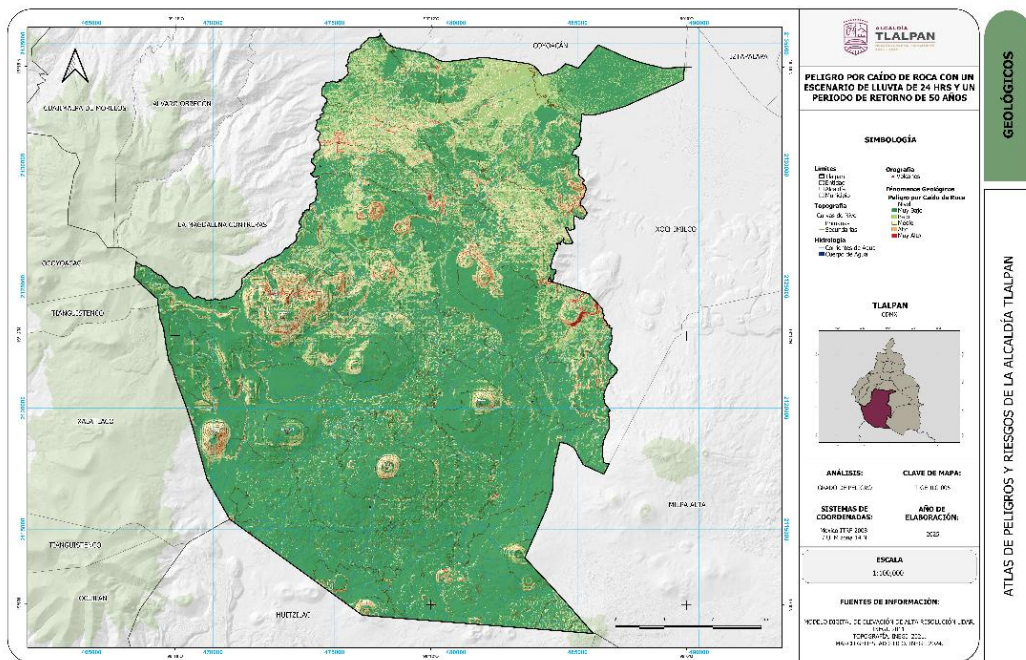
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 52. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 5 años



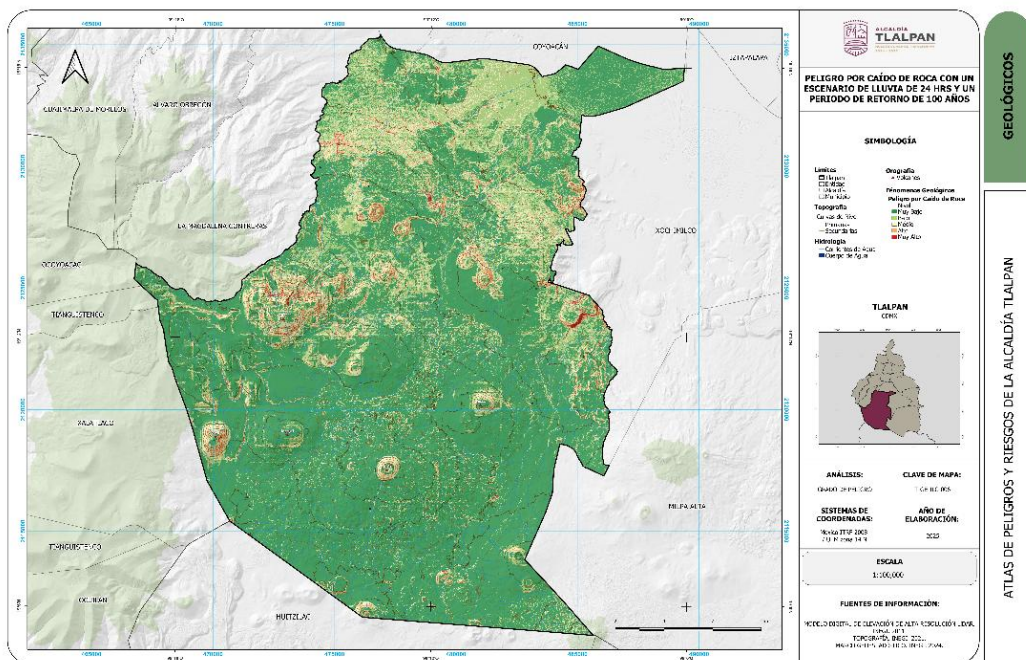
ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 55. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 50 años



ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 56. Peligro por caída de rocas con un escenario de lluvia de 24 hrs y un periodo de retorno de 100 años



ELABORACIÓN PROPIA

Conclusiones

La evaluación del peligro por inestabilidad de laderas es fundamental para la planificación del uso del suelo y la prevención de riesgos existentes y futuros, ya que proporciona un panorama de las zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos de tierra en masa y facilita la toma de decisiones para la mitigación.

Y el análisis del peligro por inestabilidad de laderas con la lluvia como factor detonante, permite observar las condiciones meteorológicas que pudieran acelerar un proceso de inestabilidad, por lo que es un insumo importante para el monitoreo de las laderas, del alertamiento temprano, de planeación de medidas preventivas, así como de comunicación social del riesgo.

A partir del análisis se describen algunas recomendaciones a seguir.

Recomendaciones

1. Identificación

Población

- Conocer si tu zona está en una ladera o pendiente pronunciada.
- Estar atento a signos de inestabilidad (grietas en suelo, inclinación de árboles o muros).

Infraestructura

- Identificar estructuras cercanas a áreas con riesgo de deslizamiento.
- Generar inventarios visuales de grietas, asentamientos y deformaciones físicas en muros, caminos y pendientes.¹

Autoridades

- Contar con mapas de susceptibilidad a inestabilidad de laderas con información geológica, topográfica y pluviométrica.
- Registrar casos históricos documentados de derrumbes y deslizamientos.

2. Previsión

Población

- Informarse sobre umbrales de lluvia que pueden detonar inestabilidad y seguir avisos meteorológicos.
- Evaluar condiciones de drenaje en el terreno y suelos cercanos al hogar.

Infraestructura

- Usar estudios geotécnicos y sistemas de información geográfica para analizar zonas de mayor riesgo.

Autoridades

- Analizar escenarios de riesgo con base en lluvias intensas, actividad sísmica y uso del suelo.
- Incorporar análisis de susceptibilidad en planes municipales de desarrollo territorial.²²

3. Prevención

Población

- Evitar construir o habitar directamente sobre laderas sin estudios técnicos.
- Consultar con autoridades o expertos antes de modificar el terreno (excavaciones, cortes).

²² INFONAVIT, 2021

Infraestructura

- Asegurar que cualquier obra en pendientes sea diseñada con criterios geotécnicos.

Autoridades

- Respetar y aplicar normativas de uso de suelo y construcción en zonas de riesgo.
- Integrar la delimitación de zonas no susceptibles a asentamientos humanos en los planes urbanos.

4. Mitigación

Población

- Evitar actividades que incrementen la carga de agua en el suelo (fugas de agua, mal manejo de drenaje).
- Conservar cobertura vegetal para reducir erosión.

Infraestructura

- Construir muros de contención, drenajes y obras de desviación de agua en zonas de riesgo.

Autoridades

- Priorizar obras de mitigación en zonas de alta susceptibilidad.
- Integrar infraestructura verde y sistemas de drenaje para reducir infiltraciones.

5. Preparación

Población

- Elaborar y practicar un plan de evacuación familiar.
- Participar en simulacros de protección civil locales relacionados con deslizamientos.

Infraestructura

- Señalizar rutas de evacuación en escuelas y edificios cercanos a laderas.
- Capacitar al personal responsable de la infraestructura para responder ante señales de inestabilidad.

Autoridades

- Promover campañas de información sobre señales tempranas de falla en laderas.
- Capacitar brigadas municipales en evaluación rápida de riesgo por laderas inestables.

6. Auxilio

Población

- Acatar órdenes de evacuación y alejarse de laderas inestables en cuanto se detecten síntomas claros (ruidos, desplazamientos).
- Informar inmediatamente a Protección Civil local si se observan señales de deslizamiento inminente.

Infraestructura

- Bloquear accesos a zonas comprometidas y supervisar integralmente condiciones posteriores al evento.

Autoridades

- Activar protocolos de emergencia, coordinar atención con unidades de primera respuesta y servicios de salud.
- Movilizar recursos para atención inmediata de personas afectadas.

7. Rehabilitación

Población

- Cooperar en la evaluación de daños de viviendas y no regresar hasta que se confirme seguridad.

Infraestructura

- Evaluar integralmente daños en caminos, tuberías y estructuras afectadas por movimiento de laderas.

Autoridades

- Restablecer servicios básicos (agua, energía, comunicaciones) con criterios de seguridad.
- Actualizar inventarios de infraestructura dañada para priorizar intervenciones.

8. Reconstrucción

Población

- Reconstruir viviendas con criterios técnicos que reduzcan vulnerabilidad frente a inestabilidad.

Infraestructura

- Implementar diseños resilientes que consideren estudios geotécnicos y ambientales.

Autoridades

- Integrar lecciones aprendidas en los programas de ordenamiento territorial y políticas públicas.
- Promover financiamiento y apoyo técnico para reconstrucción segura y sostenible.

Hundimientos y agrietamientos

Aspectos generales

Para comprender los fenómenos de hundimientos y agrietamientos es necesario conocer algunos conceptos básicos y procesos generados en los suelos. De acuerdo con el CENAPRED (2022) *“El suelo se considera como un depósito de sedimentos y otras acumulaciones de partículas sólidas producidas principalmente por la desintegración mecánica y química de las rocas, con o sin materia orgánica. El agua contenida en los poros del suelo juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del mismo, que debe considerarse como parte integral de éste (Terzaghi, 1943).”*

Estos pueden ser finos constituidos por limos y arcillas (partículas < a 0.075 mm) o gruesos constituidos por arenas y gravas (partículas > a 0.075 mm y <5cm) y se pueden clasificar a partir de su origen como residuales, lacustres, aluviales y fluviales.

Todos los tipos de suelo son propensos a deformarse y agrietarse, sin embargo, su magnitud depende de factores como: la resistencia al esfuerzo cortante, sus características del esfuerzo-deformación, el grado de intemperismo, el grado de consolidación, la permeabilidad y el grado de alteración por actividades humanas (CENAPRED, 2014).

Los fenómenos geológicos-geotécnicos que tienen mayor afectación en los suelos es el hundimiento y el agrietamiento y ambos son multifactoriales, sin embargo, generalmente están asociados a la sobreexplotación de mantos acuíferos, principalmente en zonas urbanas.

A. Hundimientos

Los hundimientos son movimientos tridimensionales de los depósitos de suelo que dependen tanto de la geodinámica del terreno como de los esfuerzos a los que son sometidos. Estos movimientos pueden ser horizontales o verticales. Los primeros son menos evidentes y suelen manifestarse poco en la superficie sobre todo en áreas planas, mientras que los verticales se reflejan en la topografía de las zonas afectadas por medio de oquedades o subsidencias facilitando su estudio (CENAPRED 2022).

De manera general, los hundimientos están condicionados por cuatro factores: el volumen, la forma o las cavidades, el espesor y profundidad y la resistencia de los materiales subyacentes. Se clasifican de acuerdo a su ubicación y extensión en locales y regionales o diferenciales.

- **Local.** Sus dimensiones son relativamente pequeñas y ocurren de manera repentina. Están asociadas a causas naturales como: procesos hidrometeorológicos (lluvias constantes e intensas e inundaciones generan hidrocompactación), procesos morfotectónicos (presencia de fallas geológicas), procesos volcánicos (al generarse tubos de lava) y tubificación o piping (formación de tubos subterráneos).
- **Regional o diferencial.** Es un fenómeno normalmente diferido en tiempo, espacio y velocidad, es prácticamente imperceptible, sin embargo, puede abarcar grandes extensiones de terreno y ser originado por causas naturales o humanas.

El hundimiento por actividades humanas se da principalmente por el crecimiento de la población y de la mancha urbana, así como por la extracción de recursos naturales o bienes del subsuelo. Entre las causas principales se encuentran:

- **Actividad minera.** Extracción de minerales o bancos de materiales subterráneos provoca hundimientos locales ya sea por la deformación o el colapso de las galerías o túneles generados para la actividad, produciendo colapsos súbitos, por lo que la predicción suele ser difícil.
- **Extracción de agua.** Al extraer agua del subsuelo desciende el nivel freático aumentando la presión en la masa del suelo, como resultado se compacta o disminuye su volumen. Los descensos en el terreno dependen de la velocidad de extracción de agua y de la naturaleza de los sedimentos. Su desarrollo suele ser lento y puede ser visible hasta décadas después de iniciarse el proceso. Este tipo de hundimientos son frecuentes en zonas densamente pobladas.
- **Fracking.** Es un método utilizado para extraer hidrocarburos perforando vertical y horizontalmente el subsuelo induciendo el fracturamiento hidráulico. Puede generar hundimientos severos.
- **Hundimiento por sobrecargas.** La instalación de cargas en la superficie produce deformaciones verticales debido al peso de las construcciones, principalmente en suelos limosos o arcillosos.
- **Excavaciones para instalación de infraestructura.** El mal diseño en la instalación de infraestructura o en el poco espesor de los recubrimientos de túneles principalmente para el transporte pueden originar hundimientos o colapsos.
- **Problemas hidráulicos.** Originados por la ruptura de tuberías ya sea de agua potable o drenaje provocando erosión o tubificación.
- **Rellenos.** Producidos por el uso inadecuado o la mala calidad de los materiales de relleno resultando en una mala compactación.

B. Agrietamientos

Los agrietamientos son rupturas longitudinales derivadas de la desmembración de las rocas en una serie de bloques por planos de fisuras (Lugo, 2011). Asimismo, se considera que es un desequilibrio mecánico producido por sobrecarga estática, tensión y presiones en el medio geológico por diversas causas como se mencionan a continuación:

- **Tectónica.** Producto del movimiento de una falla geológica o sismo.
- **Secado o grietas de desecación.** Se forma por la desecación de suelos arcillosos o calcáreos saturados ubicados generalmente en llanuras de inundación.
- **Esfuerzos de tensión.** Se generan cuando los planos de la grieta se separan entre sí resultando una abertura.
- **Rotura transversal.** Las caras de la grieta se deslizan una sobre la otra pero con un desplazamiento paralelo al frente de la grieta.
- **Fracturamiento hidráulico.** Cuando se generan lluvias intensas hay infiltramiento de agua agrandando la profundidad y abertura de la misma, generando procesos de erosión lo cual magnifica los agrietamientos.
- **Estratigrafía y transición abrupta.** Cuando se tienen capas intercaladas o litologías de resistencias variables.

- **Desgaste de materiales.** Son las fuerzas mecánicas que actúan sobre la superficie y la variación de temperatura, son característicos de las carpetas asfálticas, banquetas o pisos de cemento.
- **Extracción de recursos naturales del subsuelo.** Ya sea por la extracción de agua, petróleo o gas.
- **Rellenos.** Al igual que en los hundimientos, se genera al realizar una excavación y rellenar, o al rellenar huecos preexistentes o barrancas sin los cuidados necesarios para la compactación y el relleno.
- **Hundimiento.** Provoca un estiramiento importante y destructivo. Este hundimiento es diferencial o disperejo en distintas zonas del terreno. Los principales peligros para la población son las afectaciones en construcciones, las deformaciones y roturas de las tuberías de agua potable o de drenaje, la inclinación de edificios, la generación de daños en líneas de transmisión eléctrica, vialidades y puentes.

Antecedentes

El hundimiento local y regional en la Ciudad de México han estado presentes desde hace varias décadas debido a factores antropogénicos principalmente. Este problema ha provocado problemas en el drenaje, deformación y ondulación en construcciones y escalonamientos en la traza urbana.

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX se comenzaron a observar y estudiar los efectos del hundimiento regional y no fue hasta mediados del siglo XX donde se comprobó por medio de diversas investigaciones que las causas correspondían a la extracción de agua de los pozos artesianos y profundos. Actualmente, en algunas zonas de la ciudad la velocidad de hundimiento es de 30 cm por año, tal es el caso de la zona oriente (en la alcaldía Iztapalapa y municipio de Nezahualcóyotl) y en la zona sur (alcaldía Tláhuac) de la cuenca (Auvinet, 2009).

La actualización del estudio elaborado por el CENAPRED (2020) refleja que la alcaldía Tlalpan se encuentra entre los rangos mínimos de hundimiento. Asimismo, el estudio de detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales elaborado por el INEGI (2021) indica que la mayor extensión del territorio se ubica en valores muy bajos de subsidencia. No obstante, la zona noreste de la alcaldía en los límites con Coyoacán y Xochimilco se encuentra cercana a los 12 a 14 cm de hundimiento al año. Asimismo, la Unidad Integral de Protección Civil de la alcaldía tiene un registro de 333 casos de atención por hundimientos y socavones resaltando los siguientes (Tabla 54):

Tabla 54. No. de reportes por hundimientos y socavones en la alcaldía Tlalpan, 2018-2025

Colonia	Número de reportes
Tlalpan Centro	16
San Miguel Topilejo (Pblo)	14
Santa Ursula Xitla	14
San Pedro Mártir (Pblo)	12
Ejidos de San Pedro Mártir I (Norte)	10
Miguel Hidalgo	9
Ampliación Miguel Hidalgo 3a Secc	8
Prado Coapa 3a Seccion-Potrero Acoxa	8
Arenal Guadalupe Tlalpan	7
Ejidos de San Pedro Mártir II (Sur)	7

Hacienda San Juan-Rincón de San Juan-Chimali	7
Niño Jesús (Barrio)	7
Prado Coapa 2a Sección	7
Valle Escondido	7
Vergel de Coyoacán-Vergel del Sur	7
Villa Coapa (Rdcial)	7
Amsa	6
Arboledas del Sur	6
Floresta-Prado-Vergel Coapa	6
La Joya	6
Nueva Oriental Coapa-Ex Hacienda Coapa	6
Ampliación Miguel Hidalgo 2a Secc	5
Barrio La Lonja	5
Isidro Fabela II (Oriente)	5
La Magdalena Petlalcalco (Pblo)	5
Narciso Mendoza-Villa Coapa Super Manzana 1 (U Hab)	5
Narciso Mendoza-Villa Coapa Super Manzana 2 (U Hab)	5
Villa Lázaro Cárdenas	5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN UGIRYPC DE TLALPAN, 2025

Peligro volcánico

Aspectos generales

El peligro volcánico es la probabilidad de que a partir de la actividad de un volcán se generen diferentes manifestaciones que puedan causar daños a las personas, bienes y al ambiente. Está relacionado con la actividad del volcán, no con la exposición de la población. Incluye amenazas como: gases volcánicos, caída de ceniza, proyectiles balísticos, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de lodo o lahares, avalanchas y derrames de lava.

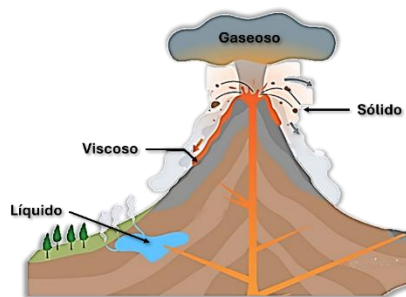
De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM), los productos que arrojan los volcanes son diversos y pueden clasificarse en diferentes estados físicos: gaseosos, líquidos, viscosos y sólidos (Tabla 55 y Figura 15) (SGM, 2024).

Tabla 55. Productos volcánicos según su estado físico

Estado físico	Características
Gaseoso	<p>Incluyen vapor de agua, que forma nubes blancas en grandes cantidades. Cuando está caliente y lleva partículas de roca, se transforma en nubes ardientes. También están las fumarolas, que son emisiones gaseosas clasificadas como secas (menos de 500°C), ácidas (entre 100°C y 500°C) y alcalinas o solfataras (entre 40°C y 100°C). Las emanaciones de anhídrido carbónico se denominan <i>mofetas</i>.</p> <p>Es importante mencionar que también hay gases tóxicos, como el ácido clorhídrico y el amoníaco. Además, los gases volcánicos pueden interactuar con el agua subterránea, generando fuentes termales, <i>géiseres</i> o volcanes de lodo en regiones volcánicas.</p>
Líquido	<p>Se trata de precipitaciones de agua caliente, las cuales representan un componente sumamente significativo de la actividad eruptiva volcánica. Estas lluvias térmicas son producto de la interacción entre los gases emitidos por el volcán y las fuentes de agua subterránea, generando así un fenómeno que puede tener repercusiones tanto en el entorno natural como en las comunidades circundantes. Su importancia radica en su capacidad para modificar el paisaje, afectar la calidad del agua y contribuir a la formación de nuevos ecosistemas.</p>
Viscoso	<p>Un ejemplo son los ríos de lodo, formados por materiales fragmentarios arrastrados por aguas calientes o fuertes lluvias. Otro ejemplo son las lavas, que representan el producto volcánico viscoso más significativo, compuestas por sustancias químicas como SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Fe₂O, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, H₂O, entre otras, cuya proporción varía según el tipo de lava:</p> <p>Ácidas: de colores claros, se funden a altas temperaturas y solidifican rápidamente, fluyendo a cortas distancias (andesitas, traquitas o dacitas);</p> <p>Básicas: de colores oscuros, se funden a temperaturas más bajas, fluyen a grandes distancias y se solidifican lentamente, formando lava acordonada (basaltos).</p>
Sólido (piroclásticos)	<p>Se diferencian por su acidez y contenido de anhídrido silícico, lo que influye en la actividad volcánica y la morfología de sus edificaciones. Entre los productos volcánicos están los <i>piroclastos</i>, materiales fragmentados emitidos en forma sólida o líquida. El término <i>tefra</i> se utiliza para referirse genéricamente a estos productos, aunque hay clasificaciones más específicas. Los fragmentos mayores de 32 mm se llaman <i>bombas</i> si estaban parcialmente fundidos y <i>bloques</i> si eran sólidos. Los fragmentos de 4 a 32 mm se denominan <i>lapilli</i>, sin importar su estado, y los más pequeños son <i>cenizas</i>.</p>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SGM

Figura 15. Estados de los productos volcánicos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

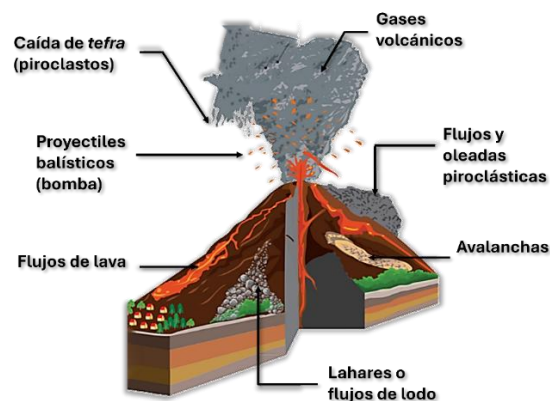
Por otro lado, el CENAPRED (2021), señala que los principales peligros relacionados con la actividad volcánica son (Tabla 56 y Figura 16):

Tabla 56. Peligros volcánicos

Peligro	Rasgo
Caída de tefra (piroclastos)	Se refiere a la deposición de fragmentos de material volcánico que varían en tamaño desde 2 mm (conocidos como cenizas) hasta 64 mm (denominados <i>lapilli</i>). Esta mezcla incluye ceniza y pómez, y se expulsa durante las explosiones volcánicas a través de fumarolas. Debido a su naturaleza ligera y la fuerza de la erupción, puede ser transportada por el viento, recorriendo así distancias significativas desde el cráter. Este fenómeno puede tener impactos en el medio ambiente y la salud humana, afectando la calidad del aire y el suelo en las áreas circundantes.
Proyectiles balísticos (bombas)	Son fragmentos de material con un tamaño superior a 64 mm, que pueden alcanzar varios metros de diámetro. Se generan como resultado de explosiones en el cráter del volcán.
Flujos de lavas	Son corrientes de roca fundida que se desplazan ladera abajo como un líquido espeso. Tienen la capacidad de incinerar áreas forestales, cultivos y edificaciones.
Gases volcánicos	Constituyen la fracción volátil del magma que se libera durante la actividad eruptiva. Algunos de los gases más peligrosos son: dióxido de azufre (SO ₂), ácido sulfhídrico (H ₂ S) y dióxido de carbono (CO ₂).
Flujos y oleadas piroclásticas	Son una combinación caótica de fragmentos de roca a altas temperaturas (alrededor de 700°C), junto con ceniza, pómez y gases. Estos fenómenos pueden alcanzar velocidades de hasta 200 km/h.
Avalanchas	Son el resultado de la presión ejercida por los gases en el interior del volcán, así como de sismos y la inestabilidad causada por la sobrecarga. Esta combinación desestabiliza la estructura del volcán, lo que puede provocar un colapso rápido en una parte del edificio volcánico.
Lahares o flujos de lodo	Se originan cuando los materiales expulsados durante las erupciones se combinan con agua, creando corrientes que descienden por la ladera.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL CENAPRED

Figura 16. Principales peligros volcánicos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL CENAPRED

La mayoría de los peligros volcánicos están vinculados a las erupciones; sin embargo, algunos de ellos pueden manifestarse incluso en ausencia de actividad eruptiva, como ocurre con los lahares y las avalanchas de escombros (CENAPRED, 2021).

Antecedentes

Dentro de la demarcación territorial de Tlalpan no se encuentra ningún volcán activo, sin embargo al sur de la alcaldía en un radio de 20 Km se encuentra el campo volcánico Chichinautzin, el más joven del Valle de México, en el cual se

encuentran conos que varían su altura entre 10 a 315 m. y con diámetros de 50 a 750 m. En dicho campo se encuentran alrededor de 220 volcanes con tres tipos de estructuras volcánicas: flujos de lava o domos lávicos, conos de escoria con pendientes de 30° y flujos asociados, y conos de lava con forma de escudo.

Como parte de este campo volcánico se encuentra el volcán Xitle, el cual tuvo la actividad más reciente de la región hace 1665 años aproximadamente (Valerio, López y Alcántara, 2019). Estas estructuras se formaron a partir de la actividad freatomagmática estromboliana y con actividad tipo hawaiano, dando origen a flujos de lava fisurales. La mayoría de los volcanes que componen este campo se encuentran en pequeños grupos alineados en dirección E-O, en dirección a la fractura más importante de la región, aunque algunos otros siguen una dirección NE y NO. Dicho campo aún continúa activo con probabilidad de generar un volcán nuevo.

En un rango de 100 Km se encuentran múltiples volcanes, uno de los más destacables dentro del radio es el volcán Popocatepetl, un volcán poligenético, que se encuentra activo actualmente, cuenta con monitoreo constante durante todo el año, el siguiente en orden de importancia es el estrato volcán poligenético en estado inactivo conocido como el Nevado de Toluca, el cual es un enorme cráter formado durante años, de igual forma se encuentra el volcán denominado Jocotitlán el cual es un estrato volcán poligenético en estado inactivo, ubicado en el Estado de México. En este radio también se encuentra el campo volcánico de Apan-Tezontepec, el cual está constituido por varios volcanes monogenéticos en estado inactivo.

En este sentido, el único volcán activo que puede originar afectaciones en la alcaldía es el Volcán Popocatepetl, el cual se eleva a 5,419.43 metros sobre el nivel del mar (msnm), es la tercera cúspide más alta de México. Este estratovolcán, de composición andesítico-dacítica, se encuentra en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano, con coordenadas de 19°01'23" N y 98°37'22" W. Su cráter tiene forma elíptica y mide 800 x 600 m, con una profundidad de 307 m (90 m de profundidad en el borde NE, que es el más bajo). Marca el extremo sur de la Sierra Nevada y limita al norte con el complejo volcánico Iztaccíhuatl a través del Paso de Cortés (3,685 msnm), donde hay un desnivel de 1,734 m. En sus vertientes este y sureste, rodeado por los valles de Puebla y Atlixco, presenta un desnivel mayor, con alturas de 3,300 a 3,800 m y una pendiente promedio de 34°. Al oeste y suroeste, sus laderas tienen un relieve más complejo, con montículos (hummocks) formados por derrumbes gigantes (avalanchas) del volcán (Siebe & Macías, 1995).

La historia eruptiva se caracteriza por dos colapsos que generaron flujos piroclásticos (Macías *et al.*, 1997). También se han documentado cuatro erupciones plinianas y una ultrapliniana, con edades de 45,000, 36,000, 24,000, 12,040 y 10,445 años. Esas explosiones provocaron la caída de cenizas y flujos piroclásticos. Además, se han registrado seis erupciones vulcanianas. La actividad del volcán también ha implicado la destrucción de domos, lo que ha dado lugar a la formación de flujos de bloques y cenizas. El último registro de actividad se data en 3.3 ka BP (ka = miles de años, siglas en inglés Before Present), y generó flujos piroclásticos y oleadas (CENAPRED, 2020).

En el siglo XX, el volcán tuvo actividad explosiva entre 1919 y 1927, caracterizada por erupciones de ceniza y la creación de un pequeño domo dentro del cráter, después de lo cual siguió un largo período de calma que duró varias décadas (Ferrés, *et al.* 2012). Tras setenta años de inactividad, se observó un aumento gradual en la actividad fumarólica del volcán, que volvió a entrar en erupción el 21 de diciembre de 1994 (CENAPRED, 2012).

La reciente actividad, que continúa hasta la fecha, ha implicado la emisión intermitente de cenizas y gases, junto con episodios de crecimiento y destrucción del domo situado dentro del cráter. Desde diciembre de 1994, la actividad del volcán Popocatepetl se ha caracterizado por exhalaciones y explosiones con emisión de ceniza, así como por la formación y destrucción de domos de lava a partir de marzo de 1996. Entre esta fecha y abril de 2003, se formaron 27 domos. Desde mayo de 2003 hasta junio de 2005, la actividad disminuyó, pero se reanudó en julio de 2005, con otros 10 domos formándose. Cada emplazamiento ha estado acompañado de sismos y señales de temblor. Durante el crecimiento de los domos, hay exhalaciones de vapor, gases y ceniza, y casi siempre culminan en explosiones destructivas. Se ha observado una relación entre la intensidad de estas explosiones y el crecimiento de los domos, aunque algunos han cubierto a los anteriores, lo que ha reducido lentamente el volumen del cráter (Tabla 57) (Instituto de Geofísica, 2019).

