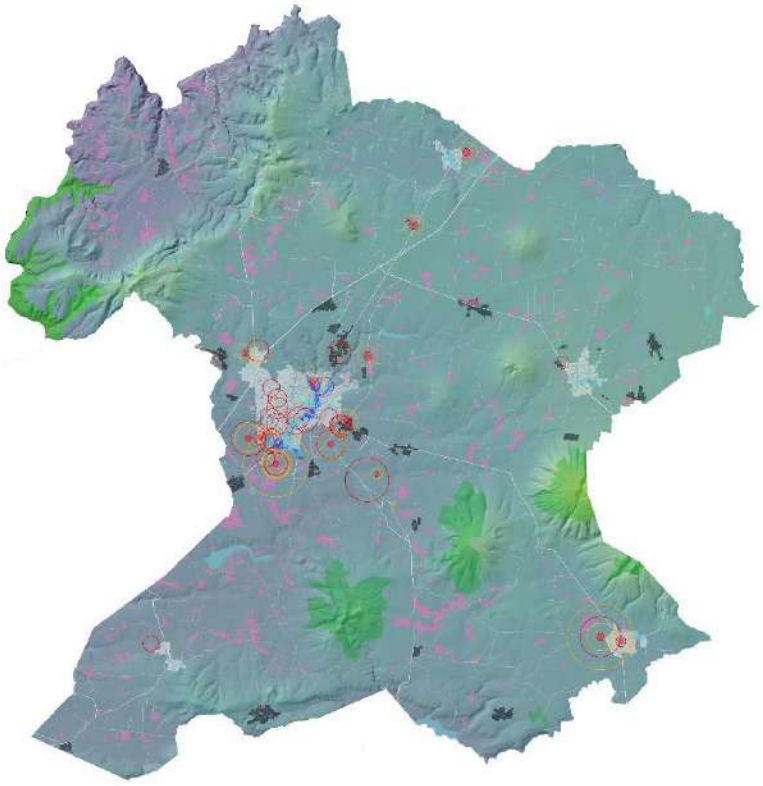
ATLAS DE RIESGOS POR FENÓMENOS NATURALES Y ANTRÓPICOS

MUNICIPIO DE TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO, 2020-2021



UNIDAD MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS TEPATITLÁN

Tepatitlán de Morelos
GOBIERNO MUNICIPAL

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN

GEOSITER
Geo Soluciones Integrales del Territorio

Índice de Contenidos

1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y SOCIAL 1

1.1. Introducción 1

1.2. Marco teórico y conceptual 6

1.3. Metodología general 14

1.3.1. Jerarquía de fuentes cartográficas 16

1.3.2 Antecedentes 18

1.4 Localización del área de estudio (mapa base) y morfología territorial 19

1.5 Objetivos institucionales 31

1.6. Caracterización del medio físico y social 32

1.6.1. Caracterización del subsistema medio físico 35

1.6.1.1. Relieve (Modelo Digital de Elevación) 36

1.6.1.2. Geología 46

1.6.1.3. Geomorfología 51

1.6.1.4. Clima 58

1.6.1.5. Hidrografía superficial 68

1.6.1.6. Hidrografía subterránea 92

1.6.1.7. Edafología 100

1.6.1.8. Áreas Naturales Protegidas (ANP) y coberturas de vegetación densa 107

1.6.2. Caracterización del subsistema medio social 110

1.6.2.1. Dinámica demográfica 110

1.6.2.2. Características socioeconómicas 117

1.6.2.3. Características educativas 127

1.6.2.4. Características fisionómicas-funcionales 128

1.6.2.5. Características idiomáticas 130

1.6.2.6. Características vitales 130

1.6.3 Características sintéticas del territorio 133

2. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS .. 136

2.1. FALLAS Y FRACTURAS 136

2.2. SISMOS 138

2.2.1. Zonificación del peligro por los fenómenos sísmicos 138

2.2.1.1. Aceleración Sísmica 139

2.2.1.2. Magnitud Sísmica 143

2.2.1.3. Intensidad Sísmica 147

2.3. ZONIFICACIÓN DE LOS PELIGROS POR LOS PROCESOSGRAVITACIONALES 151

2.3.1. Derrumbes 151
2.3.2. Deslizamientos 158
2.3.3. Flujos 162
3. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS 166
3.1. INTRODUCCIÓN 166
3.2. ANTECEDENTES 167
3.3. MARCO CONCEPTUAL 171
3.3.1. Análisis de riesgo, peligro, vulnerabilidad; afinidades y divergencias 174
3.3.2. Evaluación de riesgos 174
3.3.3. Actividades consideradas de alto riesgo 175
3.3.4. Primer listado de actividades altamente riesgosas 177
3.4. METODOLOGÍA 178
3.4.1. Identificación de instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas 180
3.4.2. Identificación de la trayectoria, longitud y diámetro del gasoducto Villa de Reyes – Aguascalientes –Guadalajara, en los estados de San Luis Potosi, Aguascalientes y Jalisco 181
3.4.2.1. Identificación de la sustancia transportada 182
3.4.2.2. Identificación de sustancias y materiales peligrosos transportados 182
3.4.3. Utilización de las nuevas tecnologías para la modelación de la liberación de materiales peligrosos: nube tóxica, inflamable y explosiva 185
3.4.4. Información meteorológica para el modelado de las sustancias peligrosas 186
3.4.4.1. Velocidad anual promedio de los vientos 186
3.4.4.2. Temperatura anual promedio 188
3.4.4.3. Humedad relativa promedio [%] 189
3.4.4.4. Comparación de condiciones meteorológicas por estación del año 190
3.5 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS POR ACTIVIDADES O INSTALACIONES DE ALTO RIESGO 192
3.5.1. Modelado del peligro por sustancias tóxicas 209
3.5.2 Instalaciones peligrosas que manejan sustancias inflamables y explosivas 214
3.5.2.1. Modelado de las instalaciones de gas LP 214
3.5.2.2. Modelado de las instalaciones de gasolina 224
3.6. CLASIFICACIÓN DE RIESGO EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN EXPUESTA 227
3.7. TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS 231
3.7.1. Transporte de sustancias peligrosas por ductos 231
3.7.1.1 Transporte de sustancias peligrosas por el gasoducto de Villa de Reyes – Aguascalientes – Guadalajara, en los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes y Jalisco 233
3.7.2. Transporte de sustancias peligrosas por la carretera 241
3.7.2.1. Modelado del nivel de peligrosidad por sustancia tóxica y la exposición de la población .. 241

3.8 RECOMENDACIONES 246
4. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS ECOLÓGICO-SANITARIOS 248
4.1. Introducción 248
4.2. Marco conceptual 249
4.3. Jerarquía de fuentes 254
4.4. Reporte de incidencias sanitario-ecológicas 263
4.5. Peligros Biológico-Infecciosos 268
4.5.1 Consultorios dentales 269
4.5.2. Establecimientos Biológico-Infecciosos 271
4.5.3. Riesgos en Alimentos de Origen Animal 274
4.6. Epidemias 275
4.6.1 Diabetes Mellitus 277
4.6.2. Dengue 281
4.6.3. Influenza estacional 283
4.7. Calidad de Agua y su gestión integral 285
4.7.1 Coliformes Fecales (CF) 292
4.8. Susceptibilidad a Incendios 301
4.9. Erosión Potencial 310
4.10. Aproximación a la crisis ecológica-sanitaria por la pandemia del SARS-COV-2 315
5. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS 334
5.1. Introducción 334
5.2. Jerarquía de fuentes 335
5.3. Interrupción a los servicios 339
5.4. Accidentes de transporte 340
6. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS 345
6.1. Peligros por los sistemas tropicales ((Huracanes, Tormentas y Depresiones tropicales) 345
6.1.1. Zonificación del peligro por los sistemas tropicales 347
6.2. Peligros por los fenómenos de las tormentas extremas (trombas, eléctricas y Granizadas) 349
6.2.1. Microzonificación del peligro por tormentas extremas (Trombas, tormentas eléctricas y tormenta de granizos) 350
6.2.1.1. Tormentas extremas (Trombas) 350
6.2.1.2. Tormentas eléctricas 381
6.2.1.3. Tormentas de granizo 386
6.3. Peligro por temperaturas máximas extremas (ondas cálidas) 389
6.3.1 Zonificación del peligro por ondas cálidas 390
6.4. Peligro por temperaturas máximas mínimas (Ondas gélidas) 395

6.4.1. Zonificación del peligro por Ondas gélidas 397
6.5. Zonificación del Peligro por vientos fuertes 401
6.6. Zonificación del peligro por sequías 401
6.7. Zonificación del peligro por inundaciones 402
6.7.1. Marco metodológico 402
6.7.2. Microzonificación del peligro por las inundaciones 414
7. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD 481
7.1. Exposición 481
7.2. Exposición y expansión: fenómenos territoriales generativos de riesgo 485
7.3. Sistema Expuesto Demográfico 489
7.3.1. Distribución de la Población 489
7.3.2. Densidad de la Población 502
7.4. Sistema Expuesto Ámbito Rural-Forestal-Ambiental 514
7.5. Sistema Expuesto Urbano-Industrial 515
7.6. Sistemas Expuestos a Peligros Químico-Tecnológicos 522
7.7. Vulnerabilidad social 526
7.8. Principales resultados de las encuestas a la ciudadanía 538
7.9. Vulnerabilidad Social Urbana ante los Peligros Naturales 549
7.10. Vulnerabilidad Social ante Peligros Químicos 557
7.11. Vulnerabilidad Social ante Peligros Ecológico-Sanitarios 569
7.12. Vulnerabilidad Social ante Peligros Socio-Organizativos 589
7.13. Vulnerabilidad Social General 597
7.14. Vulnerabilidad Física (Vulnerabilidad Económica) 606
8. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO 608
8.1. Aborde Conceptual 608
8.2. Estado de la cuestión 609
8. 3. Riesgo por inundaciones 612
8.3.1. Zonificación del nivel de riesgo por inundaciones 613
8.3.2. Nivel de riesgo por pérdidas monetarias debido a crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos con un periodo de retorno de 100 años 620
8.3.3. Índice de riesgo por crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos 627
8.3.4. Nivel de riesgo por crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos 630
8.4 Zonificación del Nivel de Riesgo Geológico-geomorfológico 633
8.5 Riesgo Químico-Tecnológico 638
8.5.1. Zonificación del Nivel de Riesgo Químico 638
8.5.2. Riesgo por población afectada 643

8.5.2.1. Riesgo por nivel de vulnerabilidad social ante fenómenos químicos 643
8.5.2.2. Riesgo por acumulación de población afectada 647
8.6. Riesgo por COVID-19 649
8.6.1. Análisis estadístico municipal del acumulado de contagios por SARS-COV-2 649
8.6.2. Análisis de Accesibilidad a Servicios Hospitalarios 659
9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN 664
9.1. Introducción 664
9.2. Contexto histórico 666
9.3. Infraestructura hidráulica 669
9.3.1. Principales presas en Tepatitlán 669
9.3.2. Relación de las inundaciones con la infraestructura hidráulica 672
9.4. Metodología 678
9.5. Obras de mitigación estructurales 685
9.5.1. Gaviones 685
9.5.2 Vasos reguladores 687
9.5.3. Vertederos hidráulicos 688
9.5.4 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) 691
9.5.5 Redes de retención de residuos 694
9.5.6 Mantenimiento de las presas existentes. 695
9.6. Medidas de mitigación no estructurales 696
9.7. Medidas de mitigación en riesgos químicos 699
9.7.1. Medidas No Estructurales 700
9.7.2. Medidas Estructurales 701
Bibliografía 702
Créditos 711

Índice de Figuras

Figura 1.1 Clasificación del Peligro, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo. 11

Figura 1.2. Niveles de análisis del Atlas de Riesgos. 12

Figura 1.3. Fases involucradas en la Gestión Integral del Riesgo. 14

Figura 1.4. Jerarquía de fuentes general. 17

Figura 1.5. Taller de participación ciudadana percepción del riesgo. 32

Figura 1.6. Del análisis a la síntesis de la caracterización temática. 33

Figura 1.7. Escalas de análisis y compilación de fuentes. 34

Figura 1.8. Escalas hidrológicas en la zona de estudio. 68

Figura 1.9. Nivel de peligrosidad por el coeficiente de Compacidad o Gravelius. 77

Figura 1.10. Tipos de clases de la forma de la unidad hidrológica. 79

Figura 1.11. Nivel de peligrosidad por el tipo de la forma de la unidad hidrológica. 80

Figura 1.12. Clases para la longitud del cauce principal. 83

Figura 1.13. Índice de alargamiento (Ff). 84

Figura 1.14. Distribución de las localidades consolidadas en los acuíferos. 97

Figura 1.15. Alumbramientos de agua registrados 1981. 98

Figura 1.16. Registro de manantiales Cartas Topográficas INEGI 2015. 98

Figura 1.17. Ficha Técnica Hidrológica Municipal Tepatitlán de Morelos (pozos). 99

Figura 1.18. Disponibilidad Media Anual del Acuífero Tepatitlán (1414). 100

Figura 1.19. Instrumentos de Planeación Territorial Ámbito Urbano. 134

Figura 1.20. Sistema Integral de Planeación Municipal. 135

Figura 2.1. Regionalización de los diferentes niveles peligros por la magnitud sísmica para el estado deJalisco. 139

Figura 2.2. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 10 años. 140

Figura 2.3. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 100 años. 141

Figura 2.4. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 500 años. 141

Figura 2.5. Distribución espacial de los epicentros en la región occidental de la República Mexicana. 144

Figura 2.6. Distribución espacial de los epicentros y el tipo de magnitud manifestado. 146

Figura 2.7. Escala de intensidad sísmica de Mercalli Modificada-Abreviada. 148

Figura 2.8. Regionalización por los diferentes tipos de intensidades que se podrían presentar en el estado de Jalisco. 149

Figura 2.9. Evento más representativo por las Intensidades sísmicas que se manifestó en el estado deJalisco, por el día de 18/02/1875. 151

Figura 2.10. Zona de incidencia la ocurrencia de derrumbes por la carretera San Juan de los Lagos - Tepatitlán. 155

Figura 3.1. Área afectada en caso de una explosión de tipo BLEVE. 170

Figura 3.2. Estados de la República Mexicana que almacenan sustancias químicas más peligrosas y grado de peligro por estado. 176

Figura 3.3. Ejemplo de documento de embarque. 183

Figura 3.4. Ubicación de carteles para el transporte de sustancias y materiales peligrosos en autotransporte. 184

Figura 3.5. Ejemplo de rombos para el transporte de sustancias peligrosas. 184

Figura 3.6. Rombo de transporte. 184

Figura 3.7. Velocidad de vientos estación de Tepatitlán. 187

Figura 3.8. Temperatura promedio mensual 2016. 188

Figura 3.9. Humedad relativa promedio, 2016. 189

Figura 3.10. Humedad relativa promedio por estación del año. 190

Figura 3.11. Velocidad de viento promedio por estación del año. 190

Figura 3.12. Temperatura promedio por estación del año. 191

Figura 3.13. Ficha técnica individual por empresa con información detallada de la simulación presentada por ALOHA. 213

Figura 3.14. Ejemplo ficha técnica Gas Express Nieto con distintos tipos de dispersión. 223

Figura 3.15. Composición del gas. 234

Figura 3.16. Condiciones de diseño del gasoducto. 234

Figura 3.17. Válvulas de seccionamiento. 235

Figura 3.18. Unidades de variables de medición utilizadas en el proyecto. 236

Figura 4.1. Metabolismo social y su influencia en el ambiente y salud humana. 251

Figura 4.2. Jerarquía de fuentes. 255

Figura 4.3. Criterios de clasificación de peligros aplicados a los fenómenos Sanitario-Ecológicos. 258
Figura 4.4. Peligros Sanitario-Ecológicos ajustados para su debido análisis. 260
Figura 4.5 Rúbricas sugeridas para una evaluación rápida de peligros potenciales. 262
Figura 4.6. Tipos de residuos peligrosos Biológico Infecciosos. 269
Figura 4.7. Nivel de riesgo sanitario de rastros y mataderos ubicados en municipios con una población mayor a 50 mil habitantes, por entidad federativa. México, 2015 275
Figura 4.8. Acciones para la prevención de epidemias. 276
Figura 4.9 Los costos de la diabetes en México al año de 2019. 280
Figura 4.10. Representación de las zonas funcionales de una cuenca. 289
Figura 4.11. Esquema explicativo de la conectividad eco-hidrológica del ecosistema. 292
Figura 4.12. Vertedero San Bartolo, Mezcala 2021. 296
Figura 4.13. Evolución superficial del vertedero. 296
Figura 4.14. Microcuenca Las Palomas. 299
Figura 4.15. Contaminación del ANP. 299
Figura 4.16. Aplicación del EC a problemática detectada en las afueras de Capilla de Guadalupe. 300
Figura 4.17. Establecimientos de actividades esenciales 331
Figura 4.18. Establecimientos de actividades no esenciales 331
Figura 5.1. Jerarquía de fuentes. 337
Figura 5.2 Representación de maniobras prohibidas. 341
Figura 5.3. Representación de maniobras prohibidas. 341
Figura 5.4. Representación de maniobras prohibidas. En vialidades al interior de las ciudades, las maniobras prohibidas solo son identificables por algún señalamiento. 342
Figura 5.5. Representación de maniobras prohibidas. 342
Figura 5.6. Representación de maniobras prohibidas. 343
Figura 6.2. Regiones ciclogenéticas de los huracanes. 346
Figura 6.4. Estación de interés. 350
Figura 6.5. Sitios propensos para generar las heladas por los rasgos geomorfológicos. 396
Figura 6.6. Nivel de peligrosidad por vientos fuertes. 401