Tabla 57. Etapas del periodo actual de actividad del volcán Popocatepetl

Periodo	Características de la fase
Pre-octubre 1994	Fase estable

Periodo	Características de la fase
Octubre 1994 a 20 diciembre 1994	Fase de actividad premonitora
21 diciembre 1994 a 26 marzo 1996	Actividad fumarólica de limpieza de conductos
26 marzo 1996 a 15 marzo 1997	Fase de recarga, con el crecimiento de pequeños domos de lava
15 marzo 1997 a 30 junio 1997	Crecimiento y destrucción de un domo grande (3)
Julio de 1997 a septiembre De 1999	Fase posteruptiva de relajación, emplazamiento de numerosos domos pequeños
Septiembre de 1999 a diciembre De 2000	Fase de recarga, con el emplazamiento de domos cada vez más grandes
Noviembre de 2000 a 18 diciembre 2000	Emplazamiento muy rápido de un gran domo (12)
19 diciembre de 2000 a 23 enero de 2001	Fase eruptiva intensa, culminando en erupción VEI 3-4
Enero de 2001 a mayo de 2003	Fase posteruptiva de relajación, emplazamiento de numerosos domos pequeños
Mayo de 2003 a junio de 2005	Fase estable con mínima actividad
Julio de 2005 a 2009	Crecimiento de pequeños domos de lava
2010 y 2011	Fase de recarga, con el emplazamiento de domos cada vez más grandes

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL CENAPRED

El Plan Operativo del Volcán Popocatepetl establece acciones para proteger a la comunidad en riesgo volcánico, integrando a las dependencias públicas de los tres niveles de gobierno y a los sectores social y privado de la Ciudad de México. Basado en el Plan, los peligros volcánicos a los que está expuesta la Ciudad de México son:

- Caída de *tefra* (piroclastos)
- Lahares (flujos de lodo)
- Lava
- Flujos piroclásticos
- Dispersión de ceniza, arena y pómez
- Caída de balístico

Señala una interpretación en tres diferentes áreas: 1, 2 y 3, que indica peligrosidad alta, media y baja respectivamente, con el propósito de indicar que el mayor riesgo es hacia la cima del volcán (Figura 17). En este sentido, la alcaldía Tlalpan sólo puede sufrir afectaciones por caída de ceniza debido a la distancia a la que se encuentra del cono, encontrándose en el área 3. Los escenarios de mayor probabilidad de peligro por caída de ceniza indican dos espesores: uno con probabilidad de caída de 1 cm y otro de 1 mm; Tlalpan se encuentra fuera de estas dos zonas, sin embargo, se encuentra dentro de las trazas observadas de ceniza. En los escenarios de probabilidad intermedia y baja, se indican tres espesores: con probabilidad de caída de 10 cm, 1 cm y 1 mm., en los cuales Tlalpan se encuentra dentro de estos escenarios probables.

Figura 17. Zonas de peligrosidad

Area 1

Podría ser afectada por la caída de cantidades importantes de ceniza, arena y pómez, cuyas acumulaciones alcanzarían varios centímetros, en caso de erupciones pequeñas, y hasta varios metros en erupciones muy grandes.

Area 2

Caída moderada de ceniza, arena y pómez. Puede formar una capa de polvo con espesor de hasta 1 mm en erupciones pequeñas y hasta de 1 m en erupciones grandes.

Area 3

Zona menos afectada por caída de ceniza, arena y pómez. En erupciones pequeñas no habría caída de estos materiales, sin embargo, en erupciones grandes, se pueden acumular decenas de centímetros.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DE CGPCYGR

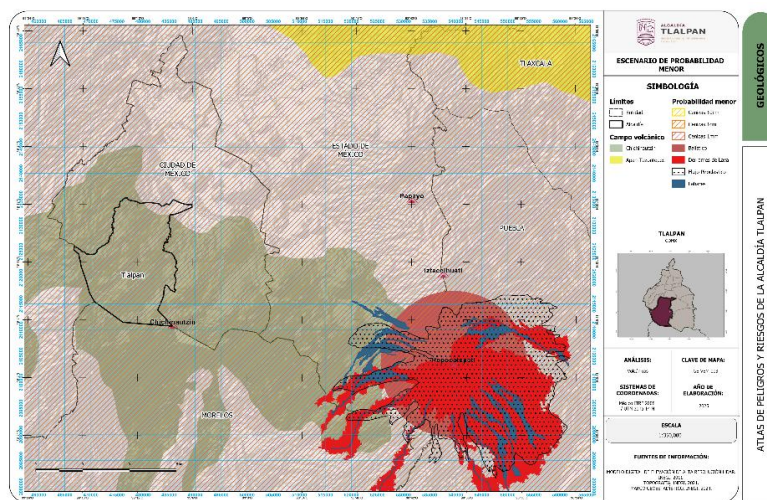
Escenarios de peligro

La reciente actividad del volcán Popocatepetl ha presentado una intensidad considerable, con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI, por sus siglas en inglés) que ha fluctuado entre los valores 2 y 3. Este rango indica que las erupciones han sido moderadas. Un valor VEI de 2 corresponde a una erupción de magnitud moderada, caracterizada por explosiones de baja a media intensidad que afectan principalmente las áreas circundantes con caída de ceniza y ligeros flujos de material volcánico. Por otro lado, un valor de VEI 3 se refiere a una erupción de mayor magnitud, que puede causar daños más extensos en las zonas cercanas al cráter, con caída de ceniza en áreas más alejadas, y potenciales riesgos para la salud y la seguridad de las comunidades en las cercanías.

Los mapas de peligro por caída de ceniza muestran tres escenarios distintos que reflejan erupciones volcánicas de diversas magnitudes: menor, intermedia y mayor. Estos escenarios fueron elaborados utilizando una combinación de observaciones realizadas en el campo y simulaciones por computadora, lo que permitió modelar con mayor precisión el comportamiento de la ceniza.

- La probabilidad menor (Mapa 57) indica que la caída de ceniza es poco probable, aunque no completamente descartada. El escenario de menor probabilidad señala las áreas donde se depositaría ceniza en caso de una erupción de gran magnitud, con columnas eruptivas superiores a los 20 km de altura. Las zonas con probabilidad de caída de ceniza, con espesores de 10 cm, 1 cm y 1 mm, están indicadas en achurados, mostrando una distribución más extensa de las trazas.

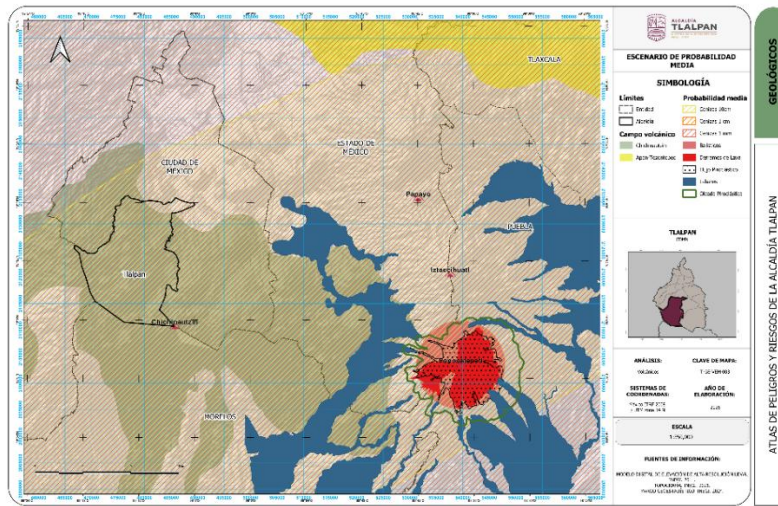
Mapa 57. Escenario de probabilidad menor del Volcán Popocatepetl.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INSTITUTO DE GEOFÍSICA, 2017

- En un escenario intermedio (Mapa 58) señala las áreas donde podría caer ceniza debido a erupciones con columnas eruptivas de entre 10 y 20 km de altura. Los distintos achurados indican las zonas con probabilidad de caída de ceniza en espesores de 10 cm, 1 cm, 1 mm. Existe una probabilidad moderada de que la ceniza afecte la zona, lo que requiere una vigilancia constante y preparación para mitigar posibles riesgos.

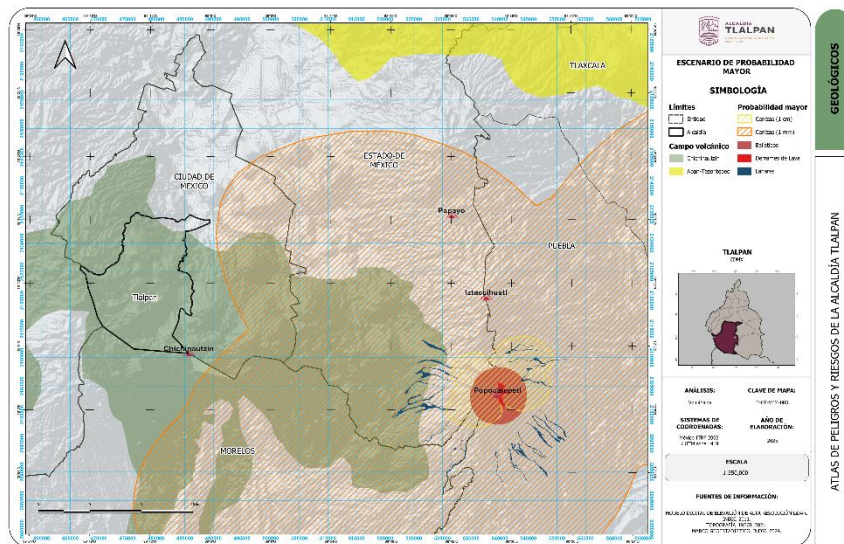
Mapa 58. Escenario de probabilidad media del Volcán Popocatepetl



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INSTITUTO DE GEOFÍSICA, 2017

- El escenario de mayor probabilidad (Mapa 59) corresponde a las erupciones más comunes, con columnas de ceniza inferiores a 10 km de altura. Los diversos tonos de achurado indican las áreas que podrían verse afectadas por la caída de ceniza en espesores de 1 cm, 1 mm. Este escenario refleja la situación más crítica, donde las condiciones son altamente favorables para una caída significativa de ceniza. La afectación es prácticamente inevitable, lo que hace imprescindible la implementación inmediata de medidas de seguridad para proteger la salud de la población y mitigar los impactos en el entorno. Este nivel de probabilidad demanda una respuesta rápida y coordinada.

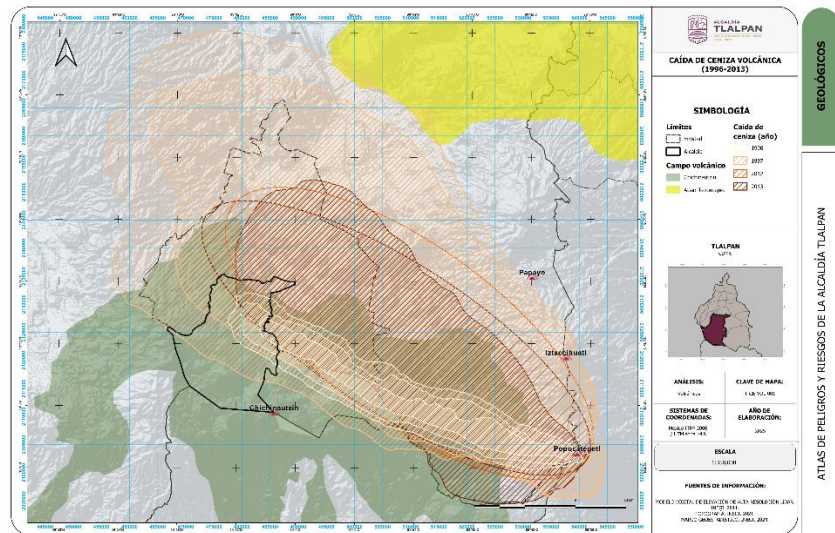
Mapa 59. Escenario de probabilidad mayor del Volcán Popocatepetl



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INSTITUTO DE GEOFÍSICA, 2017

De acuerdo con el Instituto de Geofísica (2017), las zonas con caída de ceniza registradas de 1994 a 2013 incluyen los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos Estado de México y Ciudad de México. No obstante, la alcaldía Tlalpan sólo ha presentado caída de ceniza en los años 1996, 1997, 2012 y 2013, siendo la zona norte de la demarcación territorial la que ha tenido más registros como se puede observar en el Mapa 60.

Mapa 60. Caída de ceniza volcánica que han afectado la alcaldía Tlalpan



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INSTITUTO DE GEOFÍSICA, 2017

Recomendaciones

El CENAPRED emite una serie de recomendaciones fundamentales para la protección de la población ante el peligro de caída de material volcánico, basándose en el monitoreo constante de la actividad volcánica y en la evaluación de los riesgos. Estas recomendaciones se clasifican en tres fases de acuerdo con la intensidad del fenómeno:

Figura 18. Recomendaciones por fases

Verde: situación normal

El volcán está tranquilo. Es momento oportuno para elaborar un plan familiar, identificar a las autoridades de Protección Civil y la señalización de:

- Rutas de evacuación
- Sitios de reunión
- Refugios temporales

Amarillo: alerta

El volcán está inquieto. Es necesario prepararse:

- Mantente al pendiente de las indicaciones oficiales
- Ten a la mano tus documentos importantes
- Acuerda con tu familia cómo llegar a los sitios de reunión
- Realiza simulacros de evacuación

Area 1: alarma

Hay peligro. ¡Es momento de evacuar!

- Conserva la calma
- Avisa a tus familiares y conocidos
- Sigue las instrucciones de las autoridades
- Dirígete a los sitios de menor riesgo o sitios de reunión
- Las personas que puedan evacuar por sus propios medios deben hacerlo

Fenómenos Hidrometeorológicos

Inundaciones

Aspectos generales

Las inundaciones son fenómenos generados a partir de las precipitaciones, oleaje, marea de tormenta o fallas de la infraestructura hidráulica que provocan un incremento en el nivel de la superficie libre del agua generando invasión donde normalmente no hay agua, generando daños en la población, actividades económicas e infraestructura y equipamiento urbano (CENAPRED, 2014). La OMM (1974) las define de manera sencilla como el aumento de agua por arriba del nivel normal de un cauce. Las inundaciones pueden ser originadas por tres causas:

- **Actividades humanas.** Como parte de la urbanización de las ciudades la superficie del terreno se cubre con asfalto o concreto haciéndolo impermeable impidiendo que la lluvia penetre el suelo. La deforestación es otra de las principales causas debido a que el agua de lluvia es retenida en cierta medida por la vegetación, en casos contrarios, el agua es arrastrada hacia las zonas bajas con sedimentos tapando el drenaje y azolvando los ríos y presas favoreciendo las inundaciones. Asimismo, la construcción de viviendas en zonas cercanas a los ríos y barrancas aumenta la vulnerabilidad de ser inundadas cuando ocurren precipitaciones mayores en un corto periodo de tiempo.
- **Exceso de precipitación.** Ya sea por la presencia del fenómenos atmosféricos como ciclones tropicales, lluvias orográficas, invernales o convectivas.
- **Falla de obras hidráulicas.** Se presentan cuando se rompe una presa, dique o bordo y el agua almacenada sale rápidamente causando daños a las comunidades aledañas y de las zonas bajas.

Las inundaciones pueden clasificarse por su origen en inundaciones pluviales, fluviales, costeras o fallas en la infraestructura hidráulica; o bien, por el tiempo de respuesta de la cuenca: inundaciones lentas o súbitas.

Antecedentes

De acuerdo con la Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la alcaldía, de 2018 a 2025 se presentaron un total de 172 reportes por inundaciones. Entre las zonas más afectadas se encuentran la noreste en los límites con Coyoacán y Xochimilco, la centro-norte (Tlalpan Centro) y la noroeste en los límites con la alcaldía La Magdalena Contreras en las colonias Héroes y Lomas de Padierna. Esta información concuerda con el mapa de puntos críticos de inundación desarrollado por el CENAPRED, que indica que son sitios propensos a inundarse. Cabe mencionar que en el 2025 se presentaron el mayor número de reportes debido a la presencia de lluvias de temporal. En la siguiente tabla se muestran los eventos más relevantes de la alcaldía relacionados con inundaciones (Tabla 58):

Tabla 58. Eventos relevantes de inundaciones en la alcaldía Tlalpan

Fecha	Evento	Descripción
12-13 sept 2024	Inundaciones en Tlalpan por lluvias intensas	Fuertes lluvias provocan inundaciones en vialidades principales como Calzada de Tlalpan, Periférico Sur e Insurgentes, con vehículos varados y caos vial.
31 jul 2025	Inundación severa en el sur de CDMX, Tlalpan	Tormenta provoca inundaciones que afectan Insurgentes Sur, Periférico Sur y otras vialidades; servicio de Metrobús parcialmente suspendido.
16 sept 2025	Inundaciones con alerta roja en Tlalpan	Lluvias intensas provocan encharcamientos en Picacho-Ajusco y Periférico Sur; SGIRPC activa alerta roja y se atienden zonas afectadas con operativo Tlaloque.

16 sept 2025	Viviendas inundadas y daños por lluvia	Más de 90 viviendas afectadas y acumulación de agua de hasta 80 cm en colonias como Granjas Coapa tras lluvias intensas.
Jul-Jun 2025	Operativos de atención y alertas por lluvias	Autoridades atendieron múltiples encharcamientos en Tlalpan y otras alcaldías ante lluvias fuertes o ligeras.
2024	Tlalpan entre alcaldías con más inundaciones	En 2024 Tlalpan registró 64 episodios de inundación por lluvias, siendo una de las demarcaciones más afectadas en la CDMX.

ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Otro de los eventos importantes ocurrió en el año 2020 durante la pandemia de COVID-19 en el cual se alcanzó una lámina de lluvia de 44.70 mm afectando la Carretera Picacho Ajusco y los hospitales como el Manuel Gea González al desbordarse el Río San Buenaventura.

Estudio de peligro por inundación

Análisis hidrológico

Tlalpan queda comprendido en parte de las siguientes regiones hidrológicas: "Cuenca de México" (No. 12), que cubre la porción centro-oeste con una superficie de 230.878 km², "Río Balsas" (No. 18) con un área de 83.375 km², en la parte sur; esta comprende la porción de la cuenca del Valle de México. Una cuenca se define como aquella área que concentra sus aguas en una salida en común. Dado que los sitios a analizar son muy cercanos, se establecerá que para el dren la cuenca tributaria se determine en el sitio de análisis. Por ello, las cuencas se denominarán cuenca Ciudad de México.

- **Subcuencas de aportación**

Una cuenca se define como aquella área que concentra sus aguas en una salida en común. Dado que los sitios a analizar son muy cercanos, se establecerá que para el dren la cuenca tributaria se determine en el sitio de análisis. Por ello, las cuencas se denominarán cuenca Ciudad de México.

Partiendo de los datos altimétricos de los modelos digitales de elevación de tipo terreno a partir de tecnología LiDAR con resolución de 5 metros por píxel (INEGI, 2018), y auxiliándose en las curvas de nivel incluidas en los conjuntos vectoriales escala 1:50,000 y de la red hidrológica, ambas del INEGI; se trazó el parteaguas.

- **Análisis de lluvias**

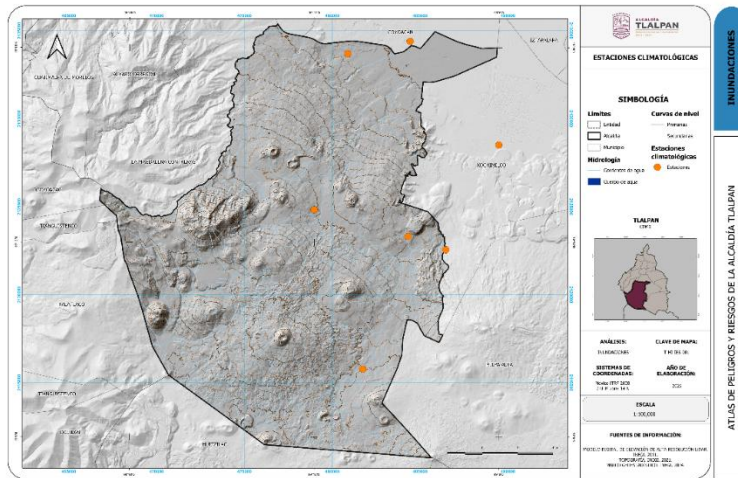
Un análisis integral de precipitación incluye según sea el objetivo que se persigue, una temporalidad distinta de análisis, frecuentemente diaria y mensual. Estos enfoques son clave en el entendimiento de la respuesta de la cuenca hacia eventos con una naturaleza opuesta; por un lado, las lluvias mensuales tienen un comportamiento homogéneo y poco variable en el tiempo el cual es clave en el régimen de escurrimientos medios de una corriente fluvial. Por otro lado, la serie histórica es errática y tiene una relación directa con los máximos instantáneos, además el enfoque es probabilista. Para la composición de bases de datos de lluvias máximas diarias y lluvias acumuladas mensuales promedio se hace uso de información pluviométrica de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como las estaciones de la Gerencia de Aguas Superficiales de la CONAGUA.

- **Estaciones climatológicas base**

El primer paso dentro del apartado consistió en identificar aquellas estaciones climatológicas que están dentro o cercanas a la cuenca de análisis. De este proceso, se localizaron las estaciones climatológicas que podrían tener influencia en la cuenca de estudio. Para esto se utilizó como base el "Estudio para regionalizar los gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundación fluviales en todas las cuencas de la República Mexicana" en su tomo II "Análisis estadístico regional de las precipitaciones máximas anuales registradas en más de 2,000 estaciones pluviométricas" elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el año 2016, cuyo objetivo fue proporcionar resultados y herramientas para estimar gastos de diseño asociados a distintos periodos de retorno.

En el Mapa 61 se muestra espacialmente la localización de las estaciones climatológicas utilizadas en este estudio y el cual fue base para determinar las diferentes lluvias asociadas a los periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.

Mapa 61. Estaciones climatológicas utilizadas en el estudio



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

- **Calidad de registros**

Se generó una revisión sobre la calidad y cantidad de datos que se tienen en las estaciones base, lo cual resultó en que se tiene una buena continuidad de datos. Finalmente, se aplican una serie de condiciones para verificar la validez de los registros, los cuales se mencionan a continuación:

Los datos de lluvia acumulada diaria sean positivos.

- Cada año de registros debe contener al menos el 90% del total posible para considerarse, siempre y cuando el déficit de información no esté comprendido en la época de lluvias intensas.
- Derivado de falta de datos y estar en una zona con condiciones altimétricas y pluviales distintas en demasía al de la cuenca tributaria,
- De manera consecuente contemplando 111 estaciones restantes, fue necesario establecer el nivel de influencia de cada estación sobre la cuenca. Planteado lo anterior, se trazan los polígonos de Thiessen con base en las estaciones climatológicas.

Cada una de las estaciones cercanas tiene una influencia dentro de las subcuencas de Tlalpan para esto se realizaron los polígonos de Thiessen en el software ArcMap 10.3. La siguiente tabla el área de influencia en las subcuencas, así como el porcentaje de influencia de cada una de las estaciones pluviométricas.

- **Cálculos**

- **Curvas I-D-Tr**

Las curvas I-D-Tr representan una forma conjunta de las tres variables con las cuales se define la lluvia: la relación de la magnitud (intensidad), duración y periodo de retorno. Estas curvas son un elemento básico en el cálculo de las avenidas de diseño, las cuales a su vez se utilizan en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas tales como: puentes, alcantarillas, bordos, presas, drenajes pluviales urbanos, canales y determinación de los niveles de inundación en las márgenes de ríos, por mencionar solo algunas.

- **Método de Bell**

Para el cálculo de alturas de precipitación menores o iguales a diez años de periodo de retorno, Bell propone la siguiente expresión:

$$P_t^{Tr} = (0.35 \ln(Tr) + 0.76)(0.54(t)^{0.25} - 0.5)P_{60}^2$$

Donde:

P_t^{Tr} = Altura de precipitación en mm para un periodo de retorno Tr y una duración de la tormenta t .

Tr = Periodo de retorno en años.

t = Duración de la tormenta en minutos.

El valor de P_{60}^2 se calcula despejándolo del cociente de lluvia-duración R .

$$R = \frac{P_{60}^2}{P_{1440}^2}$$

Donde:

R = Cociente lluvia-duración

P_{60}^2 = Altura de precipitación para un periodo de retorno de dos años y una duración de sesenta minutos.

P_{1440}^2 = Altura de precipitación para un periodo de retorno de dos años y una duración de la tormenta de veinticuatro horas en minutos, la cual se calcula como:

$$P_{1440}^2 = \beta - \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right)$$

El valor de R fue 0.3, el cual se toma del promedio de los pluviógrafos. Así se infiere que el régimen de las lluvias es influenciado de manera muy importante por lluvias de larga duración, esencialmente de origen ciclónico.

o **Método de Cheng-Lung-Chen**

Para el cálculo de alturas de precipitación mayores o iguales a diez años de periodo de retorno Chen-Lung Chen propone la siguiente expresión:

$$P_t^{Tr} = \frac{\alpha P_{60}^{10} \log(10^{2-F} Tr^{F-1}) t}{60 (t + b)^c}$$

Donde:

P_t^{Tr} = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno Tr y una duración de la tormenta t .

Tr = Periodo de retorno en años.

α, b, c = parámetros regionales en función de R .

P_{60}^{10} = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno de diez años y una duración de sesenta minutos, la cual se calcula con la fórmula de Bell.

F = Cociente de lluvia-periodo de retorno, calculado con la siguiente expresión:

$$F = \frac{P_t^{100}}{P_t^{10}} = \frac{P_{1440}^{100}}{P_{1440}^{10}} = \frac{\beta - \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{100}{100 - 1} \right) \right) \beta - \frac{1}{\alpha}}{\beta - \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{10}{10 - 1} \right) \right)}$$

P_{1440}^{100} = Altura de precipitación en mm. Para un periodo de retorno de 100 años y una duración de veinticuatro horas en minutos.

P_{1440}^{10} = Altura de precipitación en mm. Para un periodo de retorno de 10 años y una duración de veinticuatro horas en minutos.

Nota: Los parámetros regionales "a", "b" y "c" se determinaron ajustando una función a las curvas que describen su comportamiento y que son un estándar.

o **Ajuste de función de distribución de probabilidad a datos de lluvias**

Las muestras históricas de las lluvias máximas diarias anuales correspondientes a la red climatológica básica fueron procesadas mediante las funciones de distribución de probabilidad (FDP) más usuales para obtener los valores de lluvia máximas probables correspondientes a diferentes períodos de retorno.

El análisis probabilístico de los datos se realizó el cual ajusta distintas funciones de probabilidad a la muestra compuesta por valores máximos anuales y calcula el error estándar de cada una de ellas respecto a dicha muestra utilizando funciones de distribución de probabilidad, tales como Gumbel, y Doble Gumbel. A continuación, se muestran las funciones listadas anteriormente.

Gumbel

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Gumbel para dos poblaciones

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha_1(x-\beta_1)}} \left[p + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}} \right]$$

El método de momentos consiste en igualar los valores de los parámetros estadísticos de la muestra con los de la población, es decir, que la media, varianza y asimetría (primero, segundo y tercer momentos) de la muestra sean iguales a los de la función de distribución de probabilidad.

El método de máxima verosimilitud busca maximizar la función de verosimilitud L(x) para encontrar el mejor ajuste de cada función de probabilidad. La función se define como:

$$L = \prod_{i=1}^N f(x_i)$$

Donde π es el operador que indica el producto de los valores que representa su argumento (semejante al operador suma Σ , ya que mientras $\Sigma x_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots$, el operador π se define como $\pi X_i = X_1 X_2 X_3 \dots$).

El error estándar es una medida del buen o mal ajuste de la función de probabilidad a los datos históricos, y está dado por la expresión:

$$e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_c)^2}{n}}$$

Donde:

e error estándar de ajuste

- x_i Valor del Registro de la muestra de datos
- x_c Valor calculado
- n Número de parámetros de la función

o **Distribución Gumbel**

Si se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene n eventos y se selecciona el máximo x de los n eventos de cada muestra, a medida que n aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

y su función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

donde α y β son parámetros de la función y se calculan con:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \qquad \beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

donde σ y μ (media y desviación estándar de los datos) se pueden obtener de la siguiente tabla (Figura 19):

Figura 19. Constantes del tamaño de la muestra n en la función Gumbel

n			n			n			n		
8	0.484	0.904	28	0.534	1.104	48	0.547	1.157	76	0.556	1.190
9	0.490	0.928	29	0.535	1.108	49	0.548	1.159	78	0.556	1.192
10	0.495	0.949	30	0.536	1.112	50	0.548	1.160	80	0.556	1.193
11	0.499	0.967	31	0.537	1.115	51	0.548	1.162	82	0.557	1.195
12	0.503	0.983	32	0.538	1.119	52	0.549	1.163	84	0.557	1.196
13	0.507	0.997	33	0.538	1.122	53	0.549	1.165	86	0.558	1.198
14	0.510	1.009	34	0.539	1.125	54	0.550	1.166	88	0.558	1.199
15	0.512	1.020	35	0.540	1.128	55	0.550	1.168	90	0.558	1.200
16	0.515	1.031	36	0.541	1.131	56	0.550	1.169	92	0.558	1.202
17	0.518	1.041	37	0.541	1.133	57	0.551	1.170	94	0.559	1.203
18	0.520	1.049	38	0.542	1.136	58	0.551	1.172	96	0.559	1.204
19	0.522	1.056	39	0.543	1.138	59	0.551	1.173	98	0.559	1.205
20	0.523	1.062	40	0.543	1.141	60	0.552	1.174	100	0.560	1.206
21	0.525	1.069	41	0.544	1.143	62	0.552	1.177	150	0.564	1.225
22	0.526	1.075	42	0.544	1.145	64	0.553	1.179	200	0.567	1.236
23	0.528	1.081	43	0.545	1.148	66	0.553	1.181	250	0.568	1.242
24	0.529	1.086	44	0.545	1.149	68	0.554	1.183	300	0.569	1.247
25	0.530	1.091	45	0.546	1.151	70	0.554	1.185	500	0.572	1.258
26	0.532	1.096	46	0.546	1.153	72	0.555	1.187	1000	0.574	1.268
27	0.533	1.100	47	0.547	1.157	74	0.556	1.189		0.577	1.282

Obtenidos los anteriores parámetros de los datos registrados, se despeja x de la función de probabilidad, la cual representa en este caso la lluvia ajustada, obteniendo así la siguiente expresión:

$$x = \beta - \frac{1}{\alpha} \ln \ln \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right)$$

Para cada valor X_i se calcula su valor ajustado x , así como el error cuadrático.

o **Distribución Doble Gumbel**

La distribución de valores extremos tipo I ó distribución Gumbel nace con Fisher y Tippett, en los años veinte con la teoría de valores extremos, Escalante y Reyes (2002). En los años treinta, Gumbel realiza aplicaciones prácticas usando los estadísticos de valores extremos de distribuciones del tiempo de duración de la vida humana y en 1941 publica algunos artículos con respecto a sus aplicaciones en el análisis de frecuencias de gastos máximos y mínimos. Jenkinson (1955) demostró que está distribución es un caso especial de la distribución general de valores extremos, Chow et al. (1994). La función de distribución acumulada está dada por la siguiente ecuación:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha_1(x-\beta_1)}} \left[p + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}} \right]$$

El criterio de elección del ajuste recomienda utilizar la función de distribución de probabilidad que obtenga el mínimo valor error estándar en el ajuste. Es así mismo aceptada la recomendación de CONAGUA de preferir los resultados obtenidos con las distribuciones Gumbel o Gumbel para dos poblaciones, por su aplicabilidad al comportamiento de los registros históricos en nuestro país (Tabla 59).