Figura 6.7. Nivel de peligrosidad por sequías. 402
Figura 6.8. Tipos de metodologías para el abordaje de las inundaciones 403
Figura 6.9. Subcuenca de interés y sus microcuencas evaluadas. 411
Figura 6.10. Subcuenca de interés. 411
Figura 6.11. Compuesto de mapas para el estudio de los casos concretos. 414
Figura 6.12. Corte transversal de una zona crítica sobre un canal. 417
Figura 6.13. Nomenclatura de las zonas inundables con su periodo de 10 años y de 100 años, sobre un caudal natural. 417
Figura 6.14. Ficha técnica para la microcuenca Tepatitlán. 425
Figura 6.15. Ficha técnica para la Nanocuenca Tepatitlán. 428
Figura 6.16. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Tepatitlán. 429
Figura 6.17. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Tepatitlán. 430
Figura 6.18. Ficha técnica para la Nanocuenca Tecolote. 432
Figura 6.19. Intensidades por las inundaciones en la Nanocuenca Tecolote. 433
Figura 6.20. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Tecolote. 434
Figura 6.21. Ficha técnica para la micocuenca Los perones. 436
Figura 6.22. Intensidades por las inundaciones en la microcuenca Los Perones. 439
Figura 6.23. Nivel de peligrosidad por inundación en la microcuenca Los Perones. 440
Figura 6.24. Ficha técnica para la Microcuenca Jesús María. 442
Figura 6.25. Ficha técnica para la Nanocuenca Jesús María. 445
Figura 6.26. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Jesús María. 446
Figura 6.27. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Jesús María. 447
Figura 6.28. Ficha técnica para la nanocuenca Azucena. 449
Figura 6.29. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Azucena. 450
Figura 6.30. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Azucena. 451
Figura 6.31. Ficha técnica para la Microcuenca Los Patos. 453
Figura 6.32. Intensidades por las inundaciones en la microcuenca Los Patos. 456
Figura 6.33. Nivel de peligrosidad por inundación en la microcuenca Los Patos. 457
Figura 6.34. Ficha técnica para el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta. 459

Figura 6.35. Intensidades por las inundaciones en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta. 461

Figura 6.36. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta. 462

Figura 6.37. Ficha técnica para el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media. 464

Figura 6.38. Intensidades por las inundaciones en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media. 466

Figura 6.39. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media. 467

Figura 6.40. Ficha técnica para Picocuenca El Fresno (San José de Gracia). 469

Figura 6.41. Intensidades por las inundaciones en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia). 470

Figura 6.42. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia). 471

Figura 6.43. Ficha técnica para Picocuenca El Taray (San José de Gracia). 473

Figura 6.44. Intensidades por las inundaciones en la picocuenca El Taray (San José de Gracia). 474

Figura 6.45. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Taray (San José de Gracia). 475

Figura 6.46. Microzonificación del peligro por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe). 478

Figura 6.47. Nivel de peligrosidad por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe). 479

Figura 7.1. Consulta Sistemas Expuestos para Tepatitlán de Morelos 484

Figura 7.2. Clasificación de los Sistemas Expuestos 485

Figura 7.3. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana mayor (Tepatitlán cabecera). 485

Figura 7.4. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (Capilla de Guadalupe). 486

Figura 7.5. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (San José de Gracia). 486

Figura 7.6. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (Pegueros). 487

Figura 7.7. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana pequeña (Capilla de Milpillas)..... 487

Figura 7.8. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Mezcala). 488

Figura 7.9. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Tecomatlán). 488

Figura 7.10. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Ojo de Agua). 489

Figura 7.11. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Bleve. 522

Figura 7.12. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Nube Tóxica. 524

Figura 7.13. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Onda de Sobrepresión. 525

Figura 7.14. Ventana informativa Atlas Nacional de Riesgos (Vulnerabilidad) CENAPRED. 529

Figura 7.15. Representación logarítmica de la vulnerabilidad social asociada con el desastre. 531

Figura 7.16. Ponderaciones para establecer el nivel de vulnerabilidad social asociada a desastres. 533

Figura 7.17. Clasificación del nivel socioeconómico por el tipo de vivienda. 534

Figura 7.18. Vulnerabilidad social urbana por peligros naturales. 553

Figura 7.19. Vulnerabilidad social rural por peligros naturales. 555

Figura 7.20. Explosión en el centro de Tepatitlán. 557

Figura 7.21. Vulnerabilidad social urbana por peligros químicos. 563

Figura 7.22. Vulnerabilidad social rural por peligros químicos. 567

Figura 7.23. Vulnerabilidad social urbana por peligros ecológicos-sanitarios. 583

Figura 7.24. Vulnerabilidad social rural por peligros ecológicos-sanitarios. 587

Figura 7.25. Vulnerabilidad social urbana por peligros socio-organizativos. 591

Figura 7.26. Vulnerabilidad social rural por peligros socio-organizativos. 595

Figura 7.27. Vulnerabilidad social general urbana. 599

Figura 7.28. Vulnerabilidad social general rural 604

Figura 8.1. Ecuación General del Riesgo. 608

Figura 8.2. Ventana informativa indicadores resultantes del Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED. 611
Figura 8.3. Sistemas expuestos a fenómenos peligrosos. 613
Figura 8.4. Localidades con mayor nivel de riesgo a inundaciones. 619
Figura 8.5. Superposición de mapas de peligro y de vulnerabilidad para establecer el riesgo. 621
Figura 8.6. Altura del tirante o el nivel de inundación en cada casa afectada para un Pt. De 5 años. 623
Figura 8.7. Mapa de riesgo de inundación para un Tr = 5 años (pérdidas calculadas). 623
Figura 8.8. Mapa de riesgo de inundación para un Tr = 5 años (índices de riesgo). 627
Figura 8.9. Localidades con mayor nivel de riesgo a fenómenos geológico-geomorfológicos. 637
Figura 8.10. Elementos afectables por tipo de dispersión química. 639
Figura 8.11. Localidades con mayor nivel de riesgo a fenómenos químico-tecnológicos. 642
Figura 8.12. Superficies afectadas por Bleve y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos. .. 644
Figura 8.13. Superficies afectadas por Nube Tóxica y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos. 645
Figura 8.14. Superficies afectadas por Sobrepresión y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos. 646
Figura 8.15. Localización de las unidades de salud con atención al COVID-19. 657
Figura 9.1. Cuencas hidrográficas de El Durazno y El Jihuite en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (1993). 671
Figura 9.2. Disponibilidad de aguas superficiales en el municipio. 672
Figura 9.3. Disponibilidad de aguas subterráneas en el municipio. 674
Figura 9.4. Mapa general de zonas propuestas para realizar medidas de mitigación de acuerdo al modelo de inundación de 100 años que es el más catastrófico. 683
Figura 9.5. Esquemas tipo de vertederos. 689
Figura 9.6. Distintos tipos de vertederos. 690
Figura 9.7. Ejemplo de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. 692
Figura 9.8. Ejemplo de Pozos de infiltración. 693
Figura 9.9. Funcionamiento de las redes de retención. 694

Índice de Gráficas

Gráfica 1.1. Precipitación promedio por mes. 65

Gráfica 1.2. Crecimiento demográfico municipal, Tepatitlán de Morelos. 110

Gráfica 1.3. Población proyectada por año, Tepatitlán de Morelos. 111

Gráfica 1.4. Pirámide de población. Tepatitlán de Morelos, 2015. 113

Gráfica 1.5. Pirámide de población. Tepatitlán de Morelos, 2015. 114

Gráfica 1.6. Población rural y urbana, Tepatitlán de Morelos. 115

Gráfica 1.7. Principales subsectores de actividad económica según el valor agregado censal bruto, 2009 y 2014. 120

Gráfica 1.8. Condición de afiliación a servicios de salud, 2015. 131

Gráfica 4.1. Clases de incidencias Sanitario-Ecológicas registradas durante el periodo 1994-2019. 265

Gráfica 4.2. Incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por año durante el periodo 1994-2019. 265

Gráfica 4.3. Incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por mes, 1994-2019. 267

Gráfica 4.4 Defunciones por Diabetes Mellitus. 279

Gráfica 4.5. Casos confirmados de dengue en Jalisco 2014-2019. 281

Gráfica 4.6. Casos de dengue. 282

Gráfica 4.7. Casos de Influenza Estacional. 284

Gráfica 4.8. Curva parabólica de velocidad de propagación del incendio. 305

Gráfica 4.9. Recepción de pacientes con sospecha de SARS-COV-2 324

Gráfica 4.10. Casos positivos por sexo 325

Gráfica 4.11. Comorbilidad de pacientes con positivo de SARS-COV-2 326

Gráfica 4.12. Defunciones por sexo 326

Gráfica 4.13. Defunciones por rango de edad 327

Gráfica 4.14. Comorbilidad de pacientes finados con SARS-COV-2 327

Gráfica 6.1. Variación de la precipitación anual. 352

Gráfica 6.2. Número de incidencias puntuales y periodos de cobertura. 410

Gráfica 6.3. Número de incidencias puntuales y meses de registro. 410

Gráfica 7.1. Evolución de la exposición de la localidad urbana mayor. 486

Gráfica 7.2. Evolución esquemática exposición expansiva de las localidades urbanas medias. ... 487
Gráfica 7.3. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana pequeña. 488
Gráfica 7.4. Evolución esquemática exposición expansiva de las localidades rurales-delegación. 489
Gráfica 7.5. Total de manzanas por rango de total de población. 491
Gráfica 7.6. Total de manzanas por rango de total de población en la Cabecera Municipal. 491
Gráfica 7.7. Total de manzanas por rango de población total en Capilla de Guadalupe 494
Gráfica 7.8. Total de manzanas por rango de población total en Capilla de Milpillas 496
Gráfica 7.9. Total de manzanas por rango de población total en Pegueros 498
Gráfica 7.10. Total de manzanas por rango de población total en San José de Gracia 500
Gráfica 7.11. Total de manzanas por rango de densidad de población 503
Gráfica 7.12. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Cabecera Municipal 503
Gráfica 7.13. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Capilla de Guadalupe 506
Gráfica 7.14. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Capilla de Milpillas. 508
Gráfica 7.15. Total de manzanas por rango de densidad de población en Pegueros. 510
Gráfica 7.16. Total de manzanas por rango de densidad de población en San José de Gracia ... 512
Gráfica 7.17. Habitantes por domicilio. 539
Gráfica 7.18. Tiempo viviendo en el domicilio. 539
Gráfica 7.19. Habitantes por domicilio y tiempo en la vivienda. 540
Gráfica 7.20. Reconocimiento de eventos de emergencia en los últimos años. 541
Gráfica 7.21. Reconocimiento de eventos de emergencia en los últimos años por tiempo habitando el domicilio. 542
Gráfica 7.22. Percepción de desastres. 542
Gráfica 7.23. Percepción de desastres por tiempo habitando el domicilio 543
Gráfica 7.24. Pérdida de bienes por desastres. 543
Gráfica 7.25. Pérdida de bienes por desastres y tiempo habitando el domicilio. 544
Gráfica 7.26. Aislamiento por desastres. 544
Gráfica 7.27. Aislamiento por desastres según tiempo habitando el domicilio. 545
Gráfica 7.28. Identificación de peligros en la comunidad. 546

Gráfica 7.29. Identificación de peligros en la comunidad por tiempo habitando el domicilio. 546
Gráfica 7.30. Conocimiento de programas o instituciones para la reducción de riesgos. 547
Gráfica 7.31. Conocimiento de programas o instituciones para la reducción de riesgos por tiempo habitando el domicilio. 547
Gráfica 7.32. Percepción de medidas de mitigación no estructurales. 548
Gráfica 7.33. Disposición a migración por peligros. 549
Gráfica 7.34. Disposición a migración por peligros según tiempo habitando el domicilio. 549
Gráfica 7.35. Reconocimiento de fenómenos geológico-geomorfológico. 551
Gráfica 7.36. Ocurrencia de geológicos-geomorfológicos. 551
Gráfica 7.37. Reconocimiento de fenómenos hidrometeorológicos. 552
Gráfica 7.38. Percepción de peligros químicos. 558
Gráfica 7.39. Percepción de peligros químicos por tiempo habitando el domicilio. 558
Gráfica 7.40. Ocurrencia de fenómenos químicos. 559
Gráfica 7.41. Ocurrencia de fenómenos químicos por tiempo habitando el domicilio. 559
Gráfica 7.42. Conocimiento de industrias peligrosas. 560
Gráfica 7.43. Conocimiento de industrias peligrosas por tiempo viviendo en el domicilio. 560
Gráfica 7.44. Distribución de la población por nivel de vulnerabilidad urbana por peligros químicos por delegación. 562
Gráfica 7.45. Distribución de la población municipal por vulnerabilidad rural por peligros químicos. 566
Gráfica 7.46. Distribución de la población por vulnerabilidad rural por peligros químicos. 566
Gráfica 7.47. Reconocimiento de peligros ecológicos-sanitarios. 571
Gráfica 7.48. Reconocimiento de peligros ecológicos-sanitarios por tiempo habitando el domicilio. 571
Gráfica 7.49. Afectaciones por la calidad del agua. 572
Gráfica 7.50. Afectaciones por la calidad del agua por tiempo habitando el domicilio. 572
Gráfica 7.51. Problemas de salud por la calidad del aire. 573
Gráfica 7.52. Problemas de salud por la calidad del aire. 573
Gráfica 7.53. Conocimiento de mitigación contra el Dengue. 574
Gráfica 7.54. Conocimiento de mitigación contra el Dengue por tiempo habitando el municipio. .. 574

Gráfica 7.55. Presencia de fauna nociva. 575
Gráfica 7.56. Presencia de fauna nociva por tiempo habitando el domicilio. 575
Gráfica 7.57. Casos positivos de Covid-19 por vivienda. 576
Gráfica 7.58. Casos positivos de Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el domicilio. 577
Gráfica 7.59. Defunciones por Covid-19 por vivienda. 577
Gráfica 7.60. Defunciones por Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el domicilio. 578
Gráfica 7.61. Pérdida de fuentes de ingreso por la pandemia del Covid-19 por vivienda. 579
Gráfica 7.62. Pérdida de fuentes de ingreso por la pandemia del Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el municipio. 579
Gráfica 7.63. Institución de salud preferente en caso de contagio del Covid-19. 580
Gráfica 7.64. Institución de salud preferente en caso de contagio del Covid-19 por tiempo habitando el domicilio. 580
Gráfica 7.65. Distribución de la población por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios. 582
Gráfica 7.66. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios por delegación. 582
Gráfica 7.67. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios. 586
Gráfica 7.68. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológico-sanitarios por delegación. 586
Gráfica 7.69. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos. 590
Gráfica 7.70. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos por delegación. 590
Gráfica 7.71. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos. 593
Gráfica 7.72. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos por zona. 594
Gráfica 7.73. Distribución de la población urbana por vulnerabilidad general 598
Gráfica 7.74. Distribución de la población urbana por vulnerabilidad general y localidad 599
Gráfica 7.75. Distribución de la población rural por vulnerabilidad general 603

Gráfica 7.76. Distribución de la población rural por vulnerabilidad general por zona 603
Gráfica 7.77. Valores porcentuales sobre la distribución total del nivel de vulnerabilidad física.... 606
Gráfica 8.1. Cuantificación del índice de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal. 629
Gráfica 8.2. Cuantificación del nivel de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal. 633
Gráfica 8.3. Pirámide demográfica de pacientes con SARS-COV-2. 650
Gráfica 8.4. Pacientes con SARS-COV-2 ingresados a emergencias por rango de edad 651
Gráfica 8.5. Comorbilidad de pacientes con SARS-COV-2 652