Tabla 59. Datos de precipitación por estación para los diferentes periodos de retorno

Tr	9002	9004	9014	9020	9022	9037	9034	9041	17039	17047
2	52.51	45.84	48.01	49.27	54.10	45.98	45.23	53.38	83.88	76.51
5	67.43	58.87	61.66	63.27	69.48	59.05	58.09	68.56	105.07	95.84
10	77.38	67.55	70.76	72.60	79.73	67.76	66.66	78.67	120.97	110.33
20	86.77	75.76	79.35	81.42	89.42	75.99	74.76	88.23	137.74	125.63
50	98.93	86.37	90.47	92.83	101.94	86.64	85.23	100.59	159.82	145.77
100	107.78	94.09	98.55	101.13	111.06	94.39	92.85	109.58	176.59	161.07

ESTACIÓN	ÁREA	ÁREA	%	Tr	Precipitación en mm
9002	122950352.4	122.95	39.1%	2	51.71
9004	28640528.7	28.64	9.1%	5	66.41
9014	17177409.8	17.18	5.5%	10	76.21
9020	43005041.4	43.01	13.7%	20	85.46
9022	94421406.1	94.42	30.0%	50	97.44
9041	8054160.2	8.05	2.6%	100	106.15

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

o **Curvas intensidad duración periodo de retorno (I-D-Tr)**

La lluvia se presenta en función del tiempo, por lo que la intensidad de la lluvia es directamente proporcional a la altura de precipitación e inversamente proporcional al tiempo (Campos Aranda, 1983). Por lo cual, podemos definir la intensidad de la lluvia "I" en mm/hr mediante la relación siguiente:

$$I_t^{Tr} = \frac{P_t^{Tr}}{t}$$

I_t^{Tr} = Intensidad de la lluvia en mm/hr, para un periodo de retorno Tr en años y una duración t en horas.

P_t^{Tr} = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno Tr en años y una duración de la tormenta t en minutos.

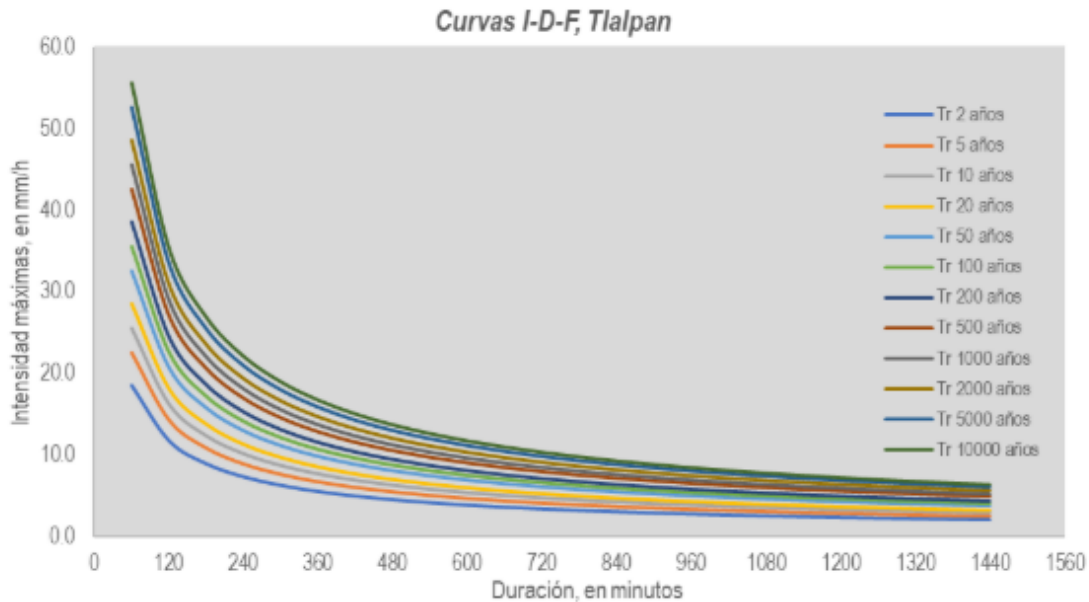
t = Duración de la tormenta en horas.

Las curvas Intensidad-Duración-Periodo de retorno se muestran de manera consecutiva, al igual que los datos fuente.

Tabla 60. Precipitaciones máximas (mm) por minutos

Tr	Precipitaciones máximas en mm para duraciones en minutos											
	10	30	60	90	120	240	300	600	900	1200	1500	1800
2	8.4	13.9	18.2	21.1	23.4	29.5	31.7	39.4	44.6	48.6	51.9	54.8
5	11.0	18.3	24.0	27.9	30.8	38.9	41.9	52.0	58.9	64.1	68.5	72.3
10	13.0	21.6	28.4	33.0	36.5	46.1	49.5	61.6	69.7	75.9	81.1	85.5
20	15.1	25.0	32.8	38.1	42.1	53.2	57.2	71.1	80.4	87.7	93.6	98.8
50	17.7	29.4	38.6	44.8	49.6	62.6	67.3	83.7	94.7	103.2	110.2	116.3
100	19.8	32.8	43.1	49.9	55.3	69.8	75.0	93.3	105.5	115.0	122.8	129.5
200	17.4	29.5	38.6	44.6	49.1	61.5	66.0	81.8	92.6	97.9	106.8	114.3
500	19.2	32.6	42.6	49.2	54.2	67.9	72.8	90.3	102.2	108.0	117.9	126.1
1000	20.5	34.9	45.7	52.7	58.1	72.7	78.0	96.7	109.5	115.7	126.3	135.1
2000	21.9	37.2	48.7	56.2	61.9	77.5	83.2	103.1	116.7	123.4	134.6	144.0
5000	23.7	40.3	52.7	60.8	67.0	83.9	90.0	111.6	126.3	133.5	145.7	155.9
10000	25.0	42.6	55.7	64.3	70.8	88.7	95.2	118.0	133.5	141.2	154.0	164.8

Gráfica 24 Curva I-D-Tr, Tlalpan



- Determinación de hietogramas

Un hietograma es un diagrama de barras que muestra la variación de la intensidad o la altura de la precipitación pluvial en intervalos de tiempo determinados. Para determinar un hietograma, se necesitan los siguientes datos: Precipitación, Duración de la lluvia, Intervalos de tiempo del hietograma, Factor regional. Para el caso de Tlalpan se determinaron los hietogramas para cada una de las subcuencas de análisis, estos hietogramas serán insumos para el modelo numérico hidráulico.

Tabla 61 Intensidad de precipitación según duración y frecuencia para Tlalpan

Duración (minutos)	Valores de Intensidad de precipitación según Duración de la misma y Frecuencia de repetición											
	Periodo de retorno (años)											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
60	18.54	22.54	25.57	28.59	32.59	35.61	38.63	42.63	45.66	48.68	52.68	55.70
120	11.79	14.34	16.26	18.18	20.72	22.65	24.57	27.11	29.03	30.96	33.50	35.42
180	8.98	10.91	12.38	13.84	15.78	17.24	18.71	20.64	22.11	23.57	25.51	26.97
240	7.38	8.97	10.18	11.38	12.97	14.18	15.38	16.97	18.18	19.38	20.97	22.18
300	6.34	7.70	8.74	9.77	11.14	12.17	13.20	14.57	15.60	16.63	18.00	19.03
360	5.59	6.80	7.71	8.62	9.82	10.74	11.65	12.85	13.76	14.68	15.88	16.79
420	5.03	6.11	6.93	7.75	8.83	9.65	10.47	11.56	12.38	13.20	14.28	15.10
480	4.58	5.57	6.32	7.07	8.06	8.80	9.55	10.54	11.29	12.03	13.02	13.77
540	4.23	5.14	5.83	6.51	7.42	8.11	8.80	9.71	10.40	11.09	12.00	12.69
600	3.93	4.77	5.42	6.06	6.90	7.54	8.18	9.03	9.67	10.31	11.16	11.80
660	3.68	4.47	5.07	5.67	6.46	7.06	7.66	8.45	9.05	9.65	10.44	11.04
720	3.46	4.21	4.77	5.34	6.08	6.65	7.21	7.96	8.52	9.09	9.83	10.40
780	3.27	3.98	4.51	5.05	5.75	6.29	6.82	7.53	8.06	8.59	9.30	9.83
840	3.11	3.78	4.29	4.79	5.46	5.97	6.48	7.15	7.66	8.16	8.83	9.34
900	2.96	3.60	4.09	4.57	5.21	5.69	6.18	6.81	7.30	7.78	8.42	8.90
960	2.83	3.44	3.91	4.37	4.98	5.44	5.90	6.52	6.98	7.44	8.05	8.51
1020	2.72	3.30	3.75	4.19	4.77	5.22	5.66	6.25	6.69	7.13	7.72	8.16
1080	2.61	3.17	3.60	4.03	4.59	5.01	5.44	6.00	6.43	6.85	7.42	7.84
1140	2.51	3.06	3.47	3.88	4.42	4.83	5.24	5.78	6.19	6.60	7.14	7.55
1200	2.43	2.95	3.34	3.74	4.26	4.66	5.05	5.58	5.97	6.37	6.89	7.29
1260	2.35	2.85	3.23	3.62	4.12	4.50	4.89	5.39	5.77	6.16	6.66	7.04
1320	2.27	2.76	3.13	3.50	3.99	4.36	4.73	5.22	5.59	5.96	6.45	6.82
1380	2.20	2.68	3.03	3.39	3.87	4.23	4.59	5.06	5.42	5.78	6.25	6.61
1440	2.14	2.60	2.95	3.29	3.75	4.10	4.45	4.91	5.26	5.61	6.07	6.42

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Periodo de retorno de 2 años (Tr=2 años)

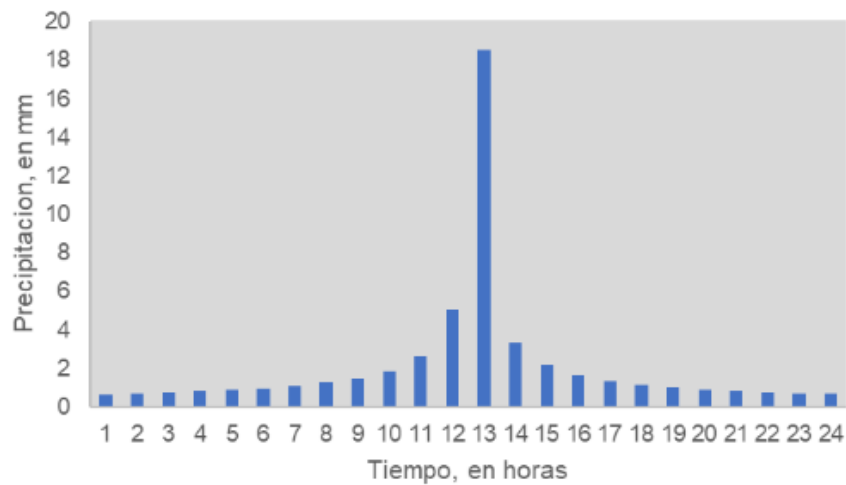
Tabla 62. Datos de hietograma para un periodo de retorno de 2 años (Tr=2)

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 2 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)		24				
Intesidad de lluvia (mm/h)		4.23				
Precipitación en 24 horas (mm)		101.41				
Intervalos de tiempo (min)		60				
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	18.54	18.54	18.54	18.54	0.66	0.66
120	11.79	23.59	5.04	5.04	0.70	0.70
180	8.98	26.94	3.35	3.35	0.75	0.75
240	7.38	29.53	2.60	2.60	0.81	0.81
300	6.34	31.69	2.15	2.15	0.88	0.88
360	5.59	33.54	1.86	1.86	0.97	0.97
420	5.03	35.19	1.65	1.65	1.09	1.09
480	4.58	36.67	1.48	1.48	1.25	1.25
540	4.23	38.03	1.36	1.36	1.48	1.48
600	3.93	39.28	1.25	1.25	1.86	1.86
660	3.68	40.44	1.16	1.16	2.60	2.60
720	3.46	41.54	1.09	1.09	5.04	5.04
780	3.27	42.56	1.03	1.03	18.54	18.54
840	3.11	43.54	0.97	0.97	3.35	3.35
900	2.96	44.46	0.93	0.93	2.15	2.15
960	2.83	45.35	0.88	0.88	1.65	1.65
1020	2.72	46.19	0.84	0.84	1.36	1.36
1080	2.61	47.00	0.81	0.81	1.16	1.16
1140	2.51	47.78	0.78	0.78	1.03	1.03
1200	2.43	48.53	0.75	0.75	0.93	0.93
1260	2.35	49.25	0.72	0.72	0.84	0.84
1320	2.27	49.95	0.70	0.70	0.78	0.78
1380	2.20	50.63	0.68	0.68	0.72	0.72
1440	2.14	51.29	0.66	0.66	0.68	0.68

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Gráfica 25 Hietograma para periodo de retorno de 2 años

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 2 AÑOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Periodo de retorno de 5 años (Tr=5 años)

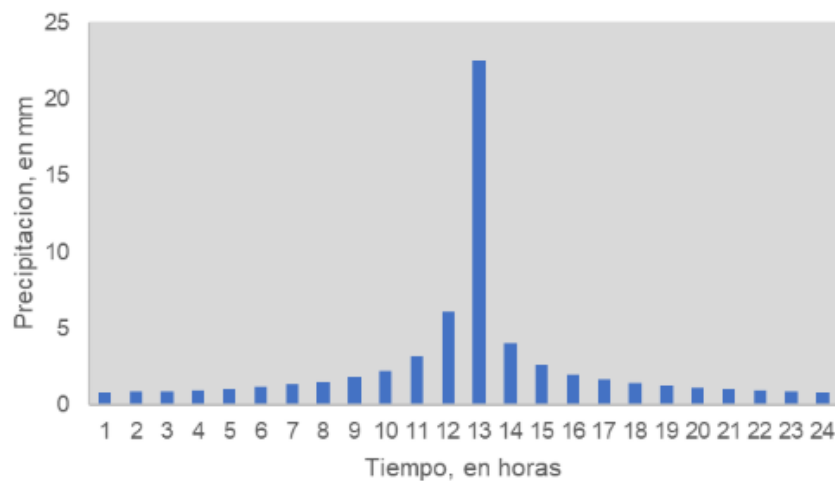
Tabla 63 Hietograma para un periodo de retorno de 5 años (Tr=5 años)

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 5 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)		24				
Intensidad de lluvia (mm/h)		5.14				
Precipitación en 24 horas (mm)		123.27				
Intervalos de tiempo (min)		60				
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	22.54	22.54	22.54	22.54	0.80	0.80
120	14.34	28.67	6.13	6.13	0.85	0.85
180	10.91	32.74	4.07	4.07	0.91	0.91
240	8.97	35.90	3.15	3.15	0.98	0.98
300	7.70	38.52	2.62	2.62	1.07	1.07
360	6.80	40.77	2.26	2.26	1.18	1.18
420	6.11	42.77	2.00	2.00	1.33	1.33
480	5.57	44.58	1.80	1.80	1.52	1.52
540	5.14	46.23	1.65	1.65	1.80	1.80
600	4.77	47.75	1.52	1.52	2.26	2.26
660	4.47	49.16	1.42	1.42	3.15	3.15
720	4.21	50.49	1.33	1.33	6.13	6.13
780	3.98	51.74	1.25	1.25	22.54	22.54
840	3.78	52.92	1.18	1.18	4.07	4.07
900	3.60	54.05	1.12	1.12	2.62	2.62
960	3.44	55.12	1.07	1.07	2.00	2.00
1020	3.30	56.15	1.03	1.03	1.65	1.65
1080	3.17	57.13	0.98	0.98	1.42	1.42
1140	3.06	58.08	0.95	0.95	1.25	1.25
1200	2.95	58.99	0.91	0.91	1.12	1.12
1260	2.85	59.87	0.88	0.88	1.03	1.03
1320	2.76	60.72	0.85	0.85	0.95	0.95
1380	2.68	61.54	0.82	0.82	0.88	0.88
1440	2.60	62.34	0.80	0.80	0.82	0.82

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Gráfica 26. Hietograma para un periodo de retorno de 5 años

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 5 AÑOS



Periodo de retorno de 10 años (Tr=10 años)

Tabla 64. Hietograma para un periodo de retorno de 10 años

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 10 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)		24				
Intensidad de lluvia (mm/h)		5.83				
Precipitación en 24 horas (mm)		139.80				
Intervalos de tiempo (min)		60				
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	25.57	25.57	25.57	25.57	0.91	0.91
120	16.26	32.52	6.95	6.95	0.96	0.96
180	12.38	37.14	4.62	4.62	1.03	1.03
240	10.18	40.71	3.58	3.58	1.12	1.12
300	8.74	43.68	2.97	2.97	1.22	1.22
360	7.71	46.24	2.56	2.56	1.34	1.34
420	6.93	48.51	2.27	2.27	1.50	1.50
480	6.32	50.56	2.05	2.05	1.73	1.73
540	5.83	52.43	1.87	1.87	2.05	2.05
600	5.42	54.15	1.73	1.73	2.56	2.56
660	5.07	55.76	1.61	1.61	3.58	3.58
720	4.77	57.26	1.50	1.50	6.95	6.95
780	4.51	58.68	1.42	1.42	25.57	25.57
840	4.29	60.02	1.34	1.34	4.62	4.62
900	4.09	61.30	1.28	1.28	2.97	2.97
960	3.91	62.51	1.22	1.22	2.27	2.27
1020	3.75	63.68	1.16	1.16	1.87	1.87
1080	3.60	64.79	1.12	1.12	1.61	1.61
1140	3.47	65.87	1.07	1.07	1.42	1.42
1200	3.34	66.90	1.03	1.03	1.28	1.28
1260	3.23	67.90	1.00	1.00	1.16	1.16
1320	3.13	68.86	0.96	0.96	1.07	1.07
1380	3.03	69.80	0.93	0.93	1.00	1.00
1440	2.95	70.70	0.91	0.91	0.93	0.93

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Gráfica 27 Hietograma para un periodo de retorno de 10 años



Periodo de retorno de 25 años (Tr=25 años)

Tabla 65 Hietograma para un periodo de retorno de 25 años

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 25 AÑOS						
Duración de la tormenta (h)	24					
Intesidad de lluvia (mm/h)	6.51					
Precipitación en 24 horas (mm)	156.34					
Intervalos de tiempo (min)	60					
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	28.59	28.59	28.59	28.59	1.01	1.01
120	18.18	36.36	7.77	7.77	1.08	1.08
180	13.84	41.53	5.17	5.17	1.16	1.16
240	11.38	45.53	4.00	4.00	1.25	1.25
300	9.77	48.85	3.32	3.32	1.36	1.36
360	8.62	51.71	2.86	2.86	1.50	1.50
420	7.75	54.25	2.54	2.54	1.68	1.68
480	7.07	56.54	2.29	2.29	1.93	1.93
540	6.51	58.63	2.09	2.09	2.29	2.29
600	6.06	60.56	1.93	1.93	2.86	2.86
660	5.67	62.35	1.80	1.80	4.00	4.00
720	5.34	64.03	1.68	1.68	7.77	7.77
780	5.05	65.62	1.59	1.59	28.59	28.59
840	4.79	67.12	1.50	1.50	5.17	5.17
900	4.57	68.55	1.43	1.43	3.32	3.32
960	4.37	69.91	1.36	1.36	2.54	2.54
1020	4.19	71.21	1.30	1.30	2.09	2.09
1080	4.03	72.46	1.25	1.25	1.80	1.80
1140	3.88	73.66	1.20	1.20	1.59	1.59
1200	3.74	74.81	1.16	1.16	1.43	1.43
1260	3.62	75.93	1.12	1.12	1.30	1.30
1320	3.50	77.01	1.08	1.08	1.20	1.20
1380	3.39	78.05	1.04	1.04	1.12	1.12
1440	3.29	79.06	1.01	1.01	1.04	1.04

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Gráfica 28 Hietograma para un periodo de retorno de 25 años



Modelación hidráulica

El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos (Figura 20).

Figura 20. Logotipo de plataforma de simulación Iber



Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, que constituye la base de Iber, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad (ecuaciones de St. Venant 2D). El módulo de turbulencia permite incluir las tensiones turbulentas en el cálculo hidrodinámico, pudiéndose utilizar para ello diferentes modelos de turbulencia para aguas someras con diferente grado de complejidad. En la versión actual se incluyen un modelo parabólico, un modelo de longitud de mezcla y un modelo k-ε. El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte de fondo y transporte turbulento en suspensión, calculando a partir del balance de masa de sedimento la evolución de la cota de fondo.

- **Identificación y recopilación de información**

Toda la información se obtuvo de fuentes oficiales y libres, disponibles para consulta pública, además de algunas simplificaciones y consideraciones tomadas correspondientes a las características particulares de la cada cuenca.

- ❖ **Datos del terreno**

Para alimentar el modelo se requiere información de la configuración topográfica del terreno, la cual se consultó directamente en la página de INEGI (inegi.org.mx), del sitio de descarga de mapas digitales Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) y modelos digitales de elevación con resolución de 1.5 x 1.5 metros.

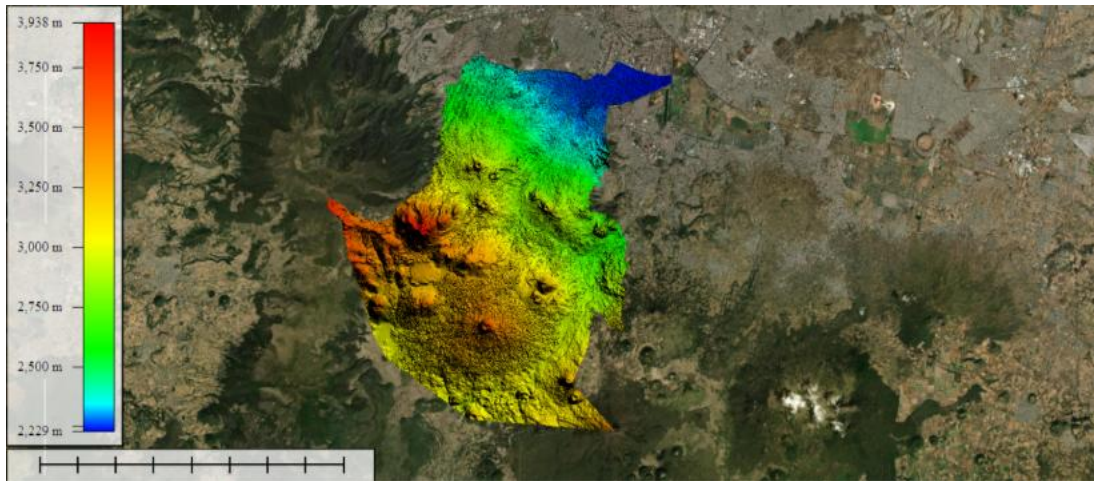
Los modelos son un producto que representan las elevaciones del territorio continental mexicano, mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica se encuentra definida por coordenadas (X,Y) a las que se le integran valores que representan las elevaciones(Z). Los puntos se encuentran espaciados y distribuidos de modo regular.

La información disponible en INEGI se consulta de manera gratuita con el numero identificador de las cartas topográficas. Ventajas de usar el CEM Se destacan las siguientes:

- Se utilizaron diversos tipos de información fuente para generar el CEM.
- La información fuente se estructuró en continuos.
- Los continuos permitieron una disponibilidad total e inmediata de la información fuente con cobertura del territorio continental mexicano.
- Cuenta con una resolución de 15 metros que permite la realización de diversos análisis.
- Se utilizó un modelo de interpolación robusto reconocido a nivel internacional denominado ANUDEM
- Se encuentra disponible en el portal del INEGI.

Tomando como base lo anterior, se generó un modelo digital de elevaciones con la delimitación política de Tlalpan.

Figura 21 Modelo de elevación, Tlalpan



Además de la información del INEGI, se realizaron vuelos en tres zonas de la alcaldía para obtener interferometría con mayor resolución y datos más actuales, las zonas se seleccionaron en base a la recurrencia de inundaciones, la exposición y el impacto de eventos históricos, definidas junto con SEGIAGUA, la Dirección de Obras de la alcaldía y la Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil, a continuación, se observan los mapas de las zonas de vuelo (Mapa 62, Mapa 63 y Mapa 64).

Mapa 62. Modelo de elevación obtenido en Zona Agustín Melgar



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 63. Modelo de elevación obtenido en Zona Balancán



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 64. Modelo de elevación obtenido en Zona Divisadero



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tomando como base lo anterior, se generó un modelo digital de elevaciones con la delimitación política de Tlalpan (ver Mapa 3).

❖ **Datos de uso de suelo**

Los datos recopilados del portal de INEGI muestran la distribución del uso del suelo agrícola, de la vegetación natural e inducida del país, además indica el uso pecuario y forestal y otros usos que se presentan en el territorio relacionados con la cubierta vegetal. El uso del suelo agrícola se representa de acuerdo con la disponibilidad del agua para los diferentes tipos de cultivos durante su ciclo agrícola. La vegetación se representa de acuerdo con lo establecido en los Lineamientos para el uso y actualización del Catálogo de Tipos de Vegetación Natural e Inducida de México con fines estadísticos y geográficos (ver Mapa 10).

❖ **Datos edafológicos**

Los datos edafológicos contienen información geoespacial que muestra la distribución de los principales tipos de suelo en el territorio nacional, así como los atributos físicos, químicos y limitantes físicas y químicas presentes, de acuerdo con la base referencial mundial del recurso suelo de la FAO.

La importancia de conocer los suelos reside en que tienen procesos de desarrollo diferentes, dependiendo del medio físico en el que se encuentran ubicados, y esos procesos determinan una serie de características que los hacen más o menos fértiles desde el punto de vista agrícola o pecuario. Asimismo, el suelo tiene algunas propiedades físicas que permiten un mejor o peor drenaje interno; este aspecto es necesario conocerlo al decidir el tipo de prácticas que habrán de llevarse a cabo, si se quiere aprovechar este elemento de manera racional (ver Mapa 6).

❖ **Cálculo del Número de Curva**

El Número de Curva es una técnica para estimar la infiltración. Depende de las siguientes propiedades generadoras de escorrentía de la cuenca: 1) tipo hidrológico de suelo; 2) uso de la tierra y tratamiento; y 3) condición previa de humedad (Figura 22). Para determinar el tipo hidrológico de suelo se utilizó la siguiente tabla:

Figura 22. Grupos hidrológicos del suelo.

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de Infiltración > 76 mm/h	Arenosa Arenosa-limosa
B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy Lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h	Arcillosa

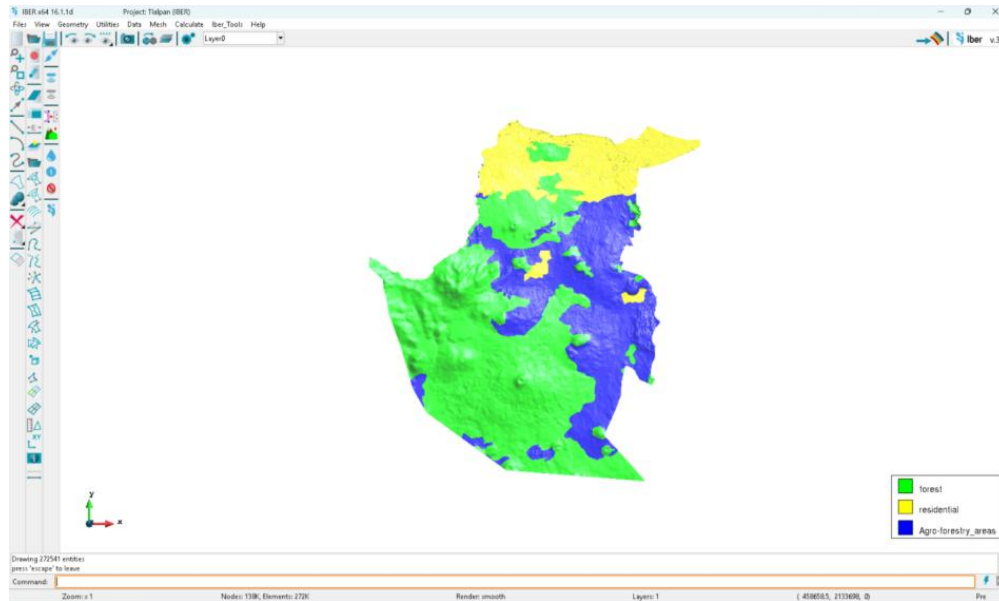
Con base en los datos de Uso de suelo y Edafológicos (tipos de suelo) antes mencionados, se realizó el cálculo del número de curva para el modelo hidrológico que utiliza IBER.

A) Modelación numérica (IBER)

❖ **Coefficiente de rugosidad de los suelos**

Con base en la información disponible del INEGI, se ingresó al modelo numérico, la información correspondiente al uso de suelo (Mapa 10). Esta información, en conjunto con la información del relieve, será la base para la simulación de la hidrodinámica de las precipitaciones y su comportamiento.

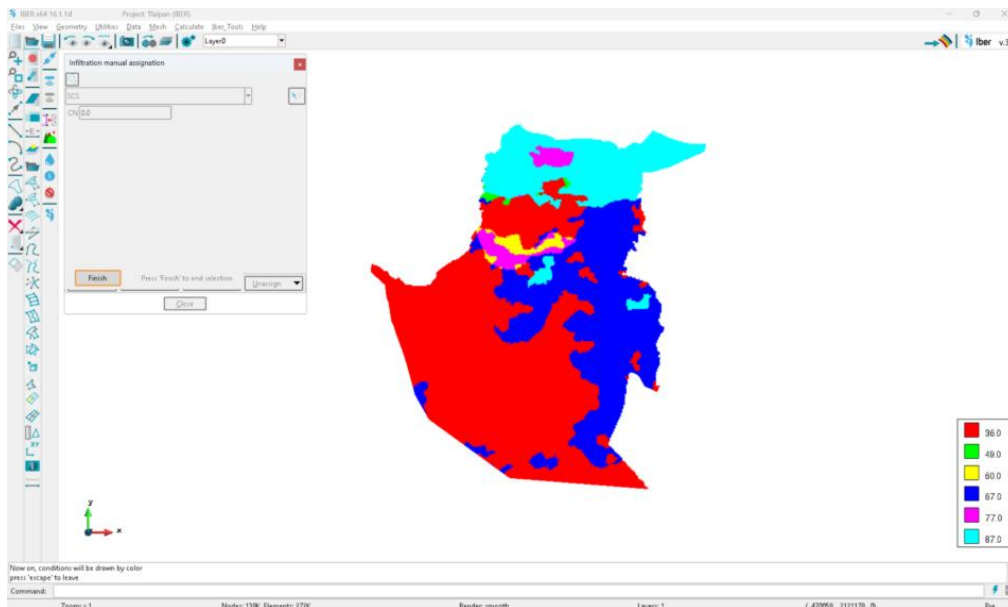
Figura 23. Distribución de rugosidad en IBER



❖ Coeficientes de pérdidas por infiltración.