Índice de Mapas

Mapa 1.1. Base área de estudio. 21
Mapa 1.2. Morfología territorial general. 24
Mapa 1.3. Morfología territorial rural. 25
Mapa 1.4. Morfología territorial urbana (Zona 1). 26
Mapa 1.5. Morfología territorial urbana (Zona 2). 27
Mapa 1.6. Morfología territorial urbana (Zona 3). 28
Mapa 1.7. Morfología territorial urbana (Zona 4). 29
Mapa 1.8. Morfología territorial urbana (Zona 6). 30
Mapa 1.9. Modelo Digital de Elevación (Relieve). 38
Mapa 1.10. Hipsometría. 40
Mapa 1.11. Pendiente. 43
Mapa 1.12. Orientación de la pendiente. 45
Mapa 1.13. Unidades litológicas. 49
Mapa 1.14. Topoformas y subprovincias fisiográficas (Geomorfología). 54
Mapa 1.15. Temperatura promedio. 61
Mapa 1.16. Temperatura mínima promedio. 62
Mapa 1.17. Precipitación promedio. 64
Mapa 1.18. Tipos de clima. 67
Mapa 1.19. Microcuencas hidrológicas. 70
Mapa 1.20. Hidrología subterránea. 96

Mapa 1.21. Edafología. 106
Mapa 1.22. ANP y coberturas de vegetación densa. 109
Mapa 1.23. Distribución de la población. 116
Mapa 1.24. Niveles socioeconómicos por AGEB. 125
Mapa 1.25. Población con discapacidad. 129
Mapa 2.1. Zonificación del nivel de peligro por los morfolineamientos. 137
Mapa 2.2. Zonificación del peligro por los procesos gravitacionales (derrumbes y caída). 157
Mapa 2.3. Zonificación de la susceptibilidad por los procesos gravitacionales (Deslizamientos). 159
Mapa 2.4. Zonificación del nivel de peligro por los procesos gravitacionales (Deslizamientos). 161
Mapa 2.5. Zonificación del nivel de peligro por los procesos gravitacionales (Flujos). 163
Mapa 3.1. Localización de incidentes químico-tecnológicos. 169
Mapa 3.2. Localización general de industrias. 196
Mapa 3.3. Localización de industrias homologadas. 202
Mapa 3.4. Localización de empresas de riesgo medio. 208
Mapa 3.5. Simulación de peligrosidad de industrias que manejan sustancias tóxicas. 210
Mapa 3.6. Localización de empresas que manejan grandes cantidades de gas LP. 215
Mapa 3.7. Simulaciones de peligrosidad de gaseras, BLEVE. 216
Mapa 3.8. Simulación de peligrosidad de gaseras, Sobrepresión. 217
Mapa 3.9. Simulaciones de peligrosidad de gaseras, Nube de dispersión. 218
Mapa 3.10. Localización de gasolineras. 225
Mapa 3.11. Simulación de área de peligrosidad de gasolineras. 226
Mapa 3.12. Clasificación de empresas conforme su nivel de riesgo a la población cercana. 230
Mapa 3.13. Simulación de peligrosidad en caso de un incidente a lo largo del gasoducto. 240
Mapa 3.14. Simulación de tipo PLUMA DE DISPERSIÓN, por incidente vía terrestre de amoniaco. 243
Mapa 3.15. Simulación tipo BLEVE de transporte de gas L.P. 244
Mapa 3.16. Simulación tipo BLEVE, de transporte de gasolina vía terrestre. 245
Mapa 4.1. Coliformes Fecales 2018. 294
Mapa 4.2. Susceptibilidad a incendios. 309

Mapa 4.3. Grados de Erosión Potencial. 314
Mapa 4.4. Establecimientos de actividades esenciales 332
Mapa 4.5. Establecimientos de actividades no esenciales 333
Mapa 5.1. Reporte de incidencias socio-organizativas. 338
Mapa 5.2. Maniobras prohibidas en red vial 2018. 344
Mapa 6.4. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de dos años. 366
Mapa 6.5. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cinco años. 367
Mapa 6.6. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de diez años. 368
Mapa 6.7. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de veinticinco años. 369
Mapa 6.8. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cincuenta años. 370
Mapa 6.9. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cien años. 371
Mapa 6.10. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de dos años. 373
Mapa 6.11. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cinco años. 374
Mapa 6.12. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de diez años. 375
Mapa 6.13. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de veinticinco años. 376
Mapa 6.14. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cincuenta años. 377
Mapa 6.15. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cien años. 378
Mapa 6.16. Peligro por Tormentas eléctricas. 382
Mapa 6.17. Nivel de peligro por Tormentas eléctricas. 383
Mapa 6.21. Peligro por tormentas con granizo. 387

Mapa 6.22. Nivel de peligro por tormentas con granizo. 388
Mapa 6.25. Peligro por temperaturas extremas máximas (Ondas Cálidas). 392
Mapa 6.26. Nivel peligro por temperaturas extremas máximas (Ondas Cálidas). 393
Mapa 6.31. Peligro por temperaturas extremas mínimas (Ondas gélidas)..... 399
Mapa 6.32. Nivel de peligro por temperaturas extremas mínimas (Ondas gélidas). 400
Mapa 6.33. Incidencias históricas de inundaciones. 408
Mapa 6.37. Zona funcional Microcuenca Tepatitlán. 426
Mapa 6.38. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Tepatitlán. 427
Mapa 6.39. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Tepatitlán. 431
Mapa 6.40. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Tecolote. 435
Mapa 6.41. Mapa funcional del sistema hidrológico de Los Perones. 437
Mapa 6.42. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Perones. 438
Mapa 6.43. Microzonificación del peligro por inundación en la microcuenca Los Perones. 441
Mapa 6.44. Mapa funcional del sistema hidrológico de Jesús María. 443
Mapa 6.45. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Jesús María. 444
Mapa 6.46. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Jesús María. 448
Mapa 6.47. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Azucena. 452
Mapa 6.48. Mapa funcional del sistema hidrológico de Los Patos. 454
Mapa 6.49. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Los Patos. 455
Mapa 6.50. Microzonificación del peligro por inundación en la microcuenca Los Patos. 458
Mapa 6.51. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta. 460
Mapa 6.52. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta. 463
Mapa 6.53. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media. 465

Mapa 6.54. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media. 468

Mapa 6.55. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia). 472

Mapa 6.56. Microzonificación del peligro por inundación en la picocuenca El Taray (San José de Gracia). 476

Mapa 6.57. Microzonificación del peligro por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe). 480

Mapa 7.1. Distribución de la población, Cabecera Municipal. 493

Mapa 7.2. Distribución de la población, Capilla de Guadalupe 495

Mapa 7.3. Distribución de la población, Capilla de Milpillas. 497

Mapa 7.4. Distribución de la población en Pegueros. 499

Mapa 7.5. Distribución de la población, San José de Gracia 501

Mapa 7.6. Densidad de población en la Cabecera Municipal. 505

Mapa 7.7. Densidad de población en Capilla de Guadalupe. 507

Mapa 7.8. Densidad de población en Capilla de Milpillas. 509

Mapa 7.9. Densidad de población en Pegueros. 511

Mapa 7.10. Densidad de población en San José de Gracia. 513

Mapa 7.11. Sistema Expuesto Ámbito Rural-Forestal-Ambiental. 516

Mapa 7.12. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en la cabecera municipal. 517

Mapa 7.13. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Capilla de Guadalupe. 518

Mapa 7.14. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Capilla de Milpillas. 519

Mapa 7.15. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Pegueros. 520

Mapa 7.16. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en San José de Gracia. 521

Mapa 7.17. Nivel socioeconómico por AGEB. 537

Mapa 7.18. Vulnerabilidad social urbana por peligros naturales. 554

Mapa 7.19. Vulnerabilidad social rural por peligros naturales. 556

Mapa 7.20. Vulnerabilidad social urbana por peligros químicos. 564

Mapa 7.21. Vulnerabilidad social rural por peligros químicos 568

Mapa 7.22. Vulnerabilidad social urbana por peligros ecológico-sanitarios. 584

Mapa 7.23. Vulnerabilidad social rural por peligros ecológico-sanitarios. 588
Mapa 7.24. Vulnerabilidad social urbana por peligros socio-organizativos. 592
Mapa 7.25. Vulnerabilidad social rural por peligros socio-organizativos. 596
Mapa 7.26, Vulnerabilidad social general urbana 602
Mapa 7.27. Vulnerabilidad social general rural 605
Mapa 7.28. Vulnerabilidad física en el municipio de Tepatitlán de Morelos. 607
Mapa 8.1. Zonificación del nivel de riesgo por inundaciones. 618
Mapa 8.2. Nivel de riesgo por pérdidas monetarias por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos. 626
Mapa 8.3. Índice del riesgo por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos. 628
Mapa 8.4. Nivel de riesgo por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos. 631
Mapa 8.5. Zonificación del nivel de riesgo geológico-geomorfológico..... 636
Mapa 8.6. Zonificación del Riesgo Químico..... 641
Mapa 8.7. Nivel de Riesgo Químico por acumulación de población afectada..... 648
Mapa 8.8. Distribución de la población mayor de 50 años (2010). 658
Mapa 8.9. Accesibilidad Médica. 663
Mapa 9.1. Zonas propuestas para mitigación en la microcuenca Los Patos. 683
Mapa 9.2. Zonas propuestas para mitigación en la microcuenca Tepatitlán. 684
Mapa 9.3. Zonas propuestas para mitigación en la picocuenca El Taray. 684

1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y SOCIAL

1.1. Introducción

La atención a los acontecimientos funestos provocados por diversos fenómenos naturales y contingencias técnicas como sociales, se ha elevado considerablemente. Prueba de ello son las varias cumbres internacionales y nacionales que buscan sensibilizar tanto a los gobiernos como a la sociedad en general para una mejor Gestión Integral de Riesgo[1]. La declaración (1987) del "Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales" (década de los noventa) por la ONU es consecuencia de la expectativa generada alrededor del tópico basado en evidencias trágicas. Surgen así diversas asociaciones sociales, instituciones, marcos legales y direccionamientos como planes y programas (políticas públicas) que pretender ser parte de la solución. En México a consecuencia del catastrófico sismo de 1985 se instituyo el 20 de septiembre de 1988 el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[2], órgano administrativo desconcentrado.

Entre los puntos centrales de CENAPRED, se encuentra publicar periódicamente la información sobre los desastres, así como gestionar el riesgo a través de cartografía basada en registros plasmada en un Atlas Nacional. Al igual que plantear las bases técnicas y contenidos mínimos de los diversos atlas por nivel de gobierno (estatal y municipal).

A pesar de la puesta de atención en el análisis y gestión de los riesgos, existe una declarada argumentación que asocia el surgimiento exponencial de los desastres con las pautas del desarrollo planeado y ejecutado. Es la evaluación de las manifestaciones de los fenómenos siniestros, la que pone en entredicho la compatibilidad de las acciones humanas fundadas en el supuesto desarrollo bajo el formato prevaleciente con las dinámicas

[1] La **Gestión Integral de Riesgos** se entiende como el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2012, pág. 3).

[2] Mayores detalles: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/como-y-por-que-nace-el-cenapred

ecológicas necesarias para la reproducción de la naturaleza en sustentabilidad con la sociedad. La génesis del riesgo se torna humana produciendo escenarios de negativo devenir. La gobernanza de los territorios -en sus diversas escalas nacional, regional y local- precisa optar por medidas que libren de incertidumbre el desarrollo, ante espacios de desequilibrios ambientales que se muestran en intempestivos e inusitados sucesos desastrosos.

La preparación y toma de alerta por parte de los gobiernos locales para gestionar los riesgos, estriba en la construcción e instrumentalización de programas o planes de operación en y del territorio, entre ellos los Atlas de Riesgos. En México existe un amplio aparato legislativo sobre ordenación del territorio -enmarcado en la política ambiental- que se llevan a cabo por medio de instrumentos, direccionados hacia la temática urbana como ecológica. El paquete se completa con la puntualización pormenorizada del manejo sobre los riesgos, como enlace entre la gestión ecológica y la urbana. En otras palabras, los tópicos estructurantes para la idónea gestión del territorio son: ecología, riesgos y urbanidad, -su mención encadenada obedece a un orden jerárquico-, en reflejo corresponden a los instrumentos; Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Atlas de Riesgos y Programas de Desarrollo Urbano con sus respectivas derivaciones.

El interés por los riesgos es transversal al marco de instrumentos territoriales existentes -todos presentan en alguna media el tópico-. Sin embargo la preocupación sobre los riesgos amerita la existencia de una línea independiente de su trato empezando por la Ley General de Protección Civil, su derivado reglamento, y sus respectivos símiles estatales como municipales.

La constitución de un Atlas de Riesgo[3] -en sus diversas modalidades; nacional, estatal, local (municipal, comunal)- es clave para el incremento del conocimiento que los agentes[4] requieren para aminorar el peligro, antes que un riesgo derive en desastre; es la

[3] **Atlas Nacional de Riesgos**: Sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados, resultados de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2012, pág. 1).

[4] En el amparo de la coordinación social ante los riesgo existen diferentes figuras con distintas atribuciones; brigadas (ejecutores de protocolos); comités y consejos (gerencia estratégica de los marco de acción e interpretación), usualmente un Atlas de Riesgo es de acceso público, pero queda encomendad su instrumentalización (consulta para la adquisición de criterios en la toma de decisiones) continuada pero no exclusiva debido a una correspondencia a las **Unidades de Protección Civil**: "Los organismos de la

suma técnica-científica-informacional para la mejor maniobra de la prácticas (Santos, 2000), identificación de alertas, operación de protocolos, inspección de inmuebles y procesos, etc., en definitiva el mejoramiento de cualquier política pública relacionada al ser una herramienta para la previsión de los peligros de expresión territorial. En México contar con un Atlas de Riesgos permite acceder a fondos o instrumentos financieros para la recuperación en caso se determine emergencia (FONDEN y FOPREDEN), la consecuencia de un determinado desastre: el contenido del atlas advierte las amenazas y las monitorea.

Se revisita que el municipio de Tepatitlán de Morelos registra tres declaratorias de emergencia sobre perturbaciones hidrometeorológicas entre el lapso de los dos primeros decenios del siglo XXI (2003, 2006 y 2016), y una declaratoria de desastre asociada a lluvias atípicas impredecibles en el 2003. Durante el tiempo de la confección de este Atlas surgió la pandemia de la COVID-19 calamidad en turno que requirió de una declaratoria de emergencia sanitaria nacional con clara vinculación internacional, poniendo en la palestra para el análisis los peligros de corte sanitario-ecológicos.

Los Atlas de Riesgos son un conjunto de base de datos relacionada y especializada de carácter geohistórico y ambiental que identifica la dinámica particular de un territorio, se plasma en un agregado de mapas temáticos y sintéticos en una base de datos geoespaciales gracias a la geomática. Los atlas son un instrumento que coadyuva a ordenar el territorio, orienta el crecimiento y el desarrollo, incrementa la resiliencia, define la respuesta institucional en el ámbito de la organización, y consolida una cultura de la prevención mediante la información y la educación.

Entre los efectos concomitantes en el territorio por la fuerza del desarrollo globalizado, se encuentra la expansión desmesurada del continuo urbano o su redimensionamiento a escala global, al igual que los desequilibrios ecológicos derivados. Ponderando este evento es posible formular y atender un factor de la génesis del riesgo acorde a la altura de nuestro tiempo: la era de la urbanización, en las postrimerías del siglo XX y ya en los inicios del siglo XXI la cuestión urbana se alimentó de un cúmulo de neologismos -metrópolis,

administración pública de las entidades federativas, municipales o de las delegaciones, encargadas de la organización, coordinación y operación del Sistema Nacional, en su demarcación territorial" (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2012, pág. 6).

conurbación, ciudad-región, área y zona metropolitana, megalópolis, etc.- dado que los procesos urbanos se desplegaron por todo el panorama planetario (Sevilla Buitrago, 2017).

El municipio de Tepatitlán de Morelos no es ajeno a dichas sucesos, la presencia de siniestros como el desbordamiento del río homónimo sobre los casalicios tiene como posibles explicaciones; un incremento extraordinario e intempestivo del caudal producto del desajuste climático, o una expansión urbana sobre los márgenes de tolerancia del río que la población desconoce en presión del vertiginoso desarrollo urbano. Ambas respuestas se sujetan a uno de los factores del riesgo, por un lado el aumento de la peligrosidad de los eventos naturales -las fuerzas de la naturaleza resultan ser poco controlables-, mientras por el otro extremo se prioriza la exposición espacial de la sociedad, disminuyendo el umbral preceptivo del riesgo a causa del desarrollo –desconocimiento ecológico-. Sin duda dos respuestas que son el punto a cuestionar sobre la concepción del riesgo.

Al respecto la literatura en la materia señala que “se ha creado la impresión de una mayor ocurrencia de eventos excepcionales, cuando lo realmente ocurrido es el incremento de la exposición de las poblaciones del mundo a los peligros naturales (Olcina, 2002, pág. 41). En términos de comparación mundial, el argumento que prioriza la elevada exposición de la población toma sentido si se relaciona con el incremento urbano en muchas partes del planeta: la acelerada y vertiginosa ocupación del territorio conlleva a invadir espacio de riesgos, convirtiendo las mínimas manifestaciones de las fuerzas de la naturaleza en funestas desgracias.