Para la modelación de las lluvias, se requiere información de pérdidas por infiltración, para este caso, se utilizó el coeficiente del Servicio de conservación de los suelos (SCS por sus siglas en inglés), correspondiente al Número de curva obtenido anteriormente. Esta información representará las posibles zonas inundables para las distintas lluvias que se simulen.

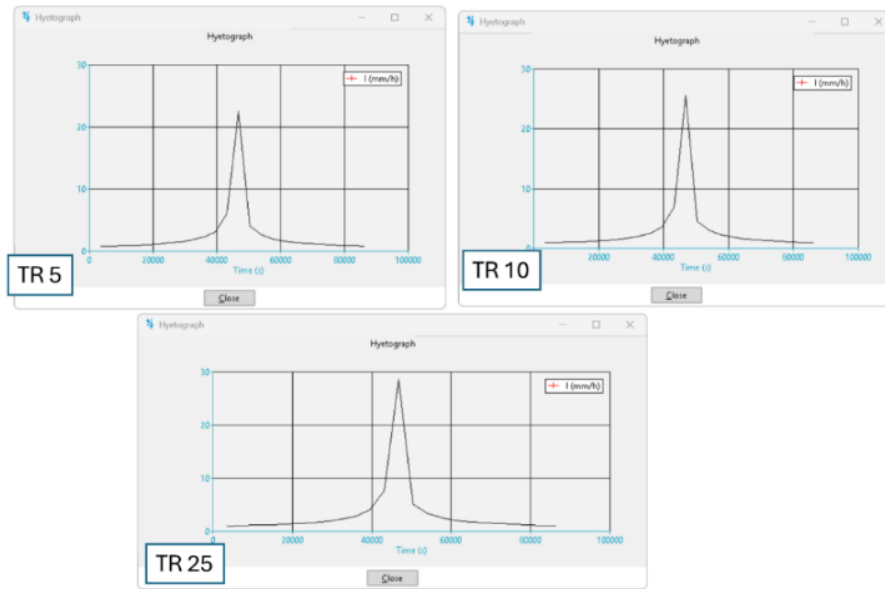
Figura 24. Distribución del coeficiente de pérdidas por infiltración en modelo numérico



❖ Datos climatológicos de precipitación.

De acuerdo con el estudio hidrológico realizado con anterioridad, se introdujeron al modelo la información de los hietogramas correspondientes para los periodos de retorno de 5, 10 y 25 años, como se observa en la siguiente figura:

Gráfica 29. Hietogramas simulados en IBER.



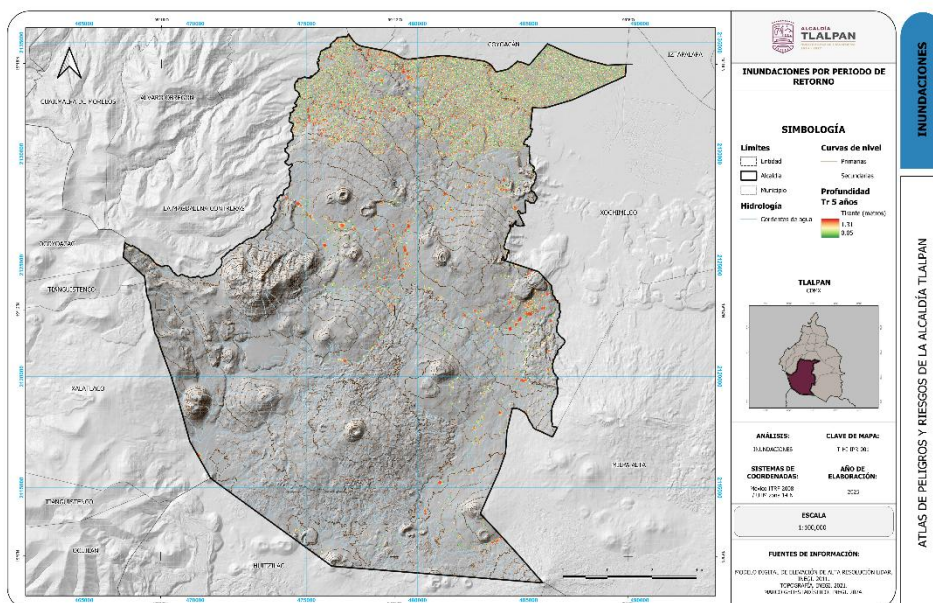
ELABORACIÓN PROPIA

Esta información representará la lluvia que se presenta para cada escenario simulado. La información integral que se ingresó en el modelo, nos dará la representación de las zonas inundables para cada escenario pudiendo identificar a una escala macro, las posibles *zonas susceptibles a inundación*.

Resultados (Mapas de Inundación)

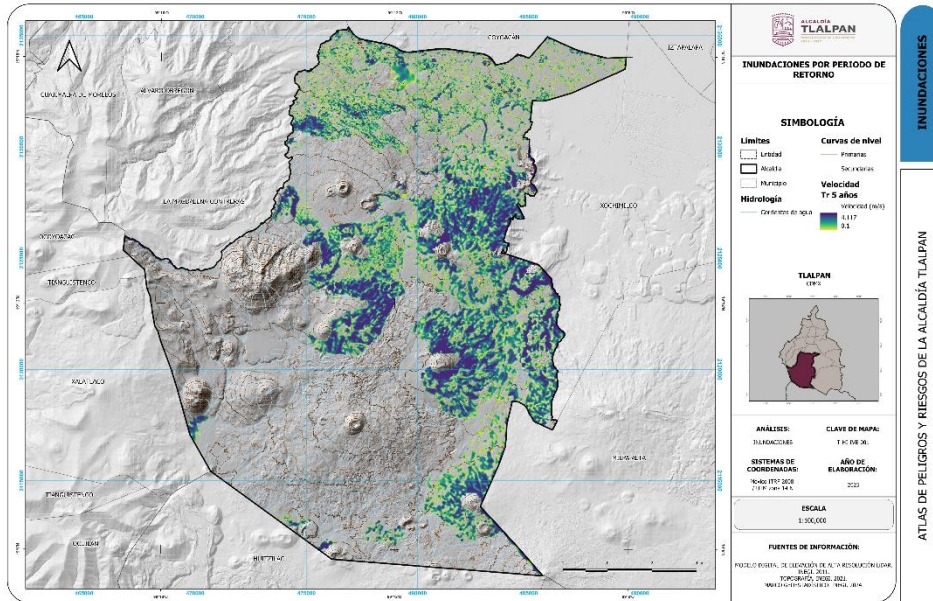
- Periodo de retorno 5 años (TR05)

Mapa 65. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

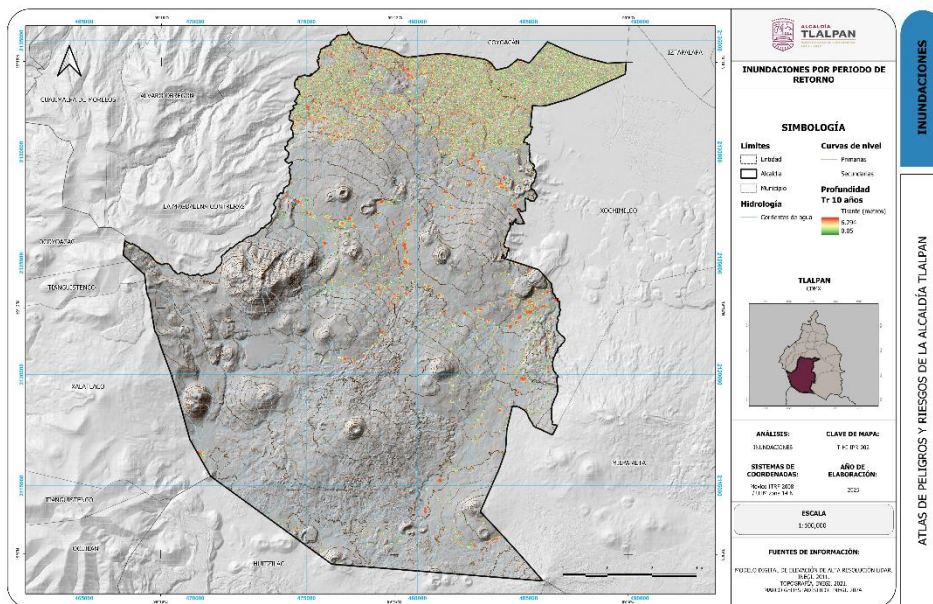
Mapa 66. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

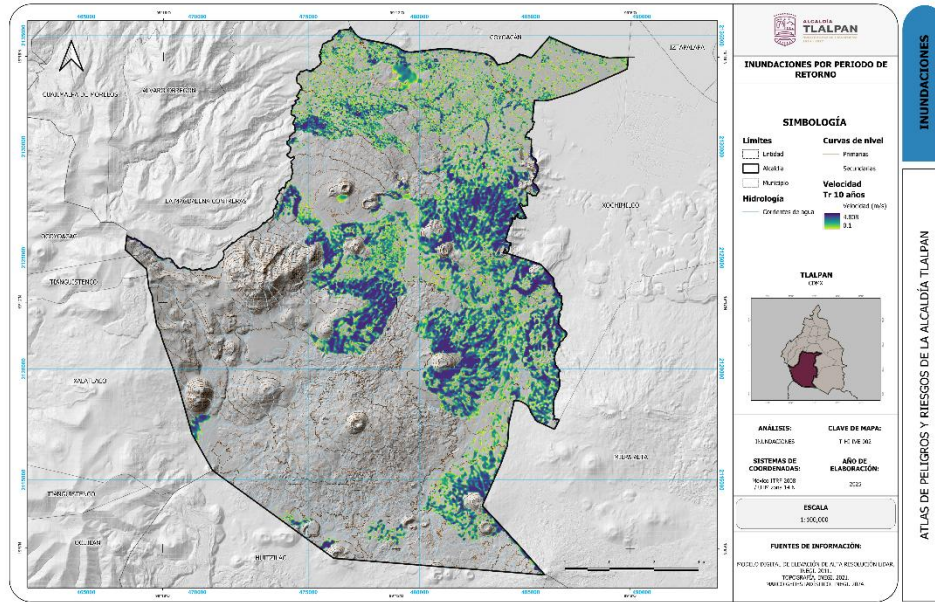
- Periodo de retorno 10 años (TR10)

Mapa 67. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

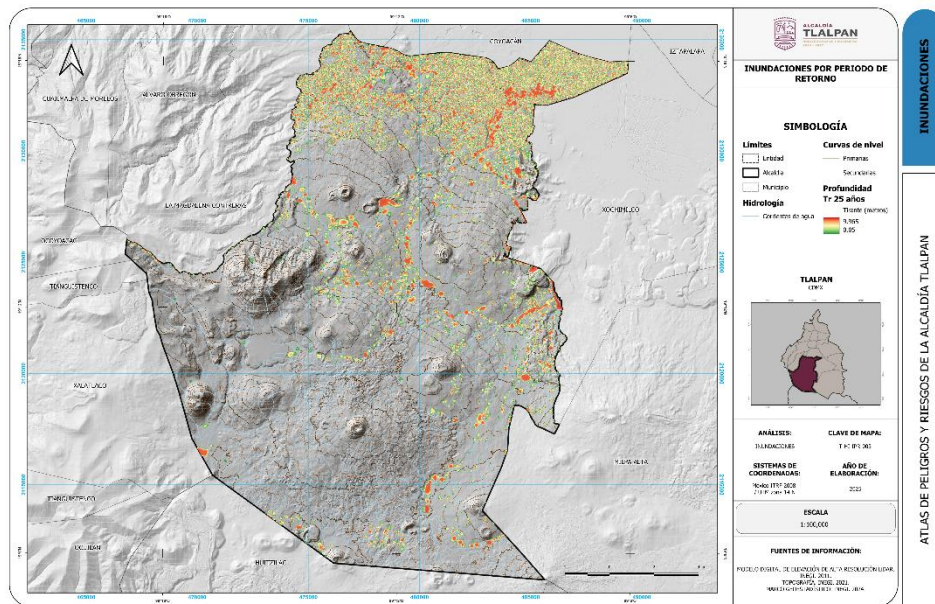
Mapa 68. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

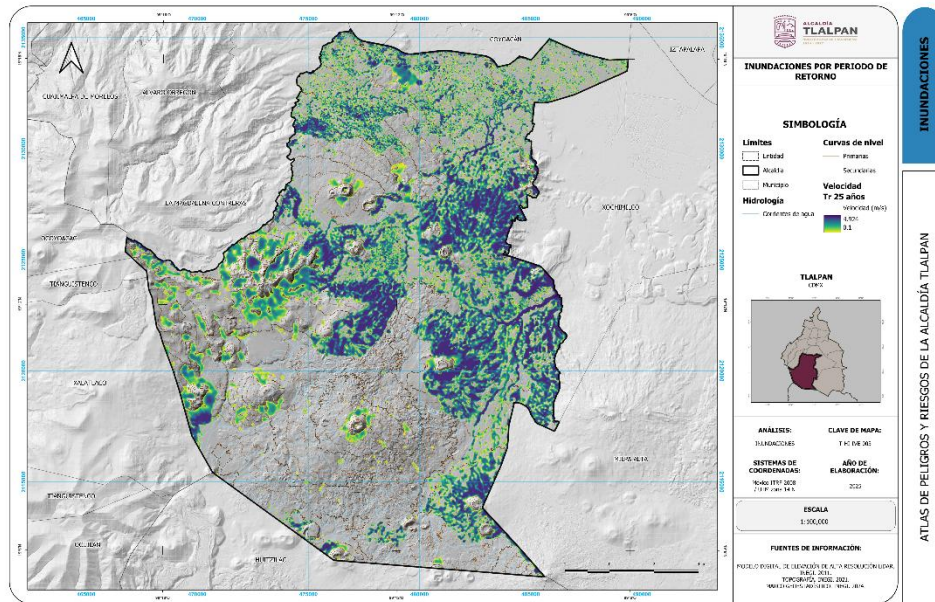
- Periodo de retorno 25 años (TR25)

Mapa 69. Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 70. Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Casos específicos de análisis

Balancán

De la información obtenida en campo con el vuelo del equipo no tripulado, se obtuvo el modelo digital de superficie de la zona de la calle Balancán entre la calle Seye y Pomuch. En esta zona se tiene conocimiento de inundaciones recurrentes durante la temporada de lluvias.

Al revisar las líneas de flujo en el modelo obtenido, se observa que el escurrimiento generado reconoce hacia esta zona, sin embargo, existe una barda de la colonia Lomas del Pedregal Fraboyanes que impide que el flujo siga su recorrido y sirve para que el agua se remanse hasta producir tirantes de 1.0 metro en la zona de mayor profundidad. Se observa que se ha intentado mitigar esta problemática con estructuras como pozos de absorción, sin embargo, hasta el momento esta infraestructura ha ayudado poco a disminuir la problemática.

Figura 25 Dirección de flujo en la zona de la calle Balancán



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para intentar mitigar el problema se recomendaría encontrar una zona aguas abajo dentro de la Colonia Lomas del Pedregal Fraboyanes que sirva como zona de amortiguamiento para futuros eventos hidrometeorológicos y haciendo un alcantarilla para el escurrimiento superficial que cruce la barda la cual hace la función de una represa. Asimismo, es recomendable mantener la zona lo más reforestada posible, de manera que influya en la eficiencia en la conducción de agua y prevención de azolves.

Se presentan unos acercamientos de la modelación de inundación con las condiciones actuales de la zona en cuestión.

Mapa 71. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años



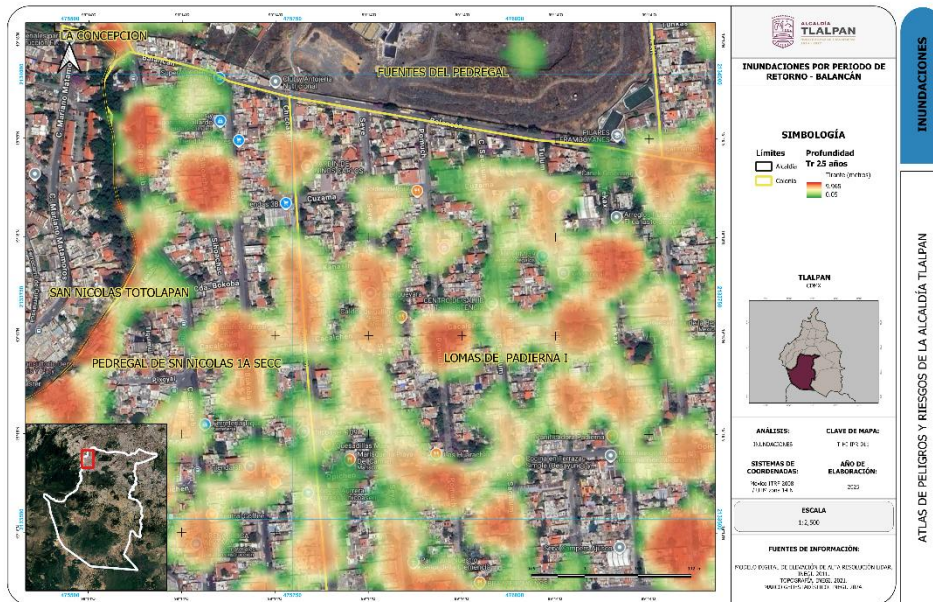
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 72. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 73. Balancán: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años

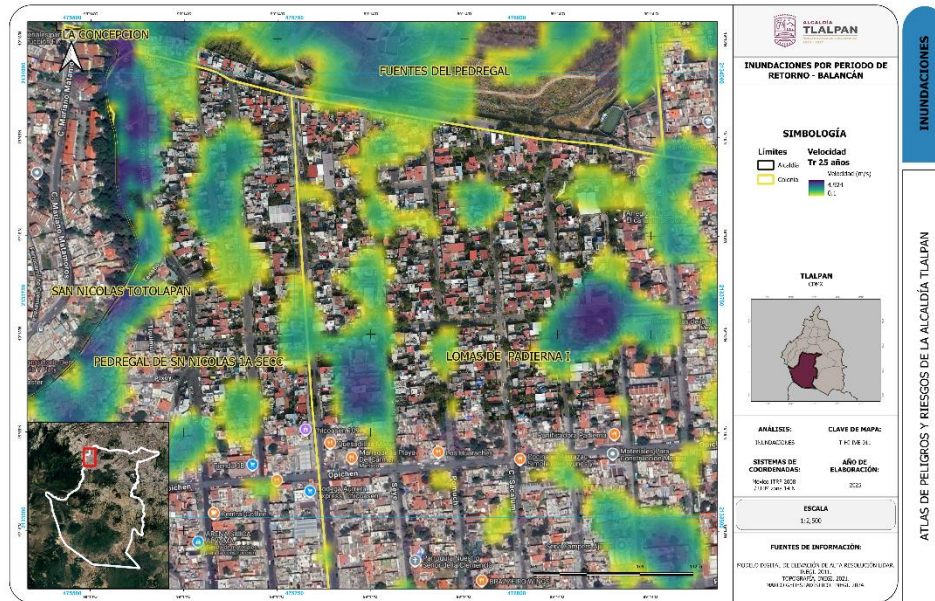


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se puede observar en los mapas (Mapa 71a)

Mapa 76) las colonias afectadas de la alcaldía Talpan son Lomas de Padierna I, Pedregal de San Nicolás 1ª Sección y Fuentes del Pedrega. El río Eslava también conocido como Chichicarpa ubicado en los límites entre las alcaldías Magdalena Contreras y Talpan tiene su origen en las Cumbres del Ajusco, sin embargo, su cuenca sólo abarca el 15%

Mapa 76. Balancán: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Agustin Melgar

Para el caso de la calle Agustín Melgar se observa que varias líneas de corriente reconocen a la zona donde se menciona que se inunda, sin embargo, solo se observaron dos bocas de tormenta que servirían para desalojar el agua. Considerando que se tiene conocimiento de frecuentes inundaciones en la época de lluvias, se recomendaría hacer la revisión de los diámetros de las atarjeas o colectores que existen en la zona y poder determinar si estos pueden conducir una lluvia asociada a un periodo de retorno. Si es así, se recomendaría colocar un mayor número de boca de tormentas. En el caso de que las atarjeas o colectores existentes fueran insuficientes, se recomendaría colocar una tubería de mayor diámetro así como mayor número de boca de tormentas que ayudaría a desalojar el caudal generado por una lluvia.

Figura 26. Dirección de flujo en la zona de la calle Agustín Melgar

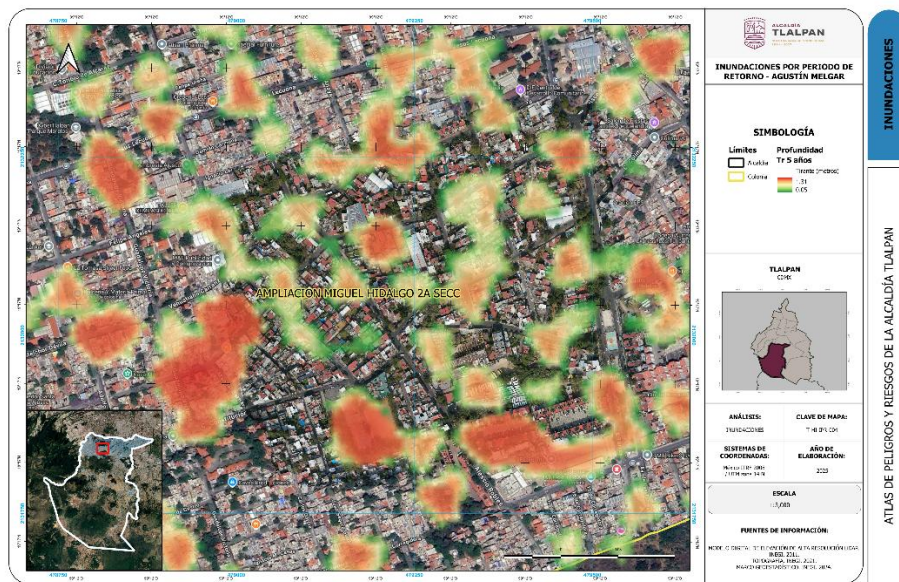


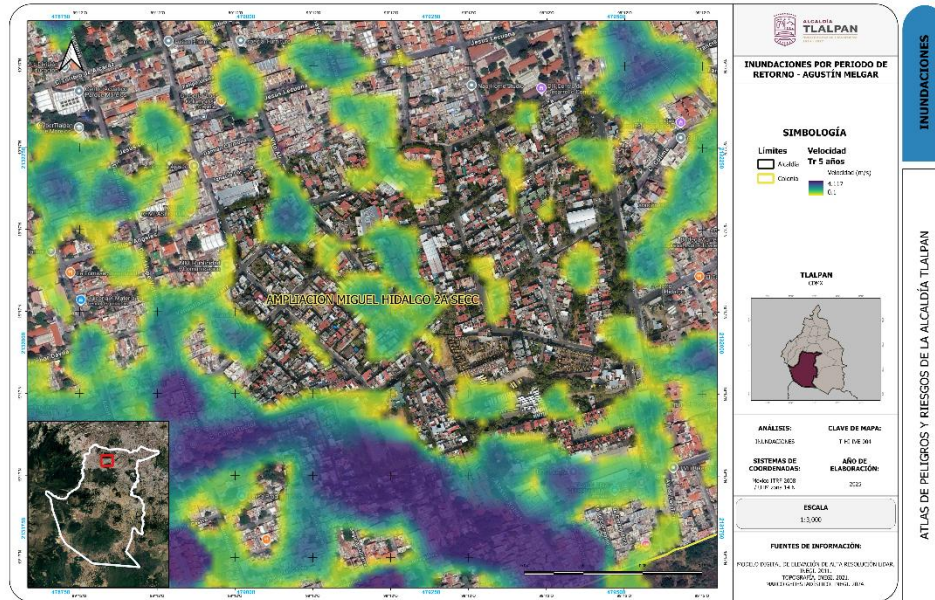
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En los Mapa 77 al

Mapa 82 se observa que las zonas de mayor tirante de inundación se encuentra en la calle Agustín Melgar, sin embargo, también se identifican otras zonas como las calles Guadalupe Victoria, Jesús Lecuona y Alessio Robles. Asimismo, las zonas con mayor velocidad (m/s) se encuentran en las calles Constitución, Carlos García, Alessio Robles y Corregidora, cabe mencionar que dicha zona corresponde a la colonia Miguel Hidalgo 2ª Sección y está ubicada entre el Bosque de Tlalpan al norte y el Parque Ecológico Ciudad de México al sur, las cuales presentan una mayor altitud respecto a la zona inundable.

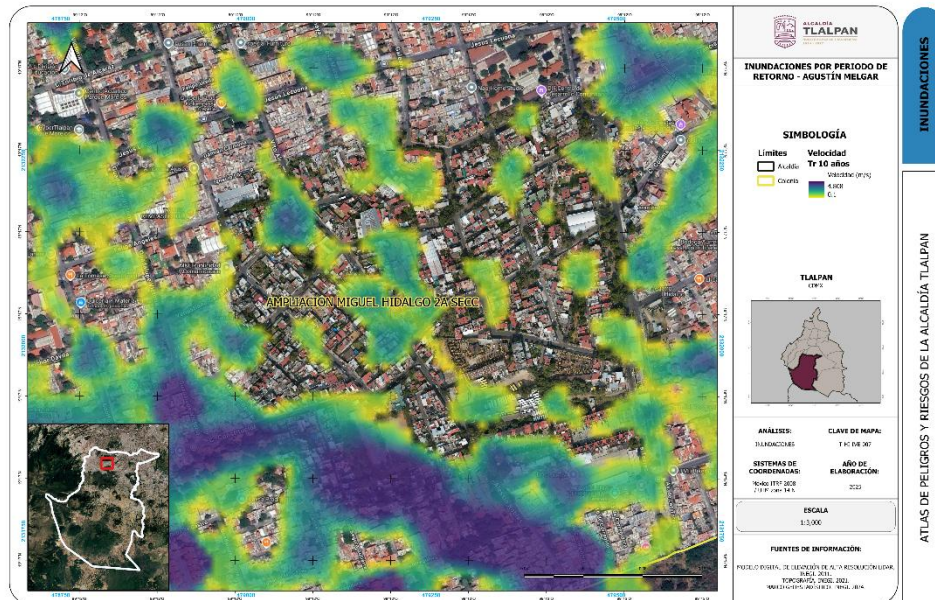
Mapa 77. Agustín Melgar: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años





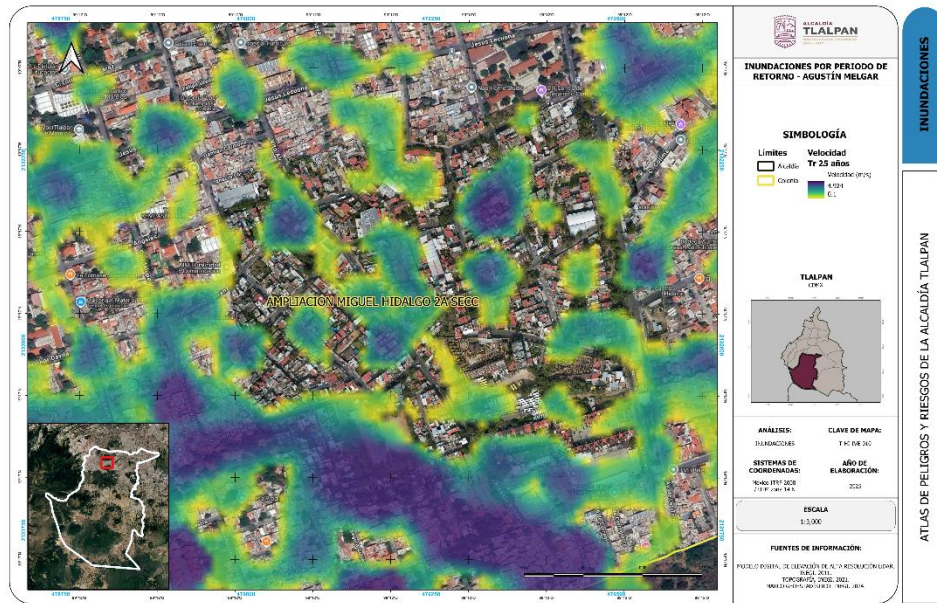
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 81. Agustín Melgar: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 82. Agustín Melgar: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Divisadero

En Divisadero al obtener las líneas de corriente estas reconocen a la zona cercana a la calzada de entrada al colegio militar, sin embargo, el agua se queda en la zona de las canchas de basquetbol. Se observa que naturalmente, esta podría reconocer hacia el terreno pegado a la calzada donde existe una buena área para construir un reservorio temporal ya que en campo se observa que las atarjeas y pozos de visita de la zona, se encuentran llenos por aguas negras.

Figura 27 Dirección de flujos en la zona de la calle Divisadero



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para esta zona se propone como medida de mitigación, realizar un reservorio temporal en el terreno pegado a la calzada.

Mapa 83. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 5 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La zona de El Divisadero se ubica al oriente de la alcaldía cerca de los límites entre Tlalpan y Xochimilco. De acuerdo con el estudio realizado las zonas de mayor tirante se encuentran en las colonias San Andrés Totoltepec Pueblo, Ampliación Oriente, Nuevo Renacimiento de Axalco y La Palma. Sin embargo, el área inundable identificada ubicada al norte de El Divisadero coincide con una de las zonas de mayor velocidad formando una especie de corredor con los flujos provenientes del noreste donde se encuentra el Heroico Colegio Militar, el cual cuenta con zonas forestales en sus alrededores, así como de los flujos provenientes de las zonas más altas del suroeste.