Al priorizar la lectura de la exposición social en su materialidad urbana o rural sobre la ocurrencia de los fenómenos naturales, estos últimos pasan hacer entendidos como sucesos regulares en el desarrollo de la historia física del planeta, rebajando la afirmación de un calentamiento climático surgido de una era de considerable impacto del hombre sobre la naturaleza, “el Antropoceno” (Arias, 2018). Al no reconocer el aumento de daños y desequilibrios ecológicos generados por la acción humana como medida clave para dar cuenta de los riesgos y peligros enfrentados, la gobernanza de los territorios se torna incierta e ineficaz.

Tepatitlán es considerada una ciudad media con tendencia al crecimiento por el potencial destino de inversión, precaviéndose la consumación de una futura área

Metropolitana[5] que demanda planeación. Las vertientes del crecimiento en el municipio en su mayoría son de impronta rural por la producción de huevo, produciéndose una encrucijada en la gestión del desarrollo territorial; la perdida de certidumbre sobre la regularidad climática pone en riesgo la economía sujeta al agro, como también afecta a la tendencia del incremento urbano por la falta de garantías ecológicas por su impacto. Escenarios negativos que pueden ser aminorados con acción y planeación sustentable.

A partir del año 2019 el Ayuntamiento de Tepatitlán de Morelos mediante el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) empezó a realizar el Atlas de Riesgos Municipal primera versión. La herramienta consta de nueve módulos cubriendo peligros de distinto orden -naturales y antrópicos-, análisis de las condiciones sociales y distribución para definir la vulnerabilidad y exposición, determinación y evaluación del riesgo específico y general, y propuestas de medidas de mitigación estructurales desde un enfoque geográfico-arquitectónico, como no estructurales plasmadas en políticas o acciones sociales diligentes con el entorno.

En definitiva el papel de un atlas es incrementar el conocimiento necesario para la gestión del territorio e inversión tanto pública como privada en base a evidencias cartografiadas. Estimula la imaginación geográfica ciudadana soportada en la ciencia que es requerida para el desenvolvimiento pleno de las actividades sociales. Específicamente el Atlas de Riesgo de Tepatitlán busca gestar en la población como en el gobierno, una valoración del territorio modificando así la percepción sobre el desarrollo y consecuentemente incrementar la diligencia sobre el ambiente y la comunidad.

Vale recalcar que uno de los aspectos principales del presente Atlas y el cual marca vanguardia, es la conjunción del arribo del Ayuntamiento de Tepatitlán a la Geomática para la gestión del territorio -ciencia basada en la informática y los SIG- con la disciplina de la geografía del riesgo que también se ve fertilizada por la Geomática (¡cada vez nos

[5] IMPLAN realizó el estudio (2011) y el proyecto ejecutivo para la conformación de la Zona Metropolitana de Tepatitlán, proyecto que involucra a 6 municipios de la Región Altos Sur del Estado de Jalisco, Tepatitlán, Arandas, San Miguel el Alto, Acatic, San Ignacio Cerro Gordo y Jesús María y facilitara la atracción de recursos federales para la región, mejorando con esto la vialidad, el transporte, la educación, los servicios médicos, el turismo y la infraestructura regional.

acercamos más a las geometrías vivas que pueblan el espacio!). Fruto de la conjunción, se produce un Atlas de Riesgo dinamizado por la comunicación en el marco de los TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación), tecnosfera del siglo XXI[6]. La comunicación extendida por la democratización del hardware eleva la cultura de Protección Civil. El papel de los Atlas es ser un canal entre los usuarios y los servidores públicos, la flexibilización de sus contenidos en plataformas digitales permiten la retroalimentación: por un lado los ciudadanos cargar el Atlas de los riesgos percatados y por el otro el diseño y la crítica de las medidas de mitigación se hacen públicas a la luz de un escrutinio científico-gubernamental que eleva su validez.

1.2. Marco teórico y conceptual

La concepción sobre la realidad se sustenta a partir de un conjunto de ideas solidas que posibilitan iniciar un abordaje del entendimiento, esta carga de nociones previas al desarrollo analítico de un objeto o tema de interés suele llamarse paradigma. Actualmente el saber sobre los riesgos naturales da cuenta de dos paradigmas que cimientan la forma de abordar los riesgos y marcar la ruta metodológica.

Una de las precisiones iniciales de la ciencia como empresa del conocimiento es tener claro la teoría y los conceptos que luego son operados bajo el afán de representar los fenómenos estudiados. En otras palabras, es la teoría y los conceptos los que guían la observación[7], por ende las prácticas. Esto no es ajeno a las disciplinas que analizan los riesgos, desastres o calamidades.

Para decantar en una de las teorías que expliquen el riesgo es necesario revisar la literatura, extraer y recopilar información de diversas fuentes documentales acorde a la exigencia de las evidencias y los hechos suscitados. La pertinencia de esta construcción estriba en la correspondencia que se presente entre la teorización como sustento intelectual

[6] El internet es la base técnica de la sociedad de la información, que entre sus ventajas se identifica el crecimiento y desarrollo de la sociedad alrededor de la información y el aporte exponencial de la creatividad intelectual humana por los contactos. Gracias al internet es posible poner en la esfera pública la Protección Civil, pero como obstáculo a sortear se encuentra la información tóxica que abruma a los internautas o los conducen con publicidad lejos del tópico cívico-común.

[7] Alan Charlmers en su obra ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Reflexiona sobre los fundamentos de la ciencia, aduciendo en unos de sus capítulos intitulados *La observación depende de la teoría* que sin un marco teórico el avance de la ciencia y distinción de objetos no es posible (Chalmers, 1984).

y los objetivos socialmente esperados a la solución de problemas, como el aminoramiento de los desastres para el caso de la Protección Civil.

Los alcances, limitaciones y funciones en líneas generales de un Atlas de Riesgos se ponen a evidencia y en cuestión en el marco de la teoría que estructura consecuentemente su realización. La confección de un Atlas de Riesgos implica comprometer el análisis con una convicción ética, su función va en sentido de elevar la calidad de vida y fomentar la seguridad en el planeta. Las funestas consecuencias del mal entendimiento del riesgo conllevan a pensar el papel de la investigación, legislación y protocolos sobre su atención en un marco moral. La búsqueda de insumos estadísticos, referencias bibliográficas, recorridos de campo, elaboración cartográfica y, todo aquel quehacer implicado en la tarea de la confección precisa de una responsabilidad social: tareas de una aparente sencillez se tornan vitales para la concepción más idónea del riesgo.

Debido a que los efectos de las calamidades han azotado drásticamente a las regiones y naciones más pobres del planeta. Y además los países de mayor avanzada han desarrollado mecanismos de defensa o tienen las posibilidades de restructurarse rápidamente (resiliencia), la consideración de los riesgos entrado la segunda mitad del siglo XX se asume como un “problema social, de origen natural y de repercusiones territoriales” (Olcina, 2002).

La colecta de información documental parte de una clasificación de fuentes acordes -en dos estados- a la propia evolución conjunta de los conocimientos con la aparición de contextos sociales de exigencia. El estado disciplinar corresponde a la historia interior de una ciencia. El estado contextual o historia externa, es la instancia que determina el aporte concreto de las ciencias a la sociedad: lo requerido en determinado momento histórico y para determinado territorio, lo coyuntural de una sociedad, lo necesario para el desarrollo (Augé, 2017).

El estado disciplinar, responde al conocimiento especializado a resaltar -en este caso geografía de los riesgos y disciplinas afines-, se compone según los aportes que se han venido presentando en términos teórico-genéricos, son los documentos que conforman la literatura teorética de los riesgos, así como la utilizada para abordar los fenómenos a estudiar -ejemplo los aportes del texto Riesgos Naturales de la línea editorial Ariel Ciencia-. Es toda aquella bibliografía que indica de forma universal la manera de entender los

riesgos sin la necesidad de precisar el área de estudio concreta aunque cuente con ejemplos similares que sustentan sus leyes.

El estado contextual, es el soporte político, económico y social registrado que responde a la exigencia de la investigación sobre el riesgo en determinado territorio, es la literatura que se suscribe a la historia del territorio estudiado, indicando sus tendencias y avances, así como los cambios previstos a futuro. Se compone de textos de índole político, como programas, planes o declaratorias que el municipio -gobierno local- ejecuta y publica, como de instancia estatal o nacional. Así como la batería de noticias y eventos documentados por direcciones oficiales o no, como por las fuentes de hemerotecas. También está integrado por los documentos de guía base divulgados por las instancias mayores de gobierno, responsables de la información del riesgo en una determinada área política, como CENAPRED, SEDESOL, SEDATU, etc., a pesar de poseer carga de científica disciplinar en definitiva son de orden normativo aplicado, por ende sujetos a contextos institucionales especializados.