Mapa 84. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 10 años



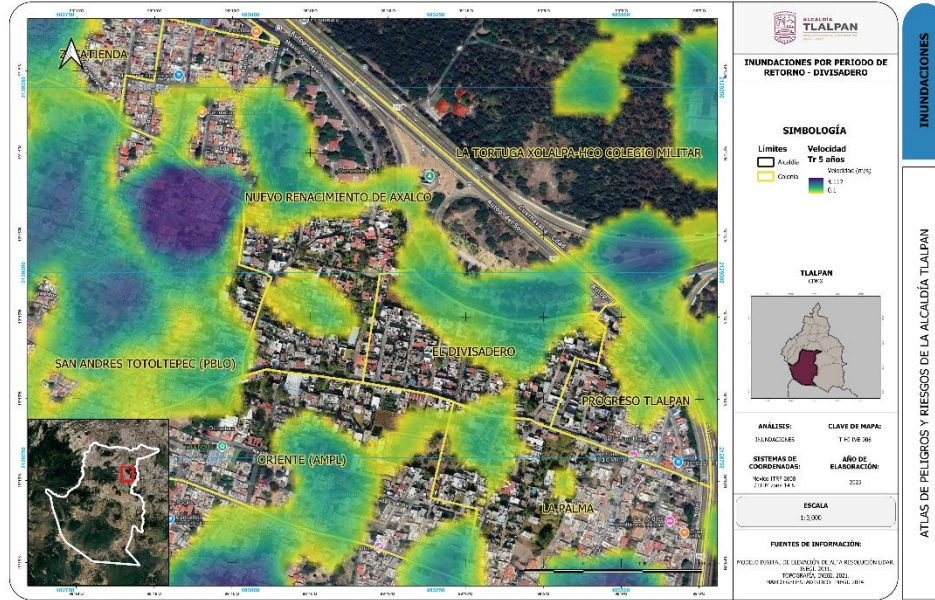
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 85. Divisadero: Tirante de inundación para un periodo de retorno de 25 años



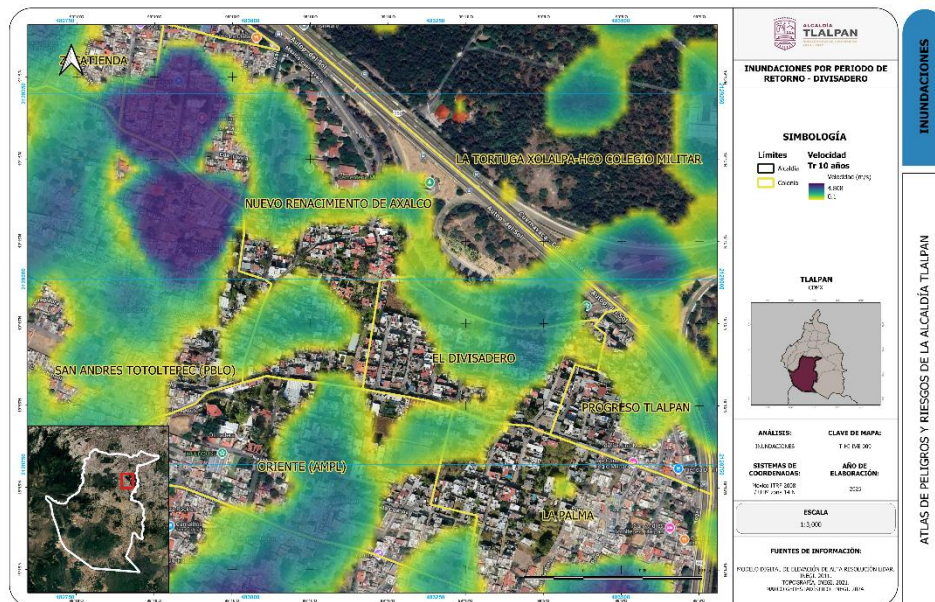
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 86. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 5 años



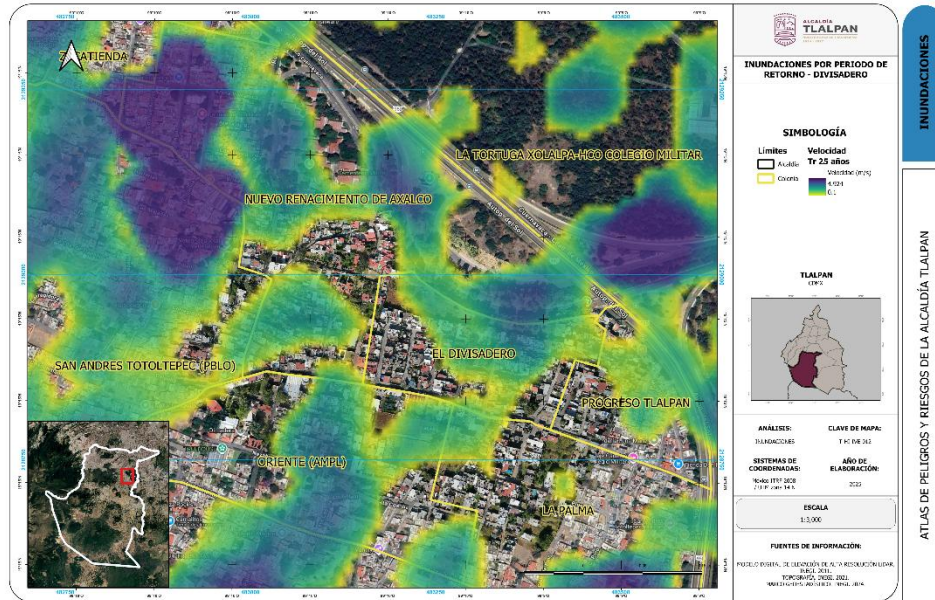
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 87. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa 88. Divisadero: Velocidad de inundación para un periodo de retorno de 25 años



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CONCLUSIONES

Con la finalidad de obtener las zonas inundables pertenecientes a la delegación Tlalpán, se realizaron modelaciones numéricas en el Software IBER, con datos de dominio público como los disponibles en la plataforma de INEGI. El modelo utilizado fue el tipo Lidar que tiene buena resolución de la superficie. En este trabajo se determinaron los tipos y usos de suelo de toda la alcaldía con el fin de determinar en número de curva que es parte fundamental para el análisis hidráulico.

De los procesos que fueron parte de la determinación de los hietogramas para los diferentes periodos de retorno se tomaron estos resultados y se integraron al modelo hidráulico.

Con base en los resultados de los modelos numéricos, se identificaron las zonas de inundación para un periodo de retorno de **5, 10 y 25 años**, mostrando en los mapas los tirantes que son probables para cada uno de los periodos de retorno en las diferentes áreas de la alcaldía.

Los mapas de inundación obtenidos dan un panorama de las necesidades de cada sector, pudiéndose tomar como base para estudios futuros y priorizar áreas críticas para la implementación de medidas de mitigación, así como la evaluación de los posibles daños en la infraestructura.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para fines de planificación territorial y diseño de infraestructuras hidráulicas las escalas de estudio sean menores y se complementen con estudios de ingeniería básica de mayor precisión como lo son la Fotogrametría de mayores extensiones, tecnología Lidar y/o topografía de campo, que pudieran ayudar a mejorar las aproximaciones de los resultados de los modelos de inundación y determinación de mapas de inundación.

Se recomienda realizar estudios específicos de zonas como Balancán o Divisadero para realizar un proyecto ejecutivo y con modelos numéricos determinar si las opciones que se están planteando, resuelven el problema que aqueja cada año a estas zonas.

Se sugiere que los mapas se tomen como base para un posible estudio de vulnerabilidad de localidades inundadas, como insumo indispensable para la planeación urbana, de infraestructura, para diseñar acciones y estrategias de mitigación, ya sea con obra pública o acciones con la población, establecer zonas seguras para evacuación y diseñar planes de emergencia más efectivos. Dentro de la información que se recomienda generar son los mapas de peligrosidad y mapas de velocidades que se obtienen de los modelos hidráulicos.

Temperatura

Aspectos generales

La temperatura es una magnitud física que expresa el nivel de energía térmica presente en un cuerpo, espacio u objeto. Se considera un indicador climático fundamental, ya que permite identificar variaciones térmicas que influyen en la ocurrencia de fenómenos como sequías, precipitaciones, olas de calor y heladas, entre otros. Estos fenómenos pueden ocasionar daños a la población, a sus bienes y a su entorno natural. Algunos ejemplos de afectaciones son los golpes de calor, la deshidratación, la disminución de cuerpos de agua naturales como manantiales y pozos, resfriados, el agravamiento de enfermedades cardiorrespiratorias, accidentes automovilísticos y la muerte de flora y fauna.

El uso de suelo es un regulador de la temperatura superficial del suelo, este a su vez, es un elemento importante que determina la temperatura del aire en la capa inferior de la atmósfera urbana, por lo que debe haber un equilibrio entre la radiación superficial, los patrones térmicos urbanos y el confort humano e incluso el animal y vegetal. En este sentido, las temperaturas máximas y mínimas dependen de las condiciones superficiales y las circulaciones atmosféricas locales. Los cambios en las temperaturas máximas y mínimas y en las precipitaciones han incrementado el peligro climático en la Ciudad de México, aunado a las condiciones socioeconómicas de las periferias y los cambios en los ecosistemas han provocado que la población se encuentre más vulnerable y expuesta a fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos (Vargas y Magaña, 2020).

Antecedentes

El crecimiento urbano de la Ciudad de México ha implicado procesos de deforestación, así como eliminación y pérdidas de cuerpos de agua superficial que condujeron a la pérdida sistemática de elementos reguladores del clima. Las zonas mayormente afectadas por cambios de temperatura máximas han sido el centro y oriente de la ciudad donde predomina una gran densidad de población y niveles bajos de vegetación. De acuerdo con Vargas y Magaña (2020), el número e intensidad de las olas de calor han aumentado casi un orden de magnitud durante el último siglo en la Ciudad de México, es decir, las temperaturas mayores a 30°C son cada vez más frecuentes en una amplia área de la ciudad. Asimismo, ya es común que se reporten temperaturas máximas de alrededor de 35°C constituyendo un peligro natural para los habitantes de la Ciudad de México.

En la alcaldía Tlalpan se encuentra el cerro del Ajusco, donde la población se dedica al comercio y al turismo mediante parques naturales, actividades recreativas, venta de alimentos, ganadería y agricultura, por lo que los cambios bruscos de temperatura afectan no solo sus actividades diarias, sino que también sus ingresos económicos.

Temperaturas máximas

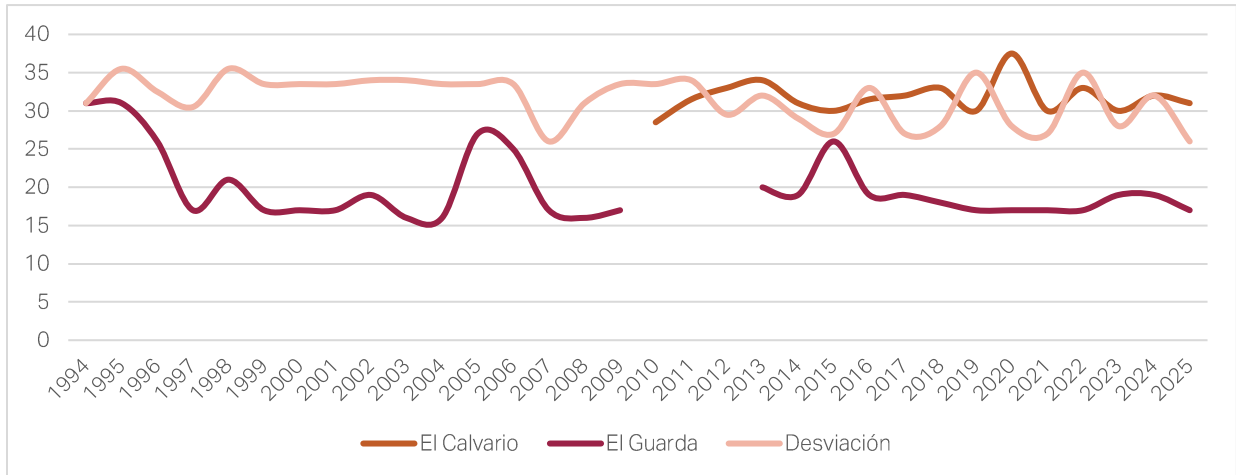
Las temperaturas máximas son las temperaturas más altas que se registran en un determinado lugar y momento, generalmente durante el día. Estas temperaturas son muy importantes en la meteorología y se utilizan para describir las condiciones climáticas de un área en un período específico.

En términos simples, la temperatura máxima es la temperatura más alta alcanzada durante un ciclo de 24 horas, que normalmente ocurre en la tarde, después de que el sol ha calentado la atmósfera durante todo el día. Después de alcanzar ese punto máximo, la temperatura suele comenzar a bajar hacia la noche. Las temperaturas máximas son muy importantes para:

- ❖ Pronósticos: Ayudan a prever las olas de calor o las tormentas.

- ❖ Alertas de salud: Pueden generar recomendaciones de precaución si se esperan temperaturas peligrosamente altas, como en olas de calor.
- ❖ Agricultura y fauna: Los cultivos y los animales también se ven afectados por las altas temperaturas.
- ❖ En climas cálidos o en verano, las temperaturas máximas pueden superar los 40°C en algunas zonas. En la Alcaldía Tlalpan, la temperatura más alta registrada en el periodo de análisis fue de 37.5 °C en febrero de 2020. Asimismo, los meses con las temperaturas promedio más elevadas son mayo 26.7 °C y abril 26.5 °C, lo cual coincide con la temporada previa al inicio del ciclo de lluvias y representa la época de mayor calor en la región (Gráfica 30).

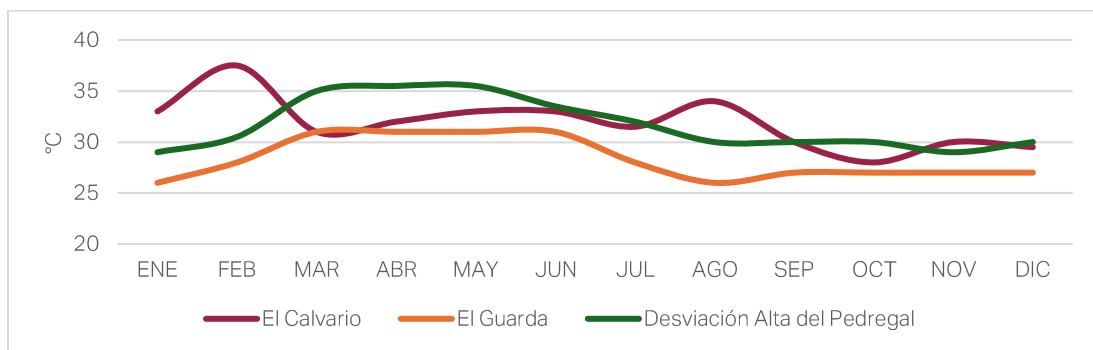
Gráfica 30. Temperaturas máximas registradas por año, 1994-2025



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

En cuanto a las temperaturas registradas por mes, las estaciones climatológicas de El Guarda y Desviación Alta del Pedregal presentan patrones similares, tendiendo sus temperaturas máximas durante los meses de marzo a junio, posteriormente comienzan a descender debido al inicio de la temporada de lluvias en la alcaldía. Por su parte, la estación de El Calvario ubicada en San Miguel Topilejo presentó su temperatura máxima en el mes de febrero y en el mes de agosto (Gráfica 31).

Gráfica 31. Temperaturas máximas registradas por mes, 1994-2025



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

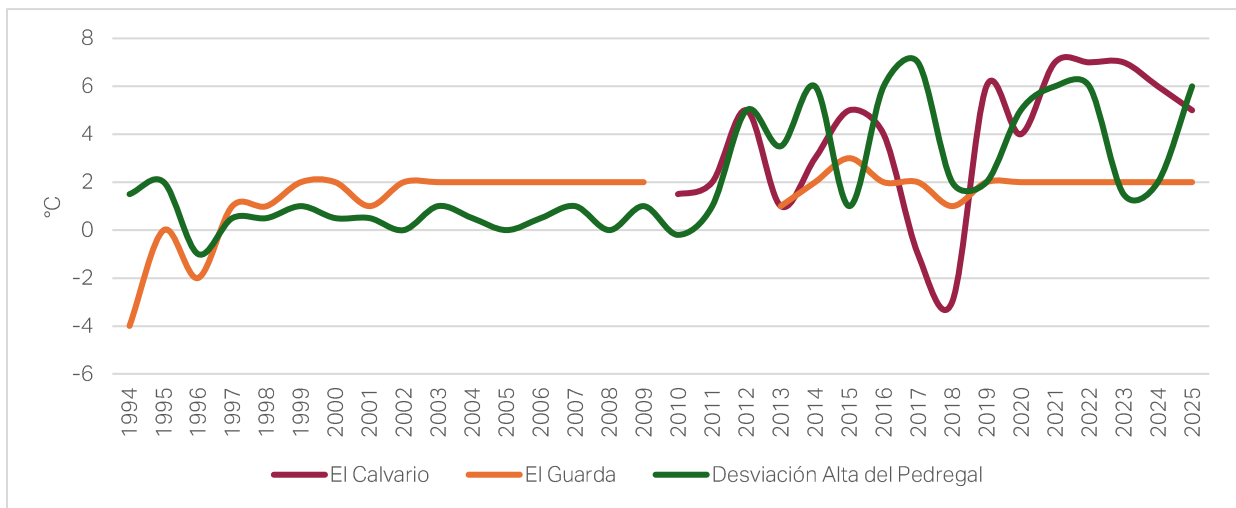
Temperaturas mínimas

Las temperaturas mínimas son las temperaturas más bajas que se registran en un lugar y momento específicos, generalmente durante la noche o las primeras horas de la mañana, antes de que el sol empiece a calentar el aire. Al igual que las temperaturas máximas, las temperaturas mínimas se miden dentro de un ciclo de 24 horas, pero en este caso, se refiere al punto más bajo que la temperatura alcanza durante ese período. Por ejemplo, si en una noche la temperatura

mínima es 5°C, eso significa que en algún momento de la noche o en la madrugada, la temperatura descendió hasta ese valor antes de empezar a subir con el amanecer.

Las temperaturas mínimas ayudan a determinar las posibles heladas, que pueden afectar la agricultura, especialmente en áreas donde se cultivan frutas y verduras. En lugares con inviernos muy fríos, las temperaturas mínimas extremadamente bajas pueden representar un riesgo para la salud de la población, como la hipotermia o congelación, además de influir en la formación de fenómenos como la escarcha o heladas. En las estaciones climatológicas de la alcaldía Tlalpan las temperaturas mínimas registradas se encuentran entre los 0 y 2°C, sin embargo, es notorio que de los primeros años analizados hasta la década de 2010 se mantuvieron las temperaturas mínimas entre el rango antes mencionado y posteriormente las mínimas se incrementaron hasta los 7°C (Gráfica 32).

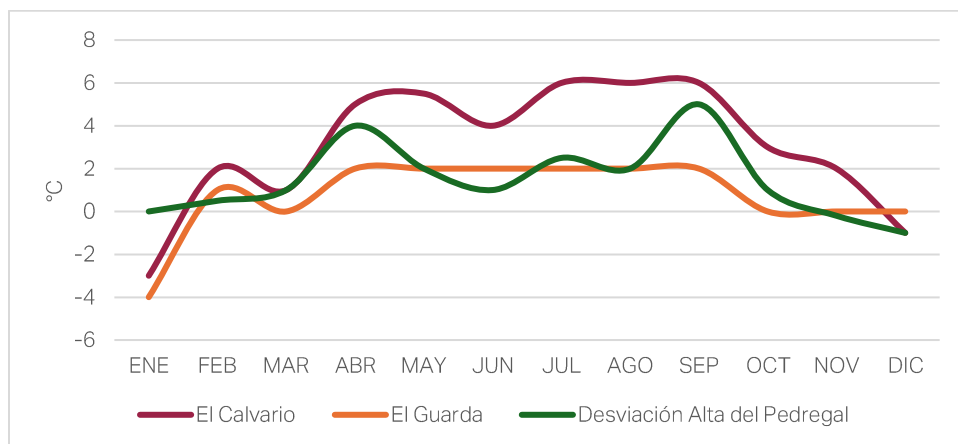
Gráfica 32. Temperaturas mínimas registradas por año, 1994-2025



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

Asimismo, los meses que presentan las temperaturas mínimas registradas son en diciembre y enero como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 33. Temperaturas mínimas registradas por mes, 1994-2025



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

Ante las temporadas de altas o bajas temperaturas, es importante mantenerse atento a los avisos y boletines emitidos por las estaciones meteorológicas automáticas y por el Servicio Meteorológico Nacional. Durante la temporada de altas

temperaturas se debe evitar, en la medida de lo posible, la exposición prolongada al sol, especialmente entre las 11:00 y las 16:00 horas, así como no realizar actividades físicas al aire libre.

Durante las bajas temperaturas, se deben preparar insumos como ropa adecuada. Al utilizar calentadores, hornos o chimeneas, es necesario contar con una adecuada ventilación para evitar intoxicaciones. Asimismo, se recomienda resguardar al ganado, realizar la recolección o el cubrimiento de las cosechas, conducir con extrema precaución y revisar los frenos de los medios de transporte personales.

Precipitación pluvial

Aspectos generales

Los fenómenos de precipitación comprenden todos los cuerpos de agua que caen sobre la superficie terrestre, tales como lluvia, nieve y granizo. Su importancia radica en que pueden generar afectaciones a la población, a sus bienes y al entorno natural. Algunas de estas afectaciones incluyen enfermedades físicas, interrupción de medios de transporte públicos y particulares, así como la obstrucción de vías de comunicación por acumulación y corrientes de agua.

Para conocer el comportamiento de las lluvias es necesario conocer las normales climatológicas de determinado lugar, para ello, la Organización Meteorológica Mundial emite la normatividad para realizar los cálculos a nivel mundial. En el caso de México, el Servicio Meteorológico Nacional realiza el cálculo de las normales climatológicas cada 10 años para un periodo consecutivo de 30 años al principio de cada década, empezando a partir del año que termina en el dígito 1 y finalizando en el año que termina en el dígito 0. En este apartado se observan los mapas de las normales climatológicas de lluvias del último periodo estándar, es decir de 1991 a 2020, mismo que se utiliza como referencia para el cálculo de los diferentes productos climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional.

Antecedentes

La lluvia que se precipita sobre una superficie se mide en milímetros (mm), entonces 1 mm de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado (1 L/m²). Los mapas de lluvia anual muestran la distribución del promedio anual de lluvia en el periodo de 1991 a 2020. Para elaborar la cartografía se requirieron los datos de las estaciones climatológicas de la zona y se procedió a realizar una interpolación a manera de cubrir las zonas que no tienen información. De manera general la Ciudad de México puede dividirse en tres regiones tomando en cuenta el volumen de precipitación: 1) Rango de 1000 a 1200 mm; 2) Rango de 800 a 1000 mm y 3) Rango de 600 a 800 mm. En el caso de la alcaldía Tlalpan se ubica entre los rangos 1 y 2 debido a su orografía y las condiciones atmosféricas presentes en la demarcación.

Tabla 66. Precipitación medial anual de la Ciudad de México (1991-2020)

Clave	Municipio	Precipitación (mm)	Área (Km ²)
002	Azcapotzalco	900.7	33.32
003	Coyoacán	950.5	53.62
004	Cuajimalpa de Morelos	1,068.3	70.76
005	Gustavo A. Madero	832.9	87.38
006	Iztacalco	852.8	22.96

007	Iztapalapa	856.3	112.53
008	La Magdalena Contreras	1,087.3	63.07
009	Milpa Alta	1,169.1	296.73
010	Álvaro Obregón	1,039.4	95.36
011	Tláhuac	908.5	85.38
012	Tlalpan	1,156.1	312.85
013	Xochimilco	1,030.9	113.50
014	Benito Juárez	902.9	26.55
015	Cuauhtémoc	882.0	32.34
016	Miguel Hidalgo	940.1	46.15
017	Venustiano Carranza	797.3	33.67

ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2023

Vargas y Magaña (2020) refieren que el régimen de precipitación ha cambiado en la Ciudad de México como respuesta ante el crecimiento urbano y las actividades antropogénicas. La precipitación anual acumulada y la intensidad de los eventos de lluvia diaria por ejemplo al poniente de la ciudad se han incrementado casi un orden de magnitud que hace un siglo. La intensificación de las tormentas durante la estación húmeda constituyen un elemento importante a considerar dentro de los fenómenos de inundaciones y deslizamientos de laderas.

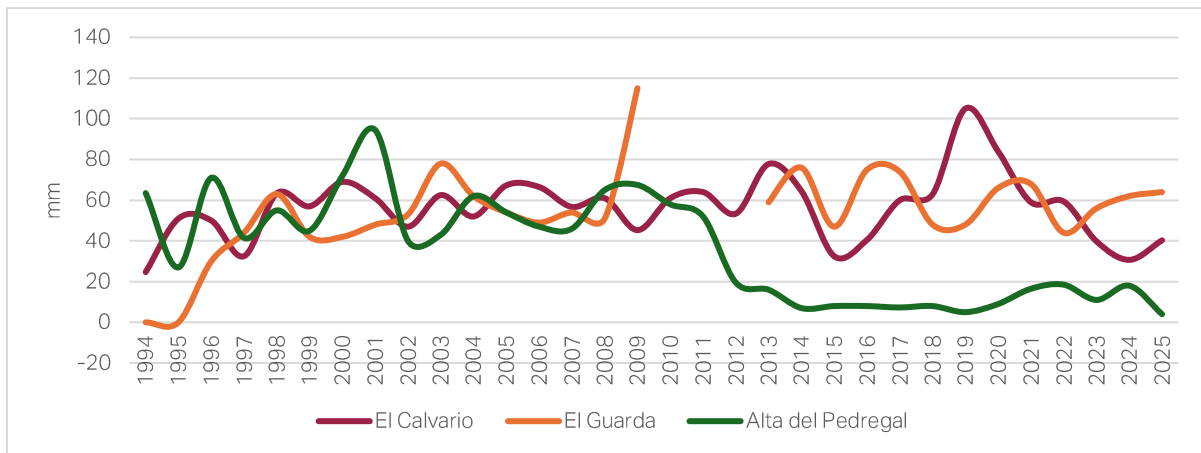
Precipitaciones máximas

Se analizaron los datos de 1994 a 2025 de las estaciones climatológicas ubicadas en la alcaldía: El Calvario 61, El Guarda y Desviación Alta del Pedregal. Si bien la información recabada presenta inconsistencias como años sin información principalmente, se logran detectar los años más lluviosos. En la

Gráfica 34 se observa que la estación El Calvario registró su precipitación máxima en un día en el año 2019 con más de 105 mm en un día; dicha estación se ubica a 2725 msnm en la localidad de San Miguel Topilejo. Otra de las estaciones que ha registrado precipitaciones máximas considerables es la de El Guarda, la cual se ubica cerca de la autopista del sol al sur de la alcaldía, en 2009 registró 115 mm en un día. Por su parte, la estación de Alta del Pedregal registró 94.5 mm en 2001, esta se localiza a 2296 msnm en el Parque Ecológico Loreto y Peña Pobre.

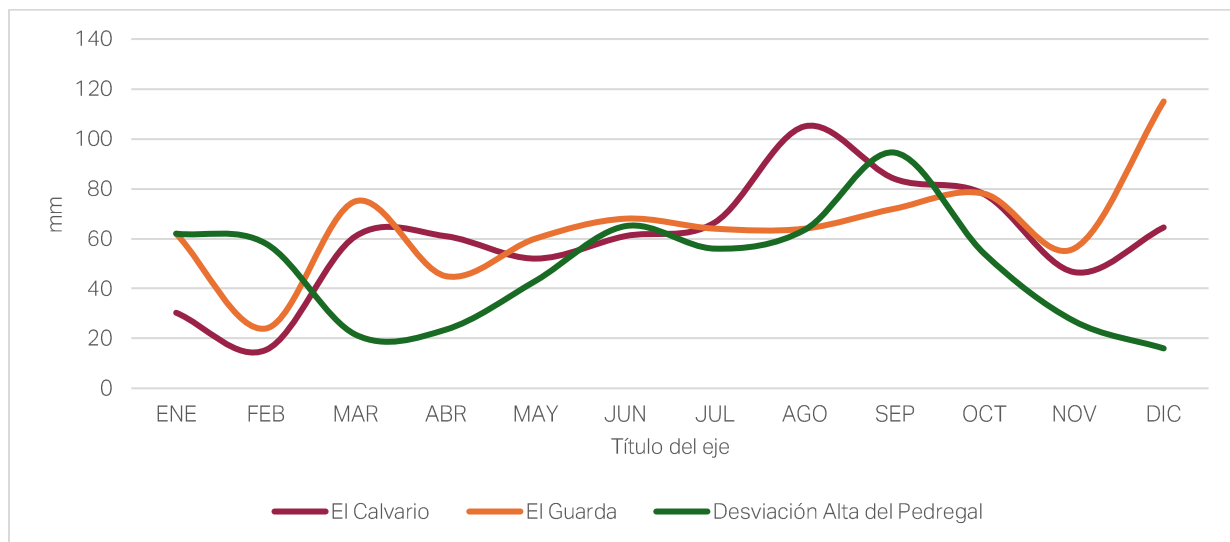
Por su parte, los meses donde se han registrado las precipitaciones máximas corresponden a la estación de verano, en concordancia con su tipo de clima predominante. La estación de El Calvario presenta sus precipitación máximas en el mes de agosto, El Guarda en diciembre y Desviación Alta del Pedregal en Septiembre.

Gráfica 34. Precipitación máxima registradas por año en las estaciones climatológicas activas de la alcaldía Tlalpan, 1994-2025



ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

Gráfica 35. Precipitación máxima registrada por mes, 1994-2025



ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

En el siguiente cuadro se muestran algunas notas periodísticas con los eventos más relevantes en cuanto a precipitaciones de importancia.

Tabla 67. Eventos de precipitaciones importantes de 2020 a 2025

Año	Zona de Tlalpan afectada	Descripción del evento	Dato de precipitación (mm)
2020	San Miguel Topilejo (Tlalpan)	Fuertes lluvias con afectaciones y apoyo de gobierno local tras inundaciones y limpieza.	No cuantificado
2022	Tlalpan (sur/avenidas principales)	Lluvias intensas con encharcamientos e inundaciones reportadas en vialidades de la alcaldía.	No cuantificado
2024	Tlalpan (sur, Pedregal y zonas cercanas)	Tormenta fuerte con encharcamientos y afectaciones en transporte (Metrobús) y vialidades.	Acumulados estimados 15-29 mm
2025	Villa Coapa, Ajusco, Santo Tomás, San Miguel Ajusco	Inundaciones severas, corrientes de agua y cierre de vialidades; alerta roja activada.	44.75–54 mm en estaciones de la zona sur de Tlalpan
2025	Topilejo (Tlalpan)	Calles convertidas en corrientes de agua; mujer rescatada tras ser arrastrada.	Evento con lluvia intensa, mm no reportados

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Las acciones que se pueden realizar antes de una precipitación incluyen mantenerse atento a los boletines y noticias del Servicio Meteorológico Nacional o de cualquier estación meteorológica cercana; revisar áreas propensas a acumulación de agua; desazolvar redes de drenaje; verificar que las vías de comunicación funcionen correctamente; y revisar y probar los protocolos de acción ante eventos derivados de precipitaciones.

Durante las precipitaciones, se debe evitar salir si se está en un lugar seguro; no caminar por calles con acumulación de agua o corrientes; evitar el contacto con cables eléctricos; mantenerse atento a los medios de comunicación y reportes sobre la situación; informarse sobre el estado del transporte para prevenir accidentes; y poner a salvo objetos que puedan verse afectados por la lluvia.

Finalmente, después de las lluvias, las acciones recomendadas son la limpieza de las zonas afectadas dentro del hogar y el reporte de aguas estancadas para evitar la proliferación de vectores. En este contexto, durante los meses de septiembre a diciembre, en la estación meteorológica "ECOGUARDAS", ubicada en las coordenadas latitud 19.27085 y longitud -99.19915, se registraron un total de 433 eventos de precipitación. Este volumen de eventos refleja la intensidad de la temporada de lluvias y la transición hacia el periodo invernal, etapas que suelen presentar altos niveles de humedad y condiciones atmosféricas favorables para lluvias persistentes en la región (Tabla 68).

Tabla 68. Número de precipitaciones diciembre, 2024 a-septiembre, 2025

Mes	Número de precipitaciones	Mínimo	Máximo	Promedio
Diciembre	10	0.2	1.8	0.24
Noviembre	5	0.2	0.4	0.79
Octubre	209	0.2	10.6	0.96
Septiembre	208	0.2	8	0.44

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SMN, 2025

Sequías

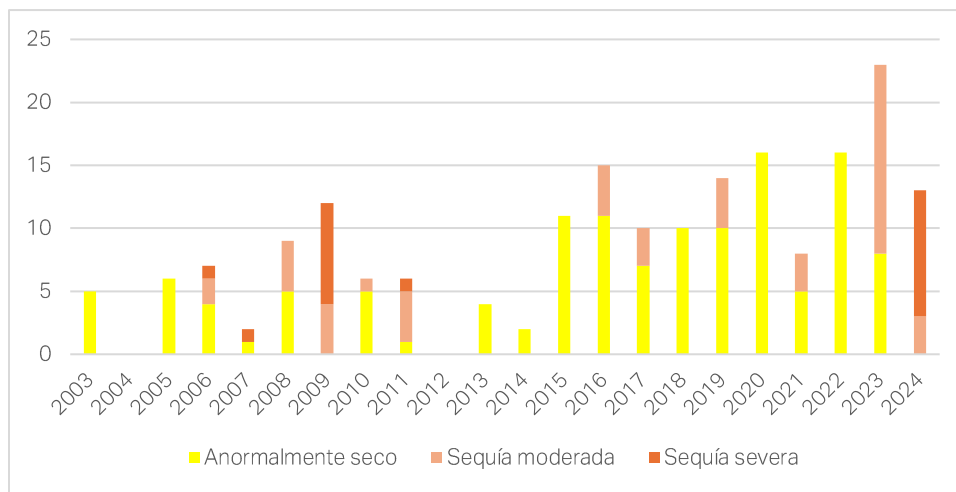
Según el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, las sequías son un fenómeno caracterizado por la falta persistente de humedad, la ausencia de una trayectoria definida y su potencial carácter catastrófico. Este fenómeno provoca impactos agrícolas, hidrológicos, meteorológicos y socioeconómicos, reflejados en la pérdida de cosechas, daños y cambios en los suelos, como la erosión, así como en la generación de conflictos socio organizativos derivados del

desabasto de agua. Esta situación es especialmente relevante en el territorio de Tlalpan, donde en zonas altas como el Ajusco se desarrollan actividades como la ganadería (principalmente de vacas y borregos) y la silvicultura, orientada al cuidado de los bosques y al uso adecuado de sus recursos.

En la alcaldía se han registrado diversos escenarios relacionados con la sequía. Por ejemplo, en marzo de 2021 se presentó una intensa escasez de agua que afectó no solo a Tlalpan, sino también a otras demarcaciones como Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza. Debido a esta situación, fue necesario abastecer a las zonas afectadas mediante pipas de agua potable, de acuerdo con información de La Prensa (31-03-2021). Otro caso ocurrió el jueves 4 de diciembre de 2025, cuando estudiantes de la Escuela Nacional de Antropología e Historia y vecinos de la zona de Peña Pobre bloquearon la avenida Periférico Sur para protestar por la falta de agua.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional la alcaldía Tlalpan ha presentado tres niveles de intensidad de las sequías: anormalmente seco, sequía moderada y severa. Los niveles de sequía extrema y excepcional, los cuales son los de mayor intensidad hasta la fecha no se han presentado en la demarcación territorial. La sequía extrema se ha presentado en los años 2006, 2007, 2009, 2011 y 2024 como se puede ver en la Gráfica 36.

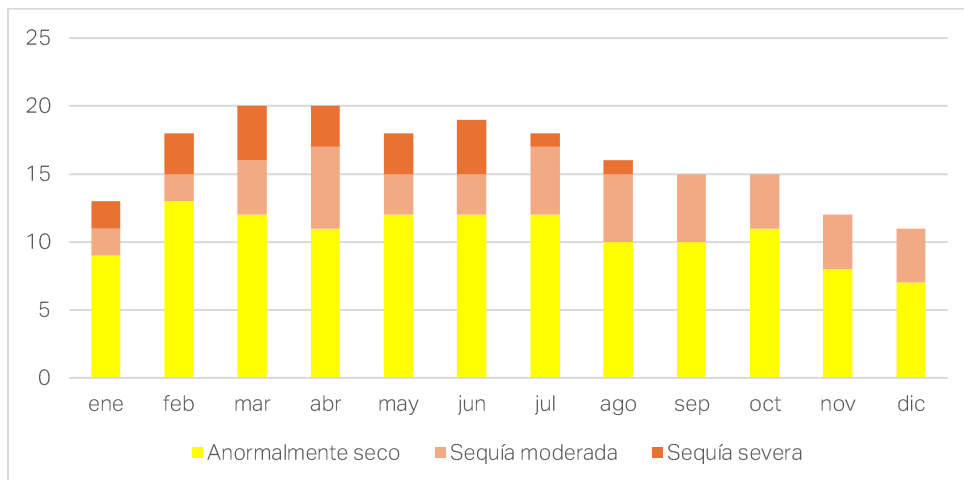
Gráfica 36. Frecuencia del impacto de sequías en la alcaldía Tlalpan, 2003-2024



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2025

Los meses que se ha reportado sequía con mayor frecuencia son marzo, abril, junio, febrero y mayo como se puede ver en la siguiente gráfica (Gráfica 37).

Gráfica 37. Frecuencia del impacto de sequías por mes, 2003-2024



Las acciones previas a las sequías son principalmente preventivas y se centran en promover una “cultura del cuidado del agua”. Esto incluye fomentar el uso responsable del recurso en actividades cotidianas, evitar el desperdicio e impulsar prácticas como el reciclaje de agua desde la educación básica. También se promueve la recolección de agua pluvial, como en el programa “Cosecha de Lluvia”, implementado en la Ciudad de México en 2022, mediante el cual se instalaron más de 2,300 sistemas de captación en centros educativos.

Durante las sequías, se pueden implementar proyectos de abastecimiento en localidades con alta marginación, y una vez que la sequía ha concluido, es posible desarrollar acciones orientadas a mejorar la calidad del servicio de agua potable. Como son la coordinación de trabajos de desazolve, la limpieza de canales, la captación pluvial, la suplementación alimentaria del ganado y la revisión de su estado sanitario. De igual forma, es fundamental continuar promoviendo la cultura del cuidado del agua e impulsar proyectos que permitan actuar antes y durante la presencia de sequías.

Heladas

Las heladas son un fenómeno meteorológico cuya característica principal es la presencia de bajas temperaturas, que descienden hasta el punto de congelación del agua (0 °C) o por debajo de este. Se manifiestan principalmente durante los meses de invierno. Los elementos atmosféricos que influyen de manera determinante en la presencia de heladas son la radiación solar, la nubosidad, la humedad en la atmósfera y el viento. Las principales afectaciones de este fenómeno se presentan en la agricultura y en la salud de la población.

Existen dos tipos de clasificaciones de las heladas, la primera es por su génesis (advección, evaporación e irradiación) y la segunda es por los efectos visuales que genera (heladas blancas y negras); no obstante, la clasificación más utilizada es la segunda.

- Heladas blancas: se presentan cuando existe un exceso de frío y humedad. Su temperatura es igual o menor a 0 °C, lo que provoca la formación de escarcha sobre los cultivos, dándoles una coloración blanca. Este tipo de helada generalmente no se considera altamente dañina para los cultivos.
- Heladas negras: se caracterizan por una humedad muy baja y aire seco, lo que impide la formación de escarcha o hielo visible. Sus efectos en los cultivos son negativos debido al frío seco, que afecta directamente la estructura de los tejidos de las plantas. Al congelarse, los tejidos aumentan su volumen, lo que provoca su rompimiento y la aparición de quemaduras en el follaje.

En cuanto a la salud, las heladas pueden ocasionar enfermedades como infecciones respiratorias, entre ellas laringitis, bronquitis y rinofaringitis, las cuales pueden agravarse y derivar en neumonía. Otro efecto es el congelamiento, que ocurre cuando una persona permanece expuesta al frío durante un periodo prolongado. Algunos síntomas son el entumecimiento de las extremidades, pérdida de sensibilidad y lesiones en la piel, como enrojecimiento, ampollas y dolor. El congelamiento puede ser moderado o severo; en los casos más graves puede provocar la muerte del tejido afectado e incluso la amputación de la extremidad.

Los cultivos son altamente vulnerables a las heladas debido a que se encuentran a la intemperie y su desarrollo depende directamente de las condiciones climáticas. Los daños pueden ser internos, como la ruptura de membranas celulares ocasionada por la formación de cristales de hielo en el citoplasma, o externos, como la muerte de hojas y tallos pequeños, e incluso la pérdida total de la planta. La etapa de desarrollo del cultivo es un factor determinante, ya que cuando la planta se encuentra en fase de germinación, al estar bajo el suelo, tiene mayores probabilidades de sobrevivir a una helada. En cambio, si se encuentra en etapa de floración, la probabilidad de daño o muerte es mayor.

En la alcaldía se identifican zonas con alta probabilidad de registrar bajas temperaturas. En estas áreas se ubican personas dedicadas a la agricultura, cuyos cultivos pueden verse afectados, así como zonas destinadas a la conservación de áreas naturales y parques turísticos.

Un ejemplo reciente ocurrió el 25 de noviembre de 2025, cuando las familias de Santo Tomás Ajusco comenzaron a prepararse ante la presencia de escarcha en zonas boscosas, causada por heladas y bajas temperaturas. Testimonios de habitantes de las zonas altas señalan que, desde un mes antes, se preparan para la temporada de heladas recolectando leña y frutas de temporada ricas en vitamina C, así como acondicionando cobijas para el descanso

(Excélsior, 2024). Asimismo, la Secretaría de Protección Civil activó una alerta en cinco alcaldías, entre ellas Tlalpan, debido a la presencia de heladas con temperaturas de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zonas montañosas. De acuerdo con reportes meteorológicos, la zona de Topilejo fue la más fría, donde vecinos reportaron la presencia de capas de hielo en patios y espacios abiertos.

Antes de las heladas, es importante mantenerse atentos a la información climatológica emitida por instituciones como el Servicio Meteorológico Nacional, las autoridades de Protección Civil y los medios de comunicación.

Durante las heladas, se debe considerar que los grupos más vulnerables son los infantes y las personas adultas mayores. Por ello, es fundamental promover medidas de cuidado personal en el entorno familiar y comunitario, como el uso de vestimenta adecuada, una alimentación balanceada rica en vitaminas A y C, y el uso de sistemas de calefacción seguros y apropiados para el hogar. Asimismo, se recomienda consultar a Protección Civil sobre las medidas específicas y pertinentes para cada localidad.


Granizo

El granizo es un tipo de precipitación con forma de hielo, se forman en las tormentas severas en las nubes de tipo *cumulunimbus*, las cuales son arrastradas por corrientes ascendentes de aire. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) lo clasifica dentro de los fenómenos hidrometeorológicos, se manifiesta generalmente durante las tormentas severas, cuando las nubes ascienden a altura superiores donde existen temperaturas superiores al nivel de congelación provocando que las gotas de agua se congelen formando piedras de hielo y van creciendo conforme interactúan con otras gotas de agua, cuando las partículas de granizo se vuelven muy pesadas para las corrientes de viento tienden a caer hacia la superficie terrestre.

El crecimiento de las piedras de granizo se debe a la colisión sucesiva de estas partículas agua, la cual está a una temperatura menor que la de su punto de congelación, pero que permanece en estado líquido, el agua queda suspendida en la nube en la que viaja, cuando las partículas de agua se vuelen pesadas para ser sostenidas por la corriente caen al suelo. El tamaño del granizo varía entre los 5 milímetros, hasta los 45 milímetros (tamaño de una pelota de golf), debido a esto las tormentas de granizo pueden llegar a ser destructivas por las afectaciones que se pueden ver en siembras, plantíos, en ocasiones perdida de animales de cría, daño de bienes como los automóviles, en viviendas puede afectar ventanas, techos de lámina al acumularse al acceder el peso de resistencia de dichos materiales, al acumularse puede obstruir el paso en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos durante minutos, por el tiempo de deshielo de los granizos.

Se tienen registro por parte de protección civil y de notas periodísticas las afectaciones por tormentas de granizo en la alcaldía Tlalpan, los cuales a continuación mostraremos.

Tabla 69. Antecedentes por tormenta de granizo

Ubicación	Descripción	Imagen
Huipulco, Tlalpan Centro, y la Col. Isidro Fabela	Se reporto 5 árboles caídos y afectación en vialidad por acumulación de granizo.	

<p>Santa Úrsula Xitla</p>	<p>el hielo se acumuló y se formaron encharcamientos.</p>	
<p>Viaducto Tlalpan, Periférico Sur</p>	<p>Intensa lluvia con granizo se registró afectando la circulación vial.</p>	
<p>Altura de la Joya, Tlalpan</p>	<p>Lluvia con granizo deja encharcamientos.</p>	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Este fenómeno requiere ser monitoreado, sin embargo, existen pocos instrumentos que nos ayuden a medirlo para poder tomar medidas preventivas ante el suceso de este fenómeno, ya que, si se suma una mala adaptación del entorno y un incremento de tormentas de granizo, se puede incrementar su amenaza y peligro.

Por ellos es importante considerar algunas indicaciones preventivas, al realizar una búsqueda se encontró una infografía realizada por CENAPRED, sobre tormentas eléctricas, la cual podemos tomar sus recomendaciones como referencia.

Vientos

Son un fenómeno hidrometeorológico el cual, de acuerdo con las definiciones que se establecen en el ámbito de protección civil, se refiere al movimiento del aire o como el desplazamiento de los gases que componen atmosfera terrestre, el movimiento se da por la diferencia de presión atmosférica debido a los cambios de temperatura que tiene la superficie de la tierra.

Una componente del viento es la velocidad con la que se desplaza, ya que esta característica puede provocar algunos efectos en el entorno por lo cual debe ser considerado y tomarse en cuenta en actividades humanas y de comportamiento en la naturaleza, para poder medir la velocidad del viento se cuenta con una escala, denominada como escala de Beaufort, la cual se muestra a continuación (Tabla 70).

Tabla 70. Escala de Beaufort

Escala	Velocidad del viento (nudos)	Velocidad del viento en (km/hr)	Efectos del viento en la mar	Efectos del viento en tierra
0	< 1	1	El mar tiene la apariencia de un espejo	Hay calma, el humo asciende verticalmente.

1	1-3	1 – 5	Se observan pequeñas olas sin espuma	El humo indica la dirección del viento.
2	4-6	6 – 11	Se observan olas pequeñas con crestas de apariencia cristalina que no se rompen	Se mueven las hojas de los árboles.
3	7-10	12 – 19	El mar presenta olas largas con crestas que empiezan a romper, además de crestas de olas dispersas con espuma	Las copas de los árboles se agitan y las banderas ondulan.
4	11-16	20 – 28	Las olas pequeñas empiezan a alargarse, y se observan numerosas crestas de olas con espuma	Además de que las copas de los árboles se agitan, el polvo y los papeles se levantan.
5	17-21	29 – 38	Se forman olas moderadas y alargadas. Se observan muchas crestas de olas con espuma y dispersión de gotas pequeñas de agua.	Se observan pequeños movimientos en los árboles y la superficie de los lagos se ondula.
6	22-27	39 – 49	Comienzan a formarse olas grandes y crestas de olas con espuma por todas partes; además de que hay una mayor dispersión de gotas pequeñas de agua, resultando peligrosa la navegación para embarcaciones menores	Las ramas de los árboles se mueven y resulta difícil mantener abierto un paraguas.
7	28-33	50 – 61	El mar se agita y se dispersa espuma blanca como resultado del efecto del viento y del rompimiento de las olas, reduciendo la visibilidad.	Los árboles grandes se mueven y es difícil caminar contra el viento.
8	34-40	62 – 74	Se observan olas moderadamente altas y de mayor longitud, cuyos bordes de sus crestas se rompen dentro de un remolino; además de que la espuma se mantiene en suspensión de acuerdo con la dirección del viento.	Las copas de los árboles se quiebran, además de que la circulación de las personas se dificulta.
9	41-47	75 – 88	La mar empieza a rugir y se observan olas altas con espesas estelas de espuma; dificultando la visibilidad por la dispersión de gotas pequeñas de agua.	Se observan daños en los árboles y es imposible caminar contra el viento.
10	48-55	89 – 102	La mar ruge y toma apariencia blanca debido a la espuma que es arrastrada en gran proporción; formándose olas muy altas con crestas sobrepuestas en forma de penacho, mientras que al enrollarse provocan visibilidad reducida.	Los árboles son arrancados y las estructuras de las construcciones sufren daños.
11	56-63	103 – 117	Se forman olas excepcionalmente altas, provocando en el mar una apariencia blanca que reduce la visibilidad y haciendo peligrosa la navegación de tal manera que los buques de mediano tonelaje se pierden de vista.	Ocurren daños severos en las construcciones, tejados y árboles.
12	> 64	> 118	El aire se mezcla con la espuma y el mar está completamente blanco con dispersión y suspensión de pequeñas gotas de agua; por lo que la visibilidad es casi nula y se imposibilita toda navegación.	Hay destrucción total.


FUENTE: SECRETARÍA DE MARINA

Como se observa en la imagen con vientos superiores a 20 km, puede generar afectaciones por la fuerza que ejerce en los objetos provocando desprendimientos, desplazamiento o volcadura, en la alcaldía Tlalpan se tienen antecedentes de daños provocados por este fenómeno. Registrados por el atlas de protección civil y fuentes de noticias que documentan los daños, como caída de árboles, obstrucción de vialidades, inclinación de postes de alumbrado público, cables de luz y telefonías, caída de anuncios, entre otros.

Así mismo es importante mencionar que los vientos fuertes pueden venir acompañados de tormentas eléctricas, lluvias, granizos y bajas temperaturas. Al realizar una búsqueda de los efectos antes mencionados se encontró que del 2015 al 2025, existen 5 notas que documentan las afectaciones.

Tabla 71. Antecedentes de afectaciones por viento

Ubicación	Descripción	Imagen
Av. Plutarco Elías calles, esquina con fuentes Brotantes	Un árbol de 20m cayó sobre la fachada de una casa. Excelsior	
Tlalpan	Las fuertes ráfagas de viento provocan la caída de árboles, ramas y anuncios espectaculares. La silla rota	
Cañaverales y Anillo Periféricos, en col. Villa fuente de Fovissste	Se registra la caída de un árbol de 14 m de longitud y un metro de diámetro, el cual afecto un poste de alumbrado público y dos carriles de vialidad. La Jornada	
Camino a Santa Úrsula y Carril, en la Col. Santa Úrsula Xitla	Una reja perimetral fue dañada. Milenio	

Alrededores de Tlalpan	Los fuertes vientos registraron la caída de 3 árboles. Excelsior	
------------------------	---	---

ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Este fenómeno es recomendable que se monitoree y se extienda en su estudio debido a que su comportamiento ha variado, por dinámicas como el cambio climático, y los propios procesos de regulación del planeta, esto debido a que si se suma una mala adaptación al entorno y un incremento de las velocidades del viento puede incrementar la amenaza y el peligro.

Por ellos es importante considerar algunas indicaciones preventivas, al realizar una búsqueda se encontró una infografía realizada por CENAPRED, sobre tornados, la cual podemos tomar como referencia en algunas de sus recomendaciones.

Tormentas eléctricas

Las tormentas severas son un fenómeno que puede tener un impacto negativo en los seres vivos, sus bienes y su entorno, provocando daños materiales o incluso la muerte. Para que este tipo de tormentas se materialicen, se forman nubes de tormenta conocidas como cumulonimbos; estas nubes son densas y presentan un desarrollo vertical considerable. Las tormentas severas se caracterizan por lluvias intensas, vientos fuertes y pueden producir granizo, rayos y truenos, inundaciones repentinas e incluso tornados.

Las tormentas eléctricas son aquellas que presentan descargas bruscas de electricidad atmosférica, las cuales se producen por la combinación de humedad y aire caliente que asciende con rapidez y fuerza. Se caracterizan por la presencia de rayos y truenos, y pueden provocar decesos directos e indirectos debido al impacto de los rayos. Asimismo, pueden ocasionar daños o la muerte de ganado, así como el deterioro, daño o pérdida de infraestructura. Estas tormentas se presentan principalmente en los meses de junio a octubre, correspondientes a la temporada de lluvias.

Las principales afectaciones se deben a las precipitaciones intensas y al impacto de los rayos. Los rayos son descargas electrostáticas que se presentan cuando las cargas negativas y positivas adquieren la fuerza suficiente para manifestarse como un destello de luz, el cual puede alcanzar temperaturas de hasta 30 000 grados centígrados en una fracción de segundo. Aproximadamente el 80 % de los rayos ocurren dentro de las nubes de tormenta y el 20 % restante se produce entre la nube y el suelo.

En el territorio de la alcaldía existen zonas altas donde se realizan actividades de agricultura y ganadería, las cuales pueden presentar daños y/o pérdidas ante la manifestación de tormentas eléctricas. La mayoría de la población que reside en la demarcación cuenta con servicio de energía eléctrica, el cual puede suspenderse debido al impacto de algún rayo en la infraestructura.

Los daños que pueden ocasionarse a la población incluyen quemaduras, parálisis, dolores intensos de cabeza, pérdida de la audición y/o de la memoria, e incluso la muerte. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, de 1998 a 2018 se registraron cuatro víctimas por rayo en la alcaldía.

Acciones antes de una tormenta eléctrica

- Estar atento a los comunicados y pronósticos del Servicio Meteorológico Nacional, así como a los registros de las estaciones meteorológicas activas que monitorean el territorio de la alcaldía.
- Asegurar los objetos que se encuentren fuera de la vivienda o del lugar confinado y que puedan dañarse.
- Resguardarse en casa o en un lugar cerrado.
- Cerrar puertas y ventanas del domicilio.

- Retirar las ramas que sobresalgan de los árboles, especialmente las secas, ya que al contacto con un rayo pueden caer, dañar a personas o incluso provocar un incendio.
- Instalar pararrayos en antenas y/o torres como medida preventiva para evitar daños, principalmente en artículos electrónicos. El pararrayos consiste en una estructura de cobre similar a una varilla que, mediante un conjunto de cables, conduce el impacto del rayo hacia otra varilla enterrada en la tierra, evitando que los aparatos electrónicos reciban la descarga.

Durante una tormenta eléctrica

- Evitar terrenos abiertos y elevados, así como cultivos, terrazas y/o azoteas.
- Evitar actividades como correr, bañarse o resguardarse debajo de árboles o rocas, ya que la humedad del árbol lo hace propenso al impacto de rayos y las rocas suelen ser puntos sobresalientes.
- Evitar el contacto con cualquier cuerpo de agua y no acostarse sobre tierra húmeda.
- Apagar instrumentos portátiles de localización y transmisión-recepción, así como aparatos electrodomésticos, ya que sus radiaciones electromagnéticas pueden atraer los rayos.
- Si una persona es alcanzada por un rayo:
- Solicitar ayuda inmediata a las unidades de emergencia.
- En caso de pérdida de pulso y respiración, iniciar maniobras de primeros auxilios.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las notas periodísticas relacionadas con las tormentas eléctricas:

Tabla 72. Notas relevantes relacionadas con tormentas eléctricas en la alcaldía Tlalpan

Fecha	Descripción
10 jul 2023	La Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC) reportó una tormenta eléctrica afectando directamente a Tlalpan y Magdalena Contreras, con descargas eléctricas y pronóstico de lluvia fuerte acompañado de actividad eléctrica.
13 sep 2024	Una fuerte tormenta eléctrica con lluvia causó que un rayo cayera sobre una tubería de gas en un Cendi dentro de Tlalpan, provocando un conato de incendio y evacuación; también generó inundaciones en la demarcación.
31 jul 2025	Una intensa tormenta eléctrica acompañada de fuertes lluvias inundó amplias zonas de Tlalpan, dejando calles intransitables y afectaciones al transporte, incluyendo al Metrobús.
09 ago 2025	Tormenta eléctrica registrada en la CDMX dejó un rayo que impactó un automóvil estacionado en la colonia Pedregal de San Nicolás (Tlalpan); personas sufrieron crisis nerviosa por el evento.
07 sep 2025	Tormenta eléctrica fuerte provocó severas inundaciones en vialidades de Tlalpan y la suspensión del servicio del Tren Ligero por impacto de rayo en la catenaria.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN NOTAS PERIODÍSTICAS

Fenómenos Químico-Tecnológicos

Es un agente perturbador que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames.^[1]

En la alcaldía, la gestión de riesgos constituye un reto prioritario para las autoridades de Protección Civil, dado que su territorio combina zonas densamente urbanizadas, corredores de transporte de materiales peligrosos y áreas naturales susceptibles a incendios forestales. Esta complejidad convierte al territorio en un espacio donde los fenómenos químico-tecnológicos representan una amenaza constante para la población y el medio ambiente. Entre los eventos de mayor impacto destacan las fugas de sustancias tóxicas, las explosiones y los incendios urbanos y forestales; mientras que, en menor frecuencia, se registran derrames de hidrocarburos, flamazos y otros incidentes derivados del manejo y transporte de materiales peligrosos.

Tlalpan en su base de datos tiene un registro de 713 incidentes químico-tecnológicos como se desglosa en la Tabla 73 en un periodo de 2018 al 2025:

Tabla 73. Cantidad de registros por año.

Año	Cantidad de registros
2018	70
2019	146
2020	90
2021	93
2022	86
2023	49
2024	109
2025	70

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

El registro de 713 incidentes químico-tecnológicos en la alcaldía entre 2018 y 2025 evidencia la magnitud y recurrencia de este tipo de fenómenos en la demarcación. La variación anual muestra picos significativos, como en 2019 con 146 casos, lo que refleja periodos de mayor vulnerabilidad posiblemente asociados a factores de densidad poblacional, infraestructura urbana y transporte de materiales peligrosos. Aunque en años como 2023 se observa una disminución notable (49 casos), el repunte en 2024 confirma que el riesgo permanece latente y requiere atención constante.

Estos datos reflejan la necesidad de que Protección Civil fortalezca sus estrategias de prevención, mitigación y respuesta, integrando campañas comunitarias, inspecciones de instalaciones de gas y protocolos especializados para el manejo de sustancias peligrosas. La tendencia general demuestra que, los incidentes químicos-tecnológicos constituyen un riesgo estructural y persistente en la alcaldía.

Fugas Tóxicas

Una fuga es cualquier emisión de gas en un sistema (tanque, ducto, etc.) suelen generarse principalmente en las conducciones, son causadas por una fractura, ruptura, oxidación, soldadura defectuosa, corrosión, sellado imperfecto o mal funcionamiento de accesorios y dispositivos utilizados en éstos.^[2]

En la alcaldía destacan las fugas de gas L.P. provenientes de cilindros portátiles y tanques estacionarios, las cuales representan uno de los fenómenos químico-tecnológicos más recurrentes y de mayor impacto en la seguridad de la población. Este tipo de incidentes se relaciona directamente con el uso cotidiano del gas para fines domésticos, comerciales e industriales, lo que incrementa la probabilidad de accidentes en zonas densamente pobladas. Las fugas

pueden derivar en intoxicaciones, explosiones o incendios, afectando tanto a las viviendas como a la infraestructura urbana.

Protección civil enfrenta el reto de implementar medidas preventivas y correctivas que reduzcan la vulnerabilidad de la población ante este tipo de emergencias, ya que la base de datos tiene un registro de 283 de fugas tóxicas en el territorio como se expresa en la Tabla 74.

Tabla 74. Cantidad de fugas tóxicas.

Año	Cantidad de registros
2018	30
2019	60
2020	36
2021	39
2022	31
2023	21
2024	35
2025	31

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

La presencia constante de fugas, aun en los años con menor incidencia, evidencia que la vulnerabilidad de la población sigue siendo significativa, especialmente en zonas urbanas donde el uso de gas L.P. en cilindros y tanques estacionarios es cotidiano. En este sentido, Protección Civil enfrenta el reto de consolidar estrategias que integren la inspección de instalaciones, capacitación comunitaria, protocolos de respuesta inmediata y monitoreo de áreas críticas, con el fin de reducir la exposición al riesgo y garantizar la seguridad de los habitantes.

Explosiones

Es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso muy corto (pocos segundos), debido a un impacto fuerte o por la reacción química de ciertas sustancias. Puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por colapso de muros, ventanas y estructuras de soporte.[3]

Las explosiones se clasifican según su grado de confinamiento:

- Explosiones confinadas: Estas, a diferencia de las confinadas, tienen alguna barrera de contención, ya sean tuberías, recipientes o dentro de edificios. Esto originan sobrepresiones superiores a las no confinadas resultando en una destrucción total de la infraestructura del entorno.
- Explosiones no confinadas: Este tipo de explosión consiste en el escape de una sustancia inflamable que forma una nube de grandes dimensiones la cual se incendia produciendo una combustión súbita con una llama a baja velocidad de propagación. El impacto de la explosión depende de la cantidad de gas acumulada en la nube.
- Blevé: Estas generalmente se originan por un incendio externo que influye sobre la superficie de un recipiente a presión, causando su debilitación de resistencia, una ruptura y finalmente el escape súbito del contenido. Si el producto es inflamable produce una bola de fuego. Una característica particular y fundamental es que la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada aumenta su volumen a más de 200 veces.

- Explosión de polvos: Este tipo de explosiones representan un factor importante de riesgo en diversos sectores de la industria como el procesamiento y molienda de granos, alimentos, carbón y otros combustibles sólidos. En estos casos se necesita una energía mínima de ignición como por ejemplo podrían ser las superficies calientes o de chispas, por estática, fricción, por ciertos artefactos eléctricos o gas, así como por trabajos de corte o soldadura.

Protección Civil reconoce las explosiones como un riesgo prioritario dentro del territorio ya que pueden derivar de fugas de gas, fallas en instalaciones domésticas, accidentes industriales o percances en el transporte de sustancias inflamables. Tlalpan en su base de datos tiene un registro 17 explosiones en un periodo de 2018 a 2025 como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75. Cantidad de registros de explosiones.

Año	Cantidad de registros
2018	2
2019	3
2020	0
2021	1
2022	3
2023	0
2024	6
2025	2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

Las causas identificadas como fugas de gas, fallas en instalaciones domésticas, accidentes industriales y percances en el transporte de sustancias inflamables, evidencian que el riesgo está presente tanto en el ámbito urbano como en corredores viales estratégicos de la demarcación. Esto obliga a Protección Civil a mantener protocolos de prevención y respuesta especializados, que incluyan inspecciones periódicas de instalaciones de gas, regulación de actividades industriales y capacitación comunitaria para la detección temprana de fugas.

Flamazo

Es la ignición súbita de una fuga de gas o combustible inflamable, que genera una llamarada instantánea sin llegar a convertirse en un incendio prolongado o una explosión de gran magnitud.

Los flamazos del territorio se producen principalmente por la ignición súbita de fugas de gas L.P. en viviendas, comercios y restaurantes. Este fenómeno ocurre cuando el gas acumulado en un espacio cerrado entra en contacto con una fuente de ignición (chispa eléctrica, flama abierta, encendido de estufa), generando una llamarada instantánea. Los lugares donde más frecuentemente se producen estos flamazos son en:

- Viviendas y departamentos: fugas en estufas, reguladores o mangueras de gas.
- Restaurantes y mercados: manipulación constante de cilindros y tanques estacionarios, donde un descuido puede provocar un flamazo.
- Transporte y almacenamiento: aunque menos frecuente, también pueden darse flamazos en estaciones de carburación o durante trasvase de gas.

En el territorio dada su base de datos se tiene un registro de 19 flamazos en un periodo de 2018 a 2025 como se refleja en la Tabla 76.

Tabla 76. Cantidad de registros de flamazos.

Año	Cantidad de registros
2018	1
2019	8
2020	4
2021	1
2022	3
2023	1
2024	0
2025	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

A pesar de su baja recurrencia, los flamazos representan un riesgo significativo para la población, ya que pueden ocasionar quemaduras, daños materiales y, en condiciones desfavorables, derivar en incendios o explosiones de mayor magnitud.

Derrames

Es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas de cualquier recipiente que la contenga como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc. Se considera que los derrames pueden generar situaciones de alto riesgo, incluyendo:

- Contaminación del agua, suelo y aire
- Afectación a la flora y fauna
- Riesgos para la salud pública
- Impactos económicos y sociales

En la alcaldía, los derrames se vinculan principalmente con el transporte de materiales peligrosos, accidentes vehiculares pueden ocasionar derrames masivos con riesgo de incendio o intoxicación, estaciones de servicio y gaseras, derrames menores de combustibles o solventes en talleres mecánicos, mercados y comercios. Tlalpan tiene en su base de datos un registro de 12 derrames en un periodo de 2018 a 2025 como se ve en la Tabla 77.

Tabla 77. Cantidad de registros de derrames.

Año	Cantidad de registros
2018	3

2019	1
2020	0
2021	2
2022	1
2023	0
2024	2
2025	3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

Estos sucesos se relacionan principalmente con el transporte de materiales peligrosos en corredores viales estratégicos, así como con actividades urbanas e industriales que implican el manejo de combustibles y solventes. Aunque los números son reducidos, cada derrame puede generar contaminación de suelos, cuerpos de agua y riesgos para la salud pública, lo que justifica su inclusión en los planes de gestión de riesgos de la alcaldía.

Incendios

El fuego, es una reacción química entre tres elementos: oxígeno, combustible y calor, que, al hacer combustión, despiden luz, humo y gases. Es uno de los cuatro elementos básicos para la existencia del hombre, además se ser una importante fuente de energía, que, al estar fuera de control, se transforma en un elemento peligroso con efectos destructivos y en ocasiones hasta letales para los seres vivos.

Se define como incendio a la ignición no controlada de materiales inflamables y explosivos, debido al uso inadecuado de sustancias combustibles, fallas en instalaciones eléctricas defectuosas y al inadecuado almacenamiento y traslado de sustancias peligrosas.[1]

El fuego se puede dividir en 4 clases:

Fuego Clase A: Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica, y cuya combustión se realiza normalmente con formación de brasas.

Fuego Clase B: Es aquel que se presenta en líquidos y gases combustibles e inflamables.

Fuego Clase C: Es aquel que involucra aparatos y equipos eléctricos energizados.

Fuego Clase D: Es aquel en el que intervienen metales combustibles.

Incendios forestales

Un incendio forestal ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas. El fuego puede tener una influencia positiva en la Naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas.[1]

Tlalpan enfrenta un desafío en cuestión de los incendios urbanos y los incendios forestales, ambos con características y consecuencias distintas, pero igualmente relevantes para la seguridad de la población y la protección del medio ambiente.

En el ámbito urbano, la alta densidad poblacional y la concentración de viviendas, comercios y mercados incrementan la probabilidad de incendios derivados de instalaciones eléctricas sobrecargadas, fugas de gas L.P. y acumulación de

materiales combustibles en bodegas y talleres. Estos eventos suelen tener un impacto inmediato en la infraestructura y en la vida cotidiana de las comunidades, generando pérdidas materiales y riesgos para la salud de los habitantes.

Por otro lado, los incendios forestales constituyen una amenaza recurrente debido a su amplia extensión territorial y a la presencia de áreas naturales de conservación como el Bosque de Tlalpan y el Ajusco. Factores como las sequías, las quemas agrícolas no controladas y las actividades recreativas sin medidas de seguridad favorecen la propagación del fuego en zonas boscosas, ocasionando graves daños a la biodiversidad, al equilibrio ecológico.

La alcaldía tiene un registro de 244 incendios urbanos y 88 incendios forestales como se muestra en la Tabla 78.

Tabla 78. Cantidad de incendios urbanos y forestales.

Tipo de incendio	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Urbano	25	37	35	22	32	19	51	23
Forestal	7	25	11	20	9	4	6	6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

La combinación de ambos fenómenos confirma que Tlalpan enfrenta un riesgo estructural doble: por un lado, la exposición urbana derivada de la densidad poblacional y el uso intensivo de energía y combustibles; y por otro, la vulnerabilidad ambiental ligada a la extensión de sus zonas forestales. En este sentido, Protección Civil en coordinación con otras dependencias tales como CORENADR²³, CONAFOR, debe mantener estrategias diferenciadas pero complementarias: campañas de prevención, acciones de protección, servicios ambientales, brigadas forestales, manejo de incendios y programas de concientización en zonas naturales y simulacros en áreas urbanas.

Por otro lado, los incendios forestales pueden ser de tres tipos:

- Superficiales: El fuego consume combustibles depositados sobre la superficie del suelo, por ejemplo, quemando hierba, pastos, matorrales, arbustos y vegetación menor.
- Copa: Se propaga por la parte superior de los árboles.
- Subterráneos: Se presentan bajo la superficie, quemando raíces y materiales orgánica.

Es necesario contar con esta información ya que la Alcaldía Tlalpan cuenta con bosques, matorrales, palmar y pastizales, lo cual como sabemos existen temporadas en las cuales la población de Tlalpan presencia este tipo de eventos, a continuación, se mostrará una línea del tiempo, la cual muestra por año y mes, los incendios que se presentaron (Figura 28).

Figura 28. Línea del tiempo de incendios forestales en la alcaldía Tlalpan



²³ Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

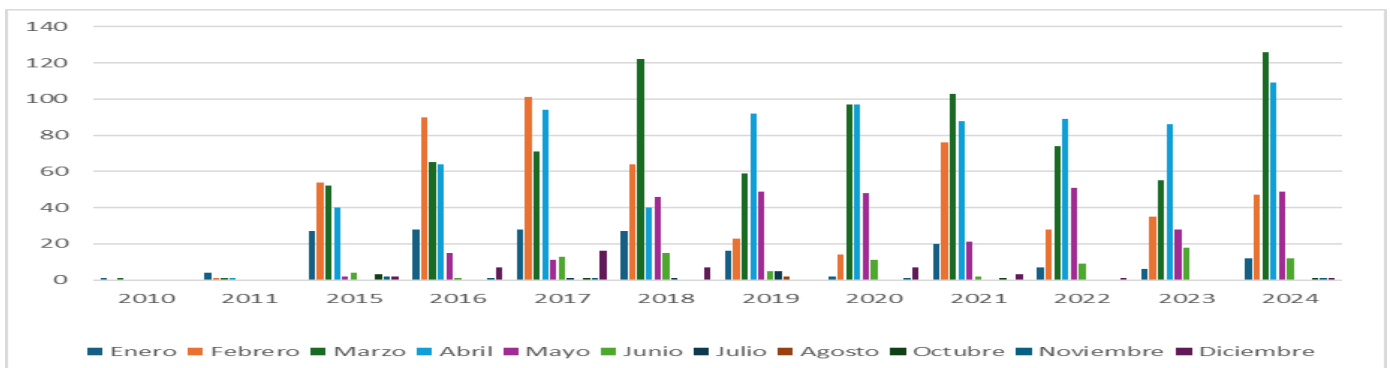


ELABORACIÓN PROPIA PARTIR DE DATOS DEL GOBIERNO DE MÉXICO

La temporada de incendios forestales generalmente coincide con la época de sequía (estiaje), de enero a junio para el centro, norte, sur, sureste del país, y de mayo a septiembre para noroeste, ya que es estos periodos se presentan con mayor intensidad altas temperaturas, vientos y condiciones secas del combustible forestal, en conjunto estas condiciones incrementan el peligro de incendio.

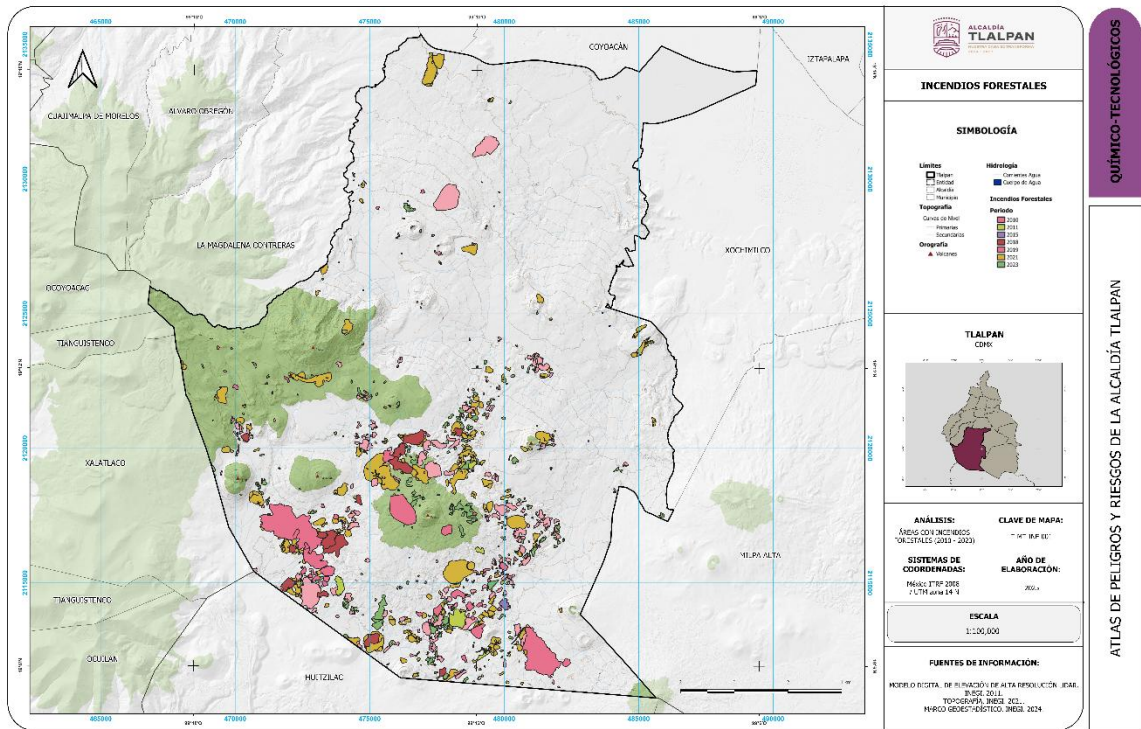
Como se puede observar en la Gráfica 38 y en el Mapa 89, los meses críticos para la alcaldía Tlalpan han sido los meses de febrero, marzo y abril, en los que se presencian más incendios forestales, después tenemos a abril y mayo con una incidencia media, por último, podemos observar que, en los meses de junio, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre, ocasionalmente se presencia este fenómeno.

Gráfica 38. Incendios forestales por año



ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL GOBIERNO DE MÉXICO

Mapa 89. Incendios forestales de la alcaldía Tlalpan, 2010-2023



ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAFOR, 2023

Como se mencionó anteriormente la alcaldía Tlalpan tiene áreas protegidas, entre sus zonas prioritarias se encuentra el corredor biológico Chichinahuatzin, Parque Nacional Cumbres de Ajusco, Cerro pelado, el Bosque de Tlalpan y el Parque Ecológico, los cuales se han visto afectados durante la temporada de incendios forestales, a continuación, se muestra en la Tabla 79, la cual nos señala las hectáreas que han sufrido el impacto por este fenómeno por año.

Tabla 79. Antecedentes de incendios forestales 2018-2022

Antecedentes de incendios en Ajusco 2018-2022	
Año	Hectáreas
2018	2,309.82
2019	3,222.73
2020	758.095
2022	1,816.77

ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL GOBIERNO DE MÉXICO

Fenómenos Sanitario-Ecológicos

Contaminación de suelo

El suelo es considerado un manto delgado, biológicamente activo, desarrollado en la capa más superficial de la corteza terrestre. Constituye uno de los recursos naturales más importantes, realiza funciones como la producción de alimentos y procesos de degradación de materia orgánica. Una vez que el suelo alcanza su estado de madurez y equilibrio puede permanecer de forma dinámica en dicho estado mucho tiempo. Sin embargo, este equilibrio puede romperse fácilmente por acción fundamentalmente antrópica, conocido como “degradación”.

La degradación es todo proceso que disminuye la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios. Un suelo degradado y contaminado es aquel cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

Para detectar que un suelo está contaminado debemos tener en cuenta los máximos niveles admisibles y los posibles factores que pueden influir en la respuesta del suelo a los agentes contaminantes como son: vulnerabilidad, poder de amortiguación, movilidad, biodisponibilidad, persistencia y carga crítica, que pueden modificar los “umbrales generales de toxicidad”.

El riesgo de que un contaminante esté presente en un suelo pueda suponer la existencia de contaminación en el mismo se evalúa a partir de la concurrencia de tres factores:

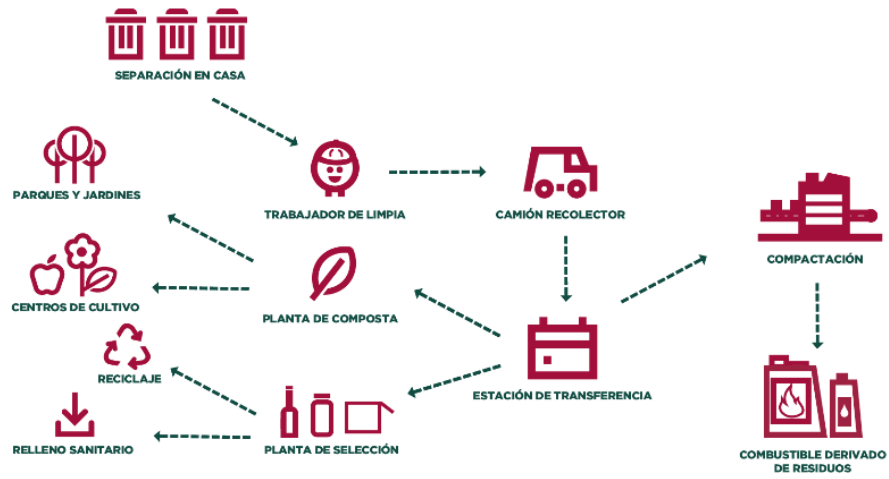
- La concentración de contaminantes en el suelo.
- La exposición a la contaminación de las personas por diferentes vías.
- La toxicidad de las sustancias.

En 2021, la Sociedad Geológica Mexicana publicó un estudio sobre como el color del suelo puede ser un indicador de contaminación por metales pesados en la Ciudad de México. Se encontró que, a diferencia de otras alcaldías y municipios de la ZMVM, los suelos de Tlalpan tenían bajas concentraciones de metales como el Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc, en cambio tenían concentraciones en óxidos combinados con otros elementos como el Aluminio (Al), Magnesio (Mg), Silicio (Si), Titanio (Ti) y Manganeso (Mg), los cuales son parte de las características de los suelos de la demarcación. Con este estudio, se puede sugerir que los suelos de Tlalpan no tienen presencia de contaminación por metales pesados, sin embargo, no es un indicativo de que el suelo no esté erosionado o haya perdido propiedades fisicoquímicas y biológicas por actividades antropogénicas. Se recomienda a autoridades ecológico-sanitarias, acercarse con instituciones de investigación para seguir la evolución del suelo y factores antropogénicos.

La alcaldía de Tlalpan no cuenta con rellenos sanitarios autorizados; por ello, todos los residuos recolectados se manejan mediante un sistema de manejo integral, el cual contempla su separación para identificar aquellos materiales que pueden ser reutilizados y aquellos que no (Figura 25). La alcaldía trabaja en la recolección y puntos de acopio como el Centro de Transferencia de Residuos Sólidos. Aquí, los residuos son separados, los residuos orgánicos son enviados a alguna de las 7 plantas de aprovechamiento para la producción de composta y mulch. Los inorgánicos son valorados y seleccionados para un mejor aprovechamiento dependiendo de sus características de reciclaje. El último camino es para los residuos que tienen aprovechamiento limitado, es decir, de difícil separación o valorización. Estos son enviados para su disposición final en rellenos sanitarios autorizados, ubicados en el Estado de México y Morelos.

En marzo del 2025 la demarcación transfirió **2,145.52 toneladas** de residuos a centros de transferencia. La clasificación de residuos corresponde a los transferidos entre el 1 y el 31 de marzo como parte del seguimiento mensual al Programa de Separación de Residuos Orgánicos, impulsado por la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México.

Figura 29. Manejo integral de residuos



FUENTE: RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Figura 30. Recolección de basura en Tlalpan



FUENTE: ALCALDÍA DE TLALPAN.

Este desempeño reafirma el compromiso de la Alcaldía Tlalpan con la sustentabilidad urbana y la gestión integral de residuos, especialmente en lo relativo al componente orgánico, que representa el mayor porcentaje de desechos generados en la ciudad. Asimismo, refleja el efecto acumulado de las políticas de concientización y operativos territoriales implementados por la administración local.

Según los informes técnicos, en lo que va de 2025 se ha registrado una ligera disminución en el volumen total de residuos orgánicos recibidos en las plantas de composta respecto al mismo periodo del año 2024: 50,905 toneladas de enero a marzo frente a 53,283 toneladas en 2024, lo que representa una reducción del 4 %²⁴

La población en general puede realizar acciones para evitar la contaminación de su localidad. El programa de separación de basura en el hogar disminuiría costos de separación de residuos para el gobierno, mismos que pueden ser utilizados para la restauración del suelo en zonas erosionadas o contaminadas.

Contaminación de aire

La contaminación atmosférica se denomina como: la presencia de cualquier agente (físico, química o biológico) o una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. (OMS). Asimismo, este tipo de contaminación es un problema característico de las grandes ciudades, causado principalmente por el desarrollo urbano, industrial y demográfico, que demanda el uso de bienes y servicios con la consecuente generación de emisiones contaminantes a la atmósfera.

El monitoreo atmosférico es fundamental para evaluar las tendencias en la calidad del aire, de los contaminantes criterio, ya que proporciona datos científicos confiables que permiten: a) Identificar patrones y tendencias temporales. b) Detecta aumentos, disminuciones o estabilidad en las concentraciones de contaminantes como PM2.5, NO2, O3, SO2, CO, PM10. c) Permite comparar datos históricos para evaluar el impacto de políticas ambientales. d) Validar la efectividad de políticas ambientales. e) Proporciona evidencia para ajustar normas y regulaciones (por ejemplo los estándares de emisiones vehiculares).

Sin un monitoreo confiable no sería posible analizar el éxito de las medidas ambientales, proteger la salud de la ciudadanía y diseñar estrategias para mitigar la contaminación ambiental. En el 2020 tuvo reducciones notables en la mayoría de los contaminantes debido a las restricciones por COVID-19, durante los años de 2022 y 2023 los contaminantes tuvieron un comportamiento similar a pesar de la onda de calor de abril – junio. En los últimos 5 años, no se han presentado cambios significativos en los niveles de contaminación. En la Tabla 80 se pueden ver los promedios de contaminante por año. Los promedios en un periodo de 4 años se pueden observar en la Gráfica 39.

Tabla 80. Promedio de contaminante desde 2020-2023

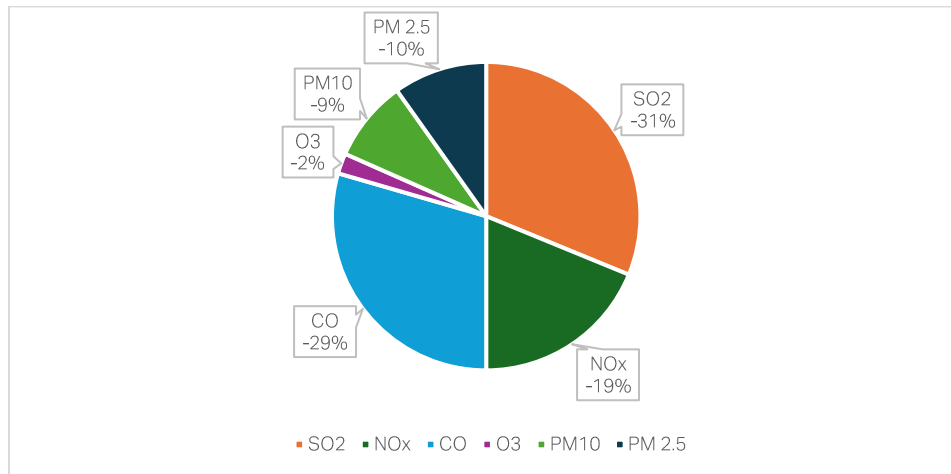
Contaminante	Año			
	2020	2021	2022	2023
SO ₂	-73%	-73%	-73%	-73%
NO _x	-50%	-43%	-43%	-40%
CO	-77%	-69%	-69%	-62%
O ₃	0%	-10%	-3%	-6%
PM ₁₀	-23%	-15%	-21%	-21%

²⁴ Alcaldía Tlalpan, 2025.

PM _{2.5}	-26%	-22%	-22%	-22%
-------------------	------	------	------	------

ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA SEDEMA.

Gráfica 39. Promedio de contaminantes en un periodo de 4 años.



ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA SEDEMA

En 2024, la Comisión Ambiental de la Megalópolis activó la contingencia ambiental por Ozono en 12 ocasiones en un periodo que fue desde febrero hasta junio de ese año. Este dato es interesante, pues representa un valor histórico a comparación de otros años donde el promedio de contingencias ambientales fue de 5 a 8 por año. Este incremento se puede deber a cambios atmosféricos vinculados con el Calentamiento global, donde el 2024 fue el año más caluroso registrado en la historia.²⁵

Figura 31. Pirámide de los efectos de salud asociados a la mala calidad del aire.



ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SEDEMA

²⁵ CAME, 2024.

A nivel nacional, las infecciones respiratorias agudas son la principal causa de enfermedad en la Ciudad de México y el Estado de México superando a enfermedades como la gastritis, obesidad e hipertensión arterial. En la CDMX, de 3,213,374 casos el 54.1% son infecciones respiratorias agudas, mientras que en el EDO. MEX de 4,736,503 casos es el 58.9%.²⁶ Un ejemplo gráfico es la Figura 31 donde explican los efectos de a la salud asociados a la mala calidad del aire en la ZMVM, donde podemos ver que la base de la pirámide son las enfermedades cardiorrespiratorias y afectan la calidad de vida de millones de personas.

Se recomienda a la población en general y a grupos vulnerables (como niños y personas de la tercera edad), estar al tanto de las alertas de contingencia ambiental de la megalópolis e implementar estrategias para la reducción de riesgos, como, por ejemplo:

- Hacer actividades físicas entre la 1-7 pm
- Usar cubrebocas
- No fumar, especialmente en espacios cerrados.
- Permanecer en interiores con puertas y ventanas cerradas.
- La aplicación de medidas para el control de emisiones y los programas para la calidad del aire han funcionado puesto que los índices han disminuido en los últimos 20 años. La Ciudad de México ha implementado estrategias para mitigar la contaminación atmosférica como lo son²⁷:
- Mejorar los programas de modernización con inspección, mantenimiento y certificación vial.
- Implementar gradualmente una zona de bajas emisiones en toda la ciudad y considerar la tarificación vial.
- Reducir la velocidad en autopistas y circunvalaciones.
- Mejorar las alternativas de transporte sostenible a los coches y taxis.

Contaminación de agua

Se dice que el agua está contaminada cuando los agentes contaminantes repercuten negativamente en su calidad para el consumo humano, para usos posteriores o para el bienestar de los ecosistemas. Es la contaminación que ocurre en cualquier espacio que alberga agua: ríos, lagos, acuíferos o incluso el mar.

Las fuentes de contaminación pueden clasificarse en puntuales —fuentes localizadas—, como las descargas industriales y municipales; y no puntuales —fuentes no localizadas o difusas— que son aquellas en las que no hay un punto exacto de descarga de contaminantes. La importancia de la clasificación radica en el manejo de la contaminación, mientras localizadas puede ser controlada mediante acciones concretas. Por otro lado, las fuentes no localizadas es complicado identificar al responsable de la descarga y por ende, controlarla.²⁸

Figura 32 Brigadas de rescate del Río Magdalena y Río Eslava

²⁶ SEDEMA, 2021

²⁷ International Transport Forum, 2017

²⁸ Contaminación del agua (2025)



FUENTE: PERIÓDICO REFORMA

La Comisión Nacional del Agua, lleva a cabo la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA) para analizar la calidad del agua en todo el país y se dividen en sistemas loticos, lenticos y costeros. Se tienen indicadores de la calidad del agua y se maneja de acuerdo con un semáforo, donde, en caso de cumplimiento, el semáforo es verde o incumplimiento el indicador es amarillo o rojo.

En el 2023, la REMECA analizó el agua del Río Eslava en la alcaldía Tlalpan. En el cual presentaba altas concentraciones de Coliformes fecales, *Escherichia coli*, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Los parámetros se muestran en la tabla:

Tabla 81. Datos sobre el monitoreo del Río Eslava

Río Eslava	Parámetros	Datos del monitoreo
Coliformes fecales	100-1000 NMP/100 mL	90900000 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	250-1000 NMP/100 mL	44100000 NMP/100 mL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	3-120 mg/L	510 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	10-200 mg/L	746 mg/L

ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE CONAGUA

Si bien aguas arriba la cuenca del Eslava está limpia, esta misma se encuentra severamente contaminada en sus partes media y baja debido a fuertes descargas de aguas residuales y depósitos de basura a lo largo de su cauce. La contaminación de este río afecta los servicios ecosistémicos que puede proveer, como, por ejemplo: el agua dulce, el oxígeno, la purificación del aire y del agua, la descomposición de los desechos, la regeneración de la fertilidad del suelo, la regulación del clima, entre otros, y permiten que el humano se beneficie produciendo sus alimentos, recreándose y esparciéndose espiritualmente.²⁹

En el 2023, las fuertes lluvias que azotaron a la CDMX hicieron que el Río Eslava se desbordará, el cual inundó bajopuentes y calles de las alcaldías Magdalena Contreras y Tlalpan, también ocurrieron infiltraciones de agua a domicilios, sin registrarse lesionados.

El aumento de la densidad poblacional y la expansión urbana, hacen que las megaciudades tengan un alto índice de vulnerabilidad y de alta complejidad en la tarea de prestar servicios urbanos básicos. En caso de la Ciudad de México, la creciente demanda de agua ha impactado de manera negativa el balance de las cuencas y acuíferos locales. Los factores que más influyen son los conflictos sociales y políticos, el hundimiento del terreno por excavación exhaustiva

²⁹ Chávez (2015)

de agua, deterioro ambiental de las áreas de captación de agua superficial y de recarga de acuíferos.³⁰ Entre 2020 y 2024, el Gobierno de la Ciudad de México ha invertido un total de 154 millones 131 mil 191 pesos en mantenimiento, rehabilitación y saneamiento de los ríos vivos de la capital, de acuerdo con un reporte del periódico INDIGO.

- La población civil puede ayudar a reducir la contaminación del agua a través de diferentes acciones:
- Evita tirar basura y líquidos en cuerpos de agua y haz un correcto separado de ellas para llevarlas a su destino final.
- Respeta el cauce del cuerpo de agua y la vegetación que hay a su alrededor.
- Si notas un olor desagradable o el color del agua cambia, alerta a las autoridades sanitarias para que hagan un análisis sobre la calidad del agua.
- Sigue las siguientes recomendaciones para disminuir los riesgos por contaminación de agua:
- Evita bañarte o beber del cuerpo de agua. NO sabes si puede estar contaminada con algún toxico físico, químico o biológico.
- En caso de presentar reacción alérgica a los componentes del agua, acude a tu centro de salud más cercano.
- No consumas plantas o frutos que hayan crecido cerca de cuerpos de agua contaminados.

Plagas

Las plagas son plantas, animales, insectos, microbios u otros organismos no deseados que interfieren con la actividad humana. Estos pueden morder, destruir cultivos de alimentos, dañar propiedad, o hacer nuestras vidas más difíciles.

Las plagas más comunes en las grandes ciudades son: cucarachas, chinches, pulgas, garrapatas, hormigas, alacranes, polillas y roedores. Los cuales suelen ser vectores para la propagación de enfermedades que afectan a animales de compañía y al ser humano.

Los vectores pueden transmitir patógenos infecciosos de una persona otra o de los animales al ser humano. Muchos de ellos son insectos hematófagos que ingieren microorganismos patógenos al alimentarse de la sangre de un portador infectado (una persona o un animal) y, posteriormente, los transmiten a un nuevo portador, una vez que el patógeno se ha replicado. Un vector infeccioso puede transmitir patógenos durante el resto de su vida en cada nueva picadura o ingestión de sangre.

Las enfermedades transmitidas por vectores representan más del 17% de las enfermedades infecciosas y provocan más de 700 000 defunciones al año. Pueden estar causadas por parásitos, bacterias o virus. Estas enfermedades afectan de forma desproporcionada a poblaciones más precarizadas y se concentran especialmente en zonas tropicales y subtropicales.³¹

En México, se tiene registro anual sobre la propagación del dengue y chikungunya, el cual afecta principalmente a los estados del sur. Sin embargo, para la semana 50 del panorama Epidemiológico de Dengue, publicado el 15 de diciembre del 2025, se encuentra que Sonora, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit y Veracruz son los estados que tuvieron un mayor registro de casos de dengue confirmados. Para el caso del chikungunya, solo se han registrado 10 casos; 6 en el estado de Quintana Roo, 2 en Chiapas y 1 en Yucatán. En la CDMX no se registraron serotipos circulantes de ambas enfermedades.

Aunque el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) no contempla a los roedores ni a las cucarachas como vectores sujetos a monitoreo permanente, se reconoce que su presencia está estrechamente asociada a condiciones insalubres y al incumplimiento de la normatividad sanitaria. Estos vectores suelen encontrarse con mayor

³⁰ Escolero (2016)

³¹ OMS (2024)

frecuencia en sitios como mercados, rellenos sanitarios, zonas de restaurantes y puestos ambulantes, particularmente en aquellos donde no se mantienen prácticas adecuadas de higiene y manejo de residuos.

La Organización Mundial de la Salud enlista una serie de enfermedades de transmisión vectorial, clasificadas según el vector que las transmite. También indica el tipo de patógeno que causa la enfermedad en los humanos (Figura 33).

Figura 33. Síntomas del dengue

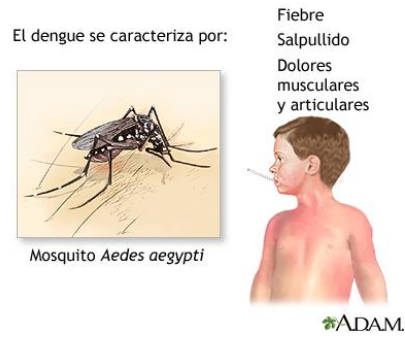


Tabla 82. Enfermedades propagadas por vectores

Vector	Especie	Enfermedad	Tipo de patógeno
Mosquitos	<i>Aedes</i>	Fiebre chikungunya	Virus
		Dengue	Virus
		Filariasis linfática	Parásito
		Fiebre del Valle del Rift	Virus
		Fiebre amarilla	Virus
		Zika	Virus
	<i>Anopheles</i>	Filariasis linfática	Parásito
		Paludismo	Parásito
		Virus o'nyong'nyong	Virus
	<i>Culex</i>	Encefalitis japonesa	Virus
Filariasis linfática		Parásito	
Fiebre del Nilo Occidental		Virus	
Caracoles acuáticos		Esquistosomiasis (bilharziasis)	Parásito
Jejenes		Fiebre del Oropuche	Virus

Simúlidos	Oncocercosis (ceguera de los ríos)	Parásito
Pulgas	Peste (transmitida de las ratas al ser humano)	Bacteria
	Tungiasis	Ectoparásito
Piojos	Tifus	Bacteria
	Fiebre recurrente transmitida por piojos	Bacteria
Flebótomos	Leishmaniasis	Parásito
	Fiebre transmitida por flebótomos	Virus
Garrapatas	Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Virus
	Enfermedad de Lyme	Bacteria
	Fiebre recurrente (borreliosis)	Bacteria
	Rickettsiosis (fiebre maculosa y fiebre Q)	Bacteria
	Encefalitis transmitida por garrapatas	Virus
	Turalemia	Bacteria
Triatominos	Enfermedad de chagas (tripanosomiasis americana)	Parásito
Mosca tsé tsé	Enfermedad del sueño (tripanosomiasis africana)	Parásito

La OPS/OMS brinda las siguientes recomendaciones a los países para prevenir y controlar las enfermedades mediante la Estrategia de Gestión Integrada:

- Fortalecimiento de la vigilancia integrada
- Diagnóstico oportuno y confiable
- Manejo clínico adecuado de los pacientes
- Control de los vectores como: eliminar criaderos y reducir sitios de reproducción
- Comunicación de riesgo y educación a la población
- Cooperación intersectorial y colaboración regional

En caso de plagas como ratas, moscas y cucarachas, se recomienda la población en general mantener una buena higiene en el hogar, sellar grietas, no dejar comida a la intemperie. Si usted conoce de algún establecimiento que no cuente con las medidas de higiene mínimas, contacte a las autoridades sanitarias de su alcaldía. La OMS tiene métodos para el control de plagas urbanas

Tabla 83. Métodos para el control de plagas urbanas

Método	Descripción
--------	-------------

Químicos	Se utilizan principalmente plaguicidas. Su aplicación debe considerar la susceptibilidad de las plagas al plaguicida, el medio ambiente, el método de aplicación, su inocuidad para el ser humano y los organismos no combatidos; así como la capacidad técnica del personal que aplicará el plaguicida.
Biológicos	Consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo, que pueden ser desde bacterias hasta perros y gatos.
Ordenamiento del medio	Son algunas modificaciones en las viviendas y en algunos servicios públicos como: el alcantarillado, recolección y eliminación de basura, abastecimiento de agua, uso de tapas en botes de basura, recolección y reciclado, aseo doméstico, educación sanitaria, etc.
Otros	También se utilizan otros mecanismos como: mosquiteros, trampas, sustancias atrayentes, entre las que se encuentra la comida, dispositivos electromagnéticos y de ultrasonido.

En la alcaldía se cuentan con 10 zonas de conservación ecológica, las cuales se encuentran fuertemente erosionadas y afectadas por plagas como: insectos descortezadores, insectos defoliadores y plantas parasitas. De acuerdo con el Sistema Integral de Vigilancia y Control Fitosanitario Forestal (SIVICOFF) del 2024.

Aunque estas plagas no representan un problema directo para la población, el riesgo de perder zonas de conservación ecológica por plagas afectaría de manera negativa el entorno rural y desaparecerían los servicios ecosistémicos que nos brindan las áreas verdes. Para ello, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha implementado monitoreos terrestres y aéreos a estas zonas, además de tratamientos fitosanitarios y brigadas de saneamiento. Las brigadas de saneamiento tienen por objetivo el monitoreo, detección, diagnóstico, combate y control de plagas forestales y se encuentran operando en los ejidos y comunidades ubicadas en zonas de riesgo de plagas forestales alto y muy alto determinadas por la CONAFOR.

Se tiene el antecedente que, en 2022, la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) de la Ciudad de México, a través de la Dirección General del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Valor Ambiental (DGSANPAVA), realizó trabajos de saneamiento forestal en el Área Natural Protegida con Categoría de Zona Ecológica y Cultural "Bosque de Tlalpan", para controlar la plaga del insecto descortezador (*Dentroctonus mexicanus*) reportada en 20 ejemplares del área. La CONAFOR validó la realización del saneamiento forestal de arbolado afectado por descortezadores, que consiste en el tratamiento a 20 árboles con un volumen total de 39.56 m³, consistente en derribo, troceo, descortezado y aplicación de químico autorizado (Deltametrina), en las especies *Cupressus* sp. y *Pinus patula*.

Epidemias

Un **brote epidémico** se define como la aparición repentina de una enfermedad infecciosa en un lugar específico y durante un periodo determinado. Cuando una enfermedad se propaga de manera rápida y activa, con un aumento significativo en el número de casos, pero se mantiene dentro de un área geográfica concreta, se le denomina **epidemia**. Para que se declare un estado de **pandemia**, deben cumplirse dos criterios fundamentales: que la enfermedad afecte a más de un continente y que la transmisión dentro de los países sea **comunitaria**, es decir, que los casos ya no provengan exclusivamente de otros lugares.

En el año 2020, la expansión inicial en China y posteriormente a nivel mundial del virus **SARS-CoV-2**, causante de la enfermedad conocida como **COVID-19**, generó una alerta internacional. El 30 de enero de 2020, la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** declaró al COVID-19 como una *emergencia de salud pública de importancia internacional*. Posteriormente, el 11 de marzo del mismo año, se reconoció oficialmente como **pandemia**, debido al incremento de casos fuera de China, los cuales ascendían a aproximadamente **37,364**. En México, el primer caso confirmado se registró el **27 de febrero de 2020**.

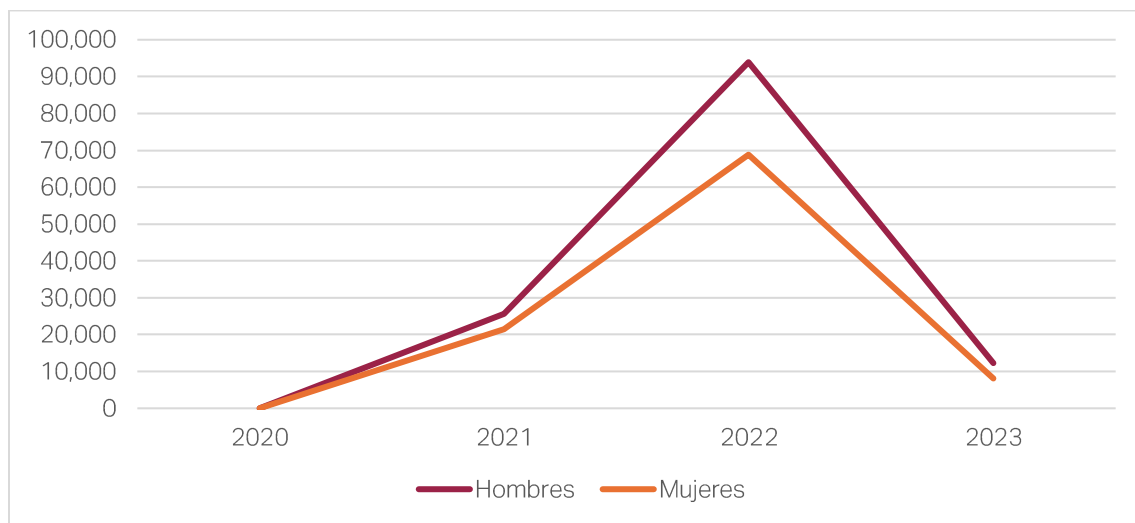
La COVID-19 afecta principalmente al **sistema respiratorio**, pero también el paciente puede presentar falla multiorgánica, así como años importantes en corazón, hígado y cerebro. Los síntomas más comunes son:

- Tos seca
- Falta de aire
- Pérdida del sentido del gusto o el olfato
- Síntomas digestivos como malestar estomacal, vómitos o diarrea
- Dolor de cabeza, corporales o musculares
- Fiebre o escalofríos
- Síntomas parecidos al resfriado, como la congestión y secreción nasal o dolor de garganta
- En algunos casos graves puede provocar neumonía o insuficiencia respiratoria.

La diversidad de síntomas y la gravedad de la enfermedad están relacionadas con la aparición de variantes virales y la respuesta inmunológica de cada individuo. Estas variantes surgen por mutaciones genéticas durante la replicación del virus, lo que puede aumentar su capacidad de transmisión, reducir la eficacia de vacunas y pruebas diagnósticas, y provocar complicaciones más severas.

De acuerdo con el SINAVE, en la alcaldía Tlalpan se registraron **230,199** casos de enfermedades crónico-respiratorias, los cuales fueron atendidos en unidades de medicina ambulatoria y hospitales de especialidad. Fueron **131,749** hombres y **98,450** mujeres, los cuales son representados en la gráfica:

Gráfica 40. Casos de enfermedades crónico-respiratorias por sexo



ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LOS DATOS DEL SINAVE

Sin embargo, los casos registrados positivos a SARS-COV-2 fueron mínimos a comparación de la grafica anterior. De igual manera, las defunciones registradas en los centros de salud tambien fueron bajas, teniendo su pico más alto en el año 2021.*

Tabla 84. Total de defunciones y casos COVID entre 2020-2023

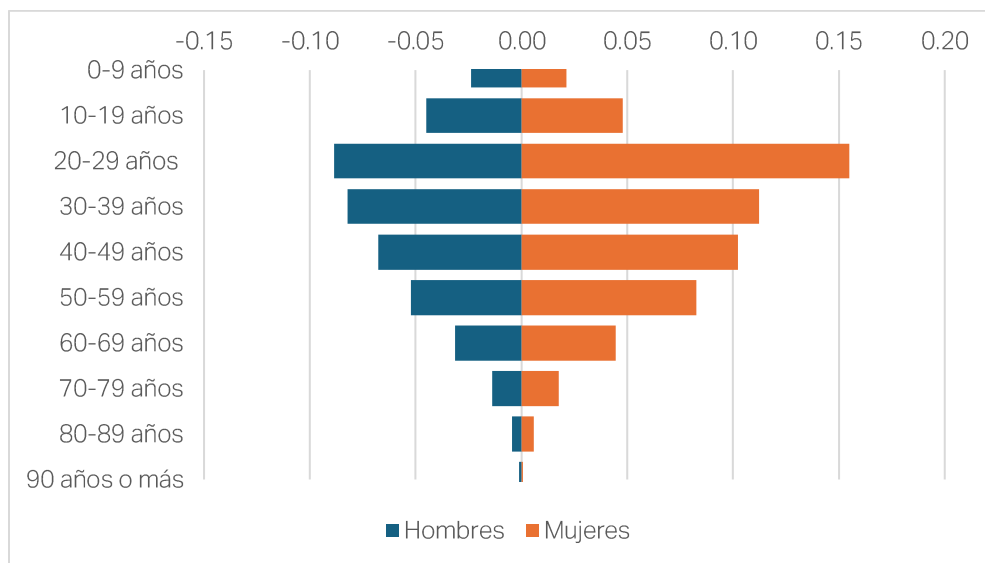
	2020	2021	2022	2023
Defunciones	0	293	235	20
Casos confirmados	8	8,992	7,298	6,703

*Nota: Esta estadística está realizada en base a los datos abiertos del SINAVE y puede que no todos los decesos hayan sido registrados.

La estadística poblacional marca que el rango de edad más afectado fueron personas entre 20 y 60 años, siendo las mujeres de 20 a 29 años, el grupo poblacional más contagioso por la pandemia. Este cambio puede estar relacionado con:

- **Sobrecarga doméstica y de cuidados** durante la pandemia, lo que aumentó su exposición al virus dentro del hogar.
- Incremento de casos entre **trabajadoras del sector salud, comercio y servicios**, donde la presencia femenina es alta.

Gráfica 41. Distribución poblacional del SARS-COV-2 en Tlalpan



Actualmente, la alcaldía Tlalpan enfrenta el reto de **mantener la vigilancia epidemiológica**, fortalecer la infraestructura médica y promover **hábitos saludables permanentes**. La experiencia de la pandemia deja una enseñanza clara: la salud pública es un derecho humano, el cual siempre mantener una infraestructura en óptimas condiciones, personal capacitado e incentivar una vida saludable en la población.

Fenómenos Socio-Organizativos

Los fenómenos perturbadores socio-organizativos se definen como un agente perturbador que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de personas, tales como: concentración masiva de población e interrupción o afectación de los servicios vitales y sistemas estratégicos.

En la demarcación dichos fenómenos, tienen una amplia presencia debido a que se desarrollan diferentes eventos de esta índole como son: las caídas de árbol que infieren en el correcto funcionamiento de servicios vitales siempre y cuando afecten a estos mismos como caída en cables o daños a ductos, ya sea de agua o sistemas de drenaje, de igual manera los eventos masivos ocupan un lugar importante en la generación de este fenómeno, debido a que en la alcaldía existen diversas fiestas patronales, días feriados como el día de reyes entre otros, estas requieren de gran organización por parte de personal de emergencia por la cantidad de población que se aglomeran en dichas zonas donde se generan las actividades, los accidentes terrestres también ocupan un lugar importante en este grupo se encuentran volcaduras, derrames de materiales peligrosos, choques.

Para poder llevarse a cabo algún evento de esta índole se requiere un análisis integral de diversos componentes que inciden en su nivel de riesgo y en la planeación de medidas preventivas.

El primer aspecto para considerar es el espacio donde se llevará a cabo el evento, ya que puede ser al aire libre como plazas, estadios o espacios públicos o en espacios cerrados como auditorios, centros de convenciones o recintos techados, debido a que cada uno cuenta con distintas condiciones en términos de control de accesos, ventilación, rutas de evacuación y capacidad de respuesta ante alguna emergencia. El tipo de público es un factor clave, debido a que puede tratarse de un público general, familiar, infantil, juvenil, adulto mayor o con necesidades específicas, lo cual demanda medidas diferenciadas de seguridad y atención.

El horario en que se ejecutan influyen considerablemente, ya que las actividades realizadas en horario nocturno suelen requerir iluminación especial, mayores recursos de vigilancia y medidas adicionales de control, por último, la duración del evento, ya sea de corta, media o larga extensión, impacta directamente en la logística, el desgaste de los servicios de apoyo, la permanencia del público en el lugar y la posibilidad de que se presenten incidentes relacionados con la fatiga, el clima o la saturación de espacios, entre otros.

Fiestas patronales

Como en todas las alcaldías cuya historia es añeja, Tlalpan tiene un amplio calendario de fiestas religiosas en sus pueblos entre las que destacan el día de muertos y la celebración a su Santo patrono. Sobre este último destacan las fiestas patronales de San Agustín de las Cuevas, Santa Ursula Xitle, Chimalcoyotl, San Pedro Mártir, San Andrés Totoltepec, San Miguel Ajusco, Topilejo y otros más.

En cuanto a la celebración patronal, se rige de acuerdo con una fecha precisa del calendario civil religioso, que representa la tradición y costumbre del pueblo para recordar a su Santo Patrono, en donde se lleva a cabo una ceremonia religiosa, que al concluir se pasa a la presencia de danzas, bandas musicales y el recibimiento de distintas ofrendas de otros pueblos cercanos, y al anochecer se quema un castillo pirotécnico. La comunidad realiza la preparación de comida típica del lugar para sus invitados. Con respecto a las celebraciones cívicas, cada vez cobra mayor fama la conmemoración de las fiestas patrias, que se caracterizan por un ambiente festivo, tranquilo y familiar.

CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES

Los atlas de riesgos son instrumentos técnicos esenciales para la planeación territorial. Permiten identificar y representar espacialmente los peligros naturales y antrópicos, así como los niveles de exposición y vulnerabilidad de la población, la infraestructura y los sistemas productivos. Al integrarse con el ordenamiento territorial, estos atlas se convierten en una herramienta estratégica para reducir la vulnerabilidad, orientar el desarrollo urbano y garantizar un crecimiento seguro y sostenible. Su uso fortalece la capacidad de anticipar escenarios de desastre, evita la localización de asentamientos en zonas de alto riesgo y contribuye a la construcción de comunidades más resilientes. A continuación se presentan algunas recomendaciones para cada ámbito.

1. Planeación territorial y uso del suelo

- Incorporar el análisis del atlas de riesgos en todos los procesos de planeación urbana.
- Evitar la expansión de asentamientos en zonas de alto riesgo.
- Condicionar la autorización de nuevos proyectos a estudios de peligro específicos a mayor escala y el diseño adecuado correspondiente.
- Definir criterios diferenciados de uso del suelo: zonas no urbanizables, densidades reguladas y usos compatibles en áreas de riesgo moderado.
- Reforzar y mantener zonas forestales en condiciones óptimas.

2. Construcción y regulación de edificaciones

- Aplicar técnicas de reforzamiento estructural a construcciones vulnerables y mejora de cimentaciones adaptadas al tipo de suelo.
- Exigir que las nuevas edificaciones cumplan estrictamente con el Reglamento de Construcciones de la CDMX y Normas Técnicas Complementarias, con énfasis en diseño sísmico.

3. Infraestructura y servicios básicos

- Mantener y fortalecer redes de agua potable, drenaje, vialidades, energía eléctrica y gas mediante mantenimiento preventivo.
- Implementar sistemas de captación de agua de lluvia y soluciones sostenibles para reducir presiones estructurales.
- Diseñar infraestructura crítica fuera de zonas de alto riesgo y con criterios de resiliencia.

4. Regeneración urbana y vivienda

- Implementar programas integrales en colonias deterioradas que incluyan regularización del suelo y rehabilitación de vivienda.
- Comunicar de manera clara los riesgos a la población para fomentar la adopción de medidas de mitigación.

5. Protocolos y alertamiento temprano

- Establecer sistemas de alerta temprana para fenómenos recurrentes (sismos, inundaciones, inestabilidad de laderas).
- Diseñar protocolos de actuación que involucren tanto a autoridades como a la población.

6. Cultura de prevención y participación social

- Promover la capacitación comunitaria y la realización periódica de simulacros.
- Difundir protocolos de actuación ante fenómenos perturbadores.
- Fomentar la participación activa de la población en la gestión del riesgo.

7. Coordinación institucional

- Fortalecer la colaboración entre autoridades locales, instancias gubernamentales, academia, sector privado y comunidades.
- Diseñar políticas públicas basadas en evidencia científica y en el diagnóstico de riesgo, actualizados.

8. Marco normativo y gestión integral

- Cumplir con la Ley General de Protección Civil y la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, así como la Ley de Gestión de riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México.
- Aplicar la Norma ISO 31000 como guía para un proceso continuo de identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo de riesgos.
- Mantener actualizado el *Atlas de riesgos* mediante la integración de nuevos estudios de peligros, de vulnerabilidad, riesgos, así como la información de exposición o aquella en constante cambio.

REFERENCIAS

- Alcaldía Tlalpan. (2025). Por segunda ocasión, Tlalpan encabeza en envío de residuos orgánicos a composta en CDMX. Disponible en: <https://tlalpan.cdmx.gob.mx/por-segunda-ocasion-tlalpan-encabeza-el-envio-de-residuos-organicos-a-composta-en-cdmx/#:~:text=Alcald%C3%ADa%20Tlalpan-,Por%20segunda%20ocasi%C3%B3n%2C%20Tlalpan%20encabeza%20el%20env%C3%ADo%20de,org%C3%A1nicos%20a%20composta%20en%20CDMX>
- Alcántara I., Garza M., López A., Magaña V., Oropeza O., Puente S., Rodríguez D., Lucatello, S., Ruiz N., Tena R., Urzúa M., & Vázquez G. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones Geográficas*, (98). Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Arce, J.L., Cruz-Fuentes, D., Ramírez-Luna, A., Herrera-Huerta, I.A., Girón-García, P., 2017, Pómez Bosque de Tlalpan, producto de una erupción de gran magnitud en el margen suroeste de la cuenca de México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 34, núm. 3, p. 274-288, <http://dx.doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2017.3.485>
- Atlas Nacional de Riesgos. Zonificación Sísmica. 2023. Disponible en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Sismo19sCDMX/>
- Bautista F. Goguitchaichvili A., Delgado C., Quintana P., Aguilar D., Cejudo R. & Cortés J. (2021). El color como indicador de contaminación por metales pesados en suelos de la Ciudad de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 73(1), 00008. Epub 11 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.18268/bsgm2021v73n1a210920>
- CENAPRED. (2006). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos* (1ª ed., versión electrónica 2021). Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
- CENAPRED. (2024). Reconstrucción de infraestructura Post-desastre. Resiliencia en los procesos de construcción post-desastre. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
- Chávez Cortés, Marta. (2011). Zonificación territorial de la cuenca del Río Eslava, D.F., a partir de la identificación de áreas ecológicamente sensibles. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 11. 17-53.
- Chávez M. (2015). Valoración del entorno natural de la cuenca del río Eslava, D.F.. *Espiral (Guadalajara)*, 22(62), 171-204. Recuperado en 26 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652015000100006&lng=es&tlng=es
- CONAFOR. Visualizador de Sanidad Forestal. (2025). Disponible en: <https://snif.cnf.gob.mx/sanidad-forestal/#cooperacionInternacional>
- CONAGUA. (2022). Indicadores de la calidad del agua superficial y subterránea.
- CONAGUA. (2025). Resultados de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (REMECA). Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/resultados-de-la-red-nacional-de-medicion-de-calidad-del-agua-renameca?idiom=es>
- Congreso de la Ciudad de México. (2021). *Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2 de marzo de 2021.
- Delegación Tlalpan. (2017). *Aviso por el cual se da a conocer el programa de acción climática de la delegación Tlalpan 2015-2020*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. No. 220, 15 de diciembre de 2017.
- E. Bladé Castellet, L. Cea, G. Corestein. (2014). Numerical modelling of river inundations, *Ing. del Agua*. 18 – 68.
- E. Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, J. Dolz, A. Coll, Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos, *Rev. Int. Métodos Numéricos Para Cálculo y Diseño En Ing.* 30 (2014) 1–10.
- Escolero O., Kralisch S., Martínez S., & Perevochtchikova María. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), 409-427. Recuperado en 26 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222016000300409&lng=es&tlng=es.

García A., Zamorano J., López C., Galván A., Carlos V., Ortega R. & Macías, J. L. (2008). El arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México central. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 25(1), 158-178. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742008000100010&lng=es&tng=es.

Garduño V., Arreygue E., Israde I. & Rodríguez G. (2001). *Efectos de las fallas asociadas a sobreexplotación de acuíferos y la presencia de fallas potencialmente sísmicas en Morelia, Michoacán*, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 18(1), 37-54.

Gaspar, A. (2018). Historia de la delegación Tlalpan. Rasgos históricos de Tlalpan. *Diario de campo*, 87, 62-73. Museo Nacional de las Intervenciones – Instituto Nacional de Antropología e Historia. Disponible en: <https://revistas.inah.gov.mx/index.php/diariodecampo/article/view/9439>

Graizbord B., Mercado A., y Few R., (2011). *Cambio climático, amenazas naturales y salud en México*. El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, 1ª. Ed., 497 p. México D. F.

IBER. Manual del usuario. www.lberaula.es

IPDP. (2022). *Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PGOT CDMX)*. Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva (IPDP). Gobierno de la Ciudad de México.

INAH. (2018). Historia de la delegación Tlalpan. Rasgos históricos de Tlalpan. *Diario de Campo*, 87, 62-73

INAH (2025). Consulta pública del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

INEGI. (2010). Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50 000 Edición: 2.0. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, VII, 204 p.

INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

INEGI. (2008). Climatología: Unidades climáticas. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

INEGI. (2020). Directorio Nacional de Unidades Económicas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html>

INEGI. (2001). Fisiografía. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>

INEGI. (2001). Geología: Conjunto de datos nacional de información petrográfica rocas ígneas. Escala 1:250 000. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

INEGI. (2008). Hidrografía: Red hidrográfica digital de México Escala 1:250 000. Edición 1.0. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

INEGI. (2001). Sistema de toposformas. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

INEGI. (2020). Uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/>

INEGI. (2020). Hidrología. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrologia/>

International Transport Forum. (2017). Strategies for Mitigating Air Pollution in Mexico City. <https://www.itf-oecd.org/strategies-mitigating-air-pollution-mexico-city>

La Jornada. Desborda lluvia el río Eslava e inunda vías primarias en el sur. 2023. <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/09/05/capital/desborda-lluvia-el-rio-eslava-e-inunda-vias-primarias-en-el-sur/>

Luhr, J., Kimberly, P., Siebert, L., Aranda-Gómez, J., Housh, T., and Kysar Mattiotti, G. (2006). México's Quaternary volcanic rocks: Insights from the MEXPET petrological and geochemical database, in Siebe, C., Macías, J.L., and Aguirre-Díaz, G.J., eds., *Neogene-Quaternary continental margin volcanism: A perspective from México: Geological Society of America. Special Paper 402*, Penrose Conference Series, p. 1–44, doi: 10.1130/2006.2402(01)

Martín Vide (2003). *Ingeniería de ríos*. Editorial Alfaomega. ISBN 84-8301-563-3. Universitat Politècnica de Catalunya.

Maza y García (1996). *Estabilización y Rectificación de Ríos*. Capítulo 14 del Manual de Ingeniería de Ríos. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Naciones Unidas. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR).

OMS. Enfermedades transmitidas por vectores. (2024). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

REPORTE INDIGO. 2024. Contaminación en ríos de la CDMX cuesta millones a los capitalinos. <https://www.reporteindigo.com/nacional/Contaminacion-en-rios-de-la-CDMX-cuesta-millones-a-los-capitalinos-20241023-0014.html>

Ruiz R., N., J. M. Casado I. y M. T. Sánchez S. (2015), "Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial", *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 88, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 146-162, dx.doi.org/10.14350/rig.48326.

Secretaría de Bienestar. (2025). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2025. Informes por municipio y demarcaciones territoriales: Alcaldía Tlalpan. Secretaría de Bienestar, México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/973139/09012_Tlalpan_2025.pdf

SEDATU. (2016). Decreto por el que se expide la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y se reforma el Artículo 3o. de la Ley de Planeación. Primera sección, 85, lunes 28 de noviembre de 2016. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, México.

SEDEMA. (2021). Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (2021-2030). Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno de la Ciudad de México. Disponible en: <https://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire2021-2030/>

SEDEMA. (2023). Informe anual de Calidad del aire. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno de la Ciudad de México. Disponible en: www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/informe-anual-calidad-del-aire-2023.pdf

SEDEMA. (2025). Residuos sólidos en la Ciudad de México, consultado el año 2025, <http://data.sedema.cdmx.gob.mx:8081/residuos/index.php/a-donde-llevan-los-residuos#:~:text=Estos%20son%20enviados%20para%20su,Estado%20de%20M%C3%A9xico%20y%20Morelos.>

SEDEMA. Controla SEDEMA plaga del insecto descortezador en Bosque de Tlalpan. 2022. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/controla-sedema-plaga-del-insecto-descortezador-en-bosque-de-tlalpan>

SEDUVI. (2024). *Acuerdo por el que se determinan las medidas y acciones de política urbana para la Protección, conservación y consolidación del Patrimonio Cultural de las áreas de conservación patrimonial, así como del paisaje urbano histórico y espacios de los Pueblos y Barrios de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México, No. 1420, 09 de agosto de 2024. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Disponible en https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/c8bce7b4fd5baae2e21c2270cff3029b.pdf

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil. (2019). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la elaboración de los Atlas de Riesgos de las Alcaldías*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México, No. 7 26 de agosto de 2019.

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil. (2019). *Acuerdo por el que se dan a conocer los lineamientos técnicos y operativos para la actualización de los atlas de riesgos de las alcaldías*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México, No. 7 26 de diciembre de 2019.

Secretaría de Salud. Casos confirmados de Fiebre Chikungunya 2025. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/casos-confirmados-de-fiebre-chikungunya-2025>

Servicio Geológico Mexicano. (2017). Sismología de México. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>

Soto Galera, Ernesto, Mazarí Hiriart, Marisa, & Bojórquez Tapia, Luis Antonio. (2000). Entidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México propensas a la contaminación de agua subterránea. *Investigaciones geográficas*, (43), 60-75. Recuperado en 26 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000300005&lng=es&tlng=es

UNFPA, UNISDR, & ONU-Habitat. (2012). *Vínculos entre las dinámicas demográficas, los procesos de urbanización y los riesgos de desastres: Una visión regional de América Latina*. UNFPA (Fondo de Población de las Naciones Unidas), UNISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres), ONU-Habitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos).

Valerio V., López C. y Alcántara Ayala, Irasema. (2012). Procesos de movimiento de masas asociados a estructuras volcánicas en la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, (79), 48-74. Recuperado en 23 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000300005&lng=es&tlng=en.

WMO. (2018). Guía de prácticas climatológicas. World Meteorological Organization. Suiza

WMO. (2017). Guidelines on the Calculation of Climate Normals. World Meteorological Organization. Switzerland

CRÉDITOS

Año de elaboración 2025 con la participación de



<p>Ing. Jan Ehecatl Hernández Ruíz Director General Adjunto de Negocios janhdezr06@hotmail.com</p>	<p>M.I. Lucrecia Torres Palomino Gerente de Estudios de Riesgo toplucs@hotmail.com</p>
<p>Mtra. Vianey Irais Olmos Caballero Coordinación de Información Geográfica</p> <p>Ing. Michel Díaz Salinas Analista de Información Geográfica</p> <p>Lic. Daniela Belém Sanabria Díaz Analista de Información</p> <p>Lic. Lizbeth Yamile Hernández Salazar Analista de información</p> <p>DG. Rafael Domínguez Luna Diseño Gráfico</p>	<p>Ing. Said Molotla López Estudio de Inestabilidad de Laderas</p> <p>Lic. Samara Itzel Lara Guerrero Analista de Información</p> <p>Lic. Elizabeth Beltrán Mateos Analista de Información</p> <p>Lic. Fabián Parra Álvarez Analista de Información</p>

Magdalena 202, esq. Luz Saviñón, Col. Del Valle, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03100, CDMX,
Teléfono (55) 1107- 8307, (55) 5539-3834 RFC: MDR0704049N5
www.mdreieck.com.mx