Producto de la Geomática, los TIC y la cibernética aplicada conformantes de la tecnosfera informacional, el estado disciplinar con el contextual en cuanto a los riesgos se imbrican. La modelación geométrica de la realidad viabilizada por un sistema satelital (Percepción Remota PR), drones, ordenadores, Sistemas de Información Geográfica (SIG), el paquete hardware-software mercantilizados, el internet, la representación en cartografía digital y demás innovaciones, sustentan el aporte de la ciencia espacial -geografía cuantitativa-, pudiéndose conectar con la arquitectura y la práctica del renderizado en modelos 2D o 3D. El estado disciplinar y el estado contextual se funden en un realismo tecnológico por el gran impacto de la ciencia sobre la inmediatez-cotidianeidad humana y prácticas de gobierno (Rámirez & López, 2015, págs. 29-30).

Como consecuencia de la identificación de fuentes claves para el estudio, en el apartado e metodología general se enlista de forma estructurada la documentación consultada.

A un nivel de conocimientos teóricos, según Keith Smith (2004) el paradigma del riesgo se soporta en dos enfoques; el conductista y el estructural. El primero indica que la vanguardia de la gestión del riesgo radica en la alta tecnología y su aplicación para un control bajo observación de la naturaleza y sus fuerzas físicas (lo que le da un perfil naturalista), medida que queda encomendada a las grandes organizaciones. Que por su

jerarquía, cuentan con los fondos para desarrollar el enfoque o sus insumos, resolviendo los escenarios del riesgo latente en los países subdesarrollados mediante la trasferencia de tecnologías. Su crítica gira en la cuestionable dependencia que pueda surgir de los tratados económicos para la circulación de la tecnología, que se elabora por grandes corporaciones lucrativas, dando paso a un enfoque opuesto.

El segundo enfoque, el estructural, enfatiza que los rasgos de orden natural que originan los riesgos, no son la única principal atención: es necesario evaluar los sistemas de producción masivos (plano económico) que tienen un impacto negativo a la sociedad. Este enfoque realza la vulnerabilidad que parece estar manifestada en la desigualdad social propiciada por el sistema económico que rige (capitalismo) subrayando la importancia de establecer cambios sociopolíticos para la prevención del riesgo.

Ambos enfoques proporcionan niveles de análisis propicios para la confección y desarrollo de un Atlas de Riesgo, pero dada la relevancia que la Geomática presenta en la actualidad y el carácter práctico de los Atlas de Riesgos en México, se decide una inclinación al enfoque conductista sin perder matiz crítico proveniente del enfoque estructural como humanístico dado el compromiso ético inherente a la confección de un atlas y su aplicación.

A nivel conceptual, una de las ideas erróneas que se tiene en el ámbito del conocimiento coloquial y en algunos casos hasta institucional, es la ambigüedad de los términos de amenaza y riesgo; frecuentemente en estudios denominados “Atlas de Riesgos”, se presentan y analizan solamente los fenómenos perturbadores o amenazas, inventariando su ocurrencia histórica y, en algunas instancias, se cuantifica su magnitud de acuerdo a una escala definida (ej.: Richter, Mercalli, para medir la magnitud y afectaciones, respectivamente, de un sismo).

Es así como, por lo general, en trabajos de investigación de “riesgos”, no se considera la modelación de los fenómenos a través de un análisis multi-criterio, ni se toman en cuenta los elementos de presencia antrópica que pudiesen resultar afectados por dichas ocurrencias. De tal modo, sólo se llega al estudio de la amenaza sin alcanzar el riesgo, entendido éste como la conjunción de la probabilidad ante la ocurrencia de una amenaza (peligro), conjugada con la exposición y la vulnerabilidad de los bienes materiales y/o la población.

Surge de esta forma la necesidad de un abordaje conceptual explícito que esclarezca estos conceptos y fundamente la construcción de una metodología que contemple estas tres variables; logrando llegar así a una investigación que verdaderamente pueda obtener el estatus de un “Atlas de Riesgos”.

Equiparando la referencia disciplinar -científica- del Análisis del Riesgo compuesta por las tres fases: a) Análisis de Factores de Riesgo (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad), b) Evaluación del riesgo y c) Análisis y Diseño de Medidas de Mitigación del Riesgo (Olcina, 2002, pág. 64). Con la referencia conceptual legal[8] de Gestión Integral del Riesgo. Que según Olcina (2002, pág. 64) la Gestión o Gerencia de Riesgos, es la “disciplina basada en el Análisis de Riesgos y las Técnicas de Gestión cuyo objetivo es la materialización orgánica de las medidas de mitigación y la gestión de organizaciones que tienen que ver con la aplicación de estas medidas”. Se deduce que el adjetivo Integral pretende abrazar el Análisis del Riesgo. Ante esa ambición conceptual se equipara el alcance aludiendo que el Atlas de Riesgos de Tepatitlán de Morelos responde al Análisis Integral del Riesgo. Es decir contempla la gestión pasada y actual realizada del riesgo en el municipio como antecedente del Atlas, y se focaliza dentro del proyecto medidas de mitigación de elevada viabilidad y eficacia. La finalidad es extender gracias a la Geomática el aporte del Atlas de Riesgo con relación a la Gestión de los Riesgos y no solo limitarlo a su mero análisis.

Gracias a lo anterior, algunos autores (CENAPRED, 2014) -fuente institucional nacional-; (Castillo & Valdivia, 2009) -fuente local-; (Olcina, 2002) -fuente intenacional- de forma consensuada, se definen la ecuación general del Riesgo, como:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El riesgo estará dado en función de la relación que exista entre estos 3 factores, cuya intersección medirá el nivel de riesgo al que está sujeto un lugar o territorio determinado en un momento dado.

De acuerdo a la génesis del peligro y los bienes a preservar, el riesgo se puede clasificar en social, económico o ecológico.

[8] Término citado en la Ley General de Protección Civil.

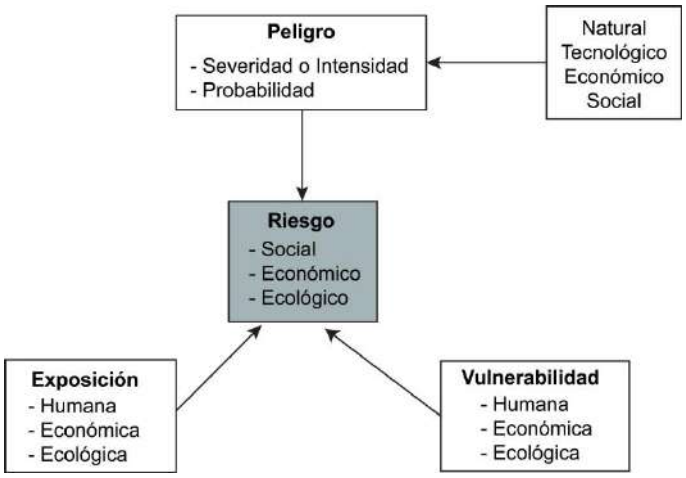


Figura 1.1 Clasificación del Peligro, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo.
Fuente: (Olcina, 2002, pág. 134).

Considerando esto, y los aportes del Sistema Nacional de Protección Civil, CENAPRED (2006) categoriza los fenómenos peligrosos en cinco rubros de acuerdo a su origen. Al ser esta dependencia la instancia oficial para el estudio y clasificación de los riesgos a nivel nacional, además de ser la encargada y facultada para la integración y validación de los estudios de Atlas de Riesgos y temas afines, es menester considerar tal categorización. Por tanto, se propone la siguiente división modular para el presente trabajo de investigación:

I.- Caracterización del medio físico (natural) y social (antrópico)

II.- Zonificación de peligros y susceptibilidad a fenómenos Geológicos-Geomorfológicos

III.- Zonificación de peligros y susceptibilidad a fenómenos Químico-Tecnológicos

IV.- Zonificación de peligros y susceptibilidad a fenómenos Socio-Organizativos

V.- Zonificación de peligros y susceptibilidad a fenómenos Sanitario- Ecológicos

VI.- Zonificación de peligros y susceptibilidad a fenómenos Hidrometeorológicos

VII.- Determinación de la Exposición y Vulnerabilidad

VIII.- Determinación y cuantificación del Riesgo

IX.- Medidas de Mitigación

Así, se trabaja bajo las referencias establecidas por CENAPRED, a la vez que se consideran las fases de análisis para los Atlas de Riesgos que contempla SEDATU, al encontrar su módulo análogo. Del módulo II al VI se realiza un análisis territorial de la peligrosidad.

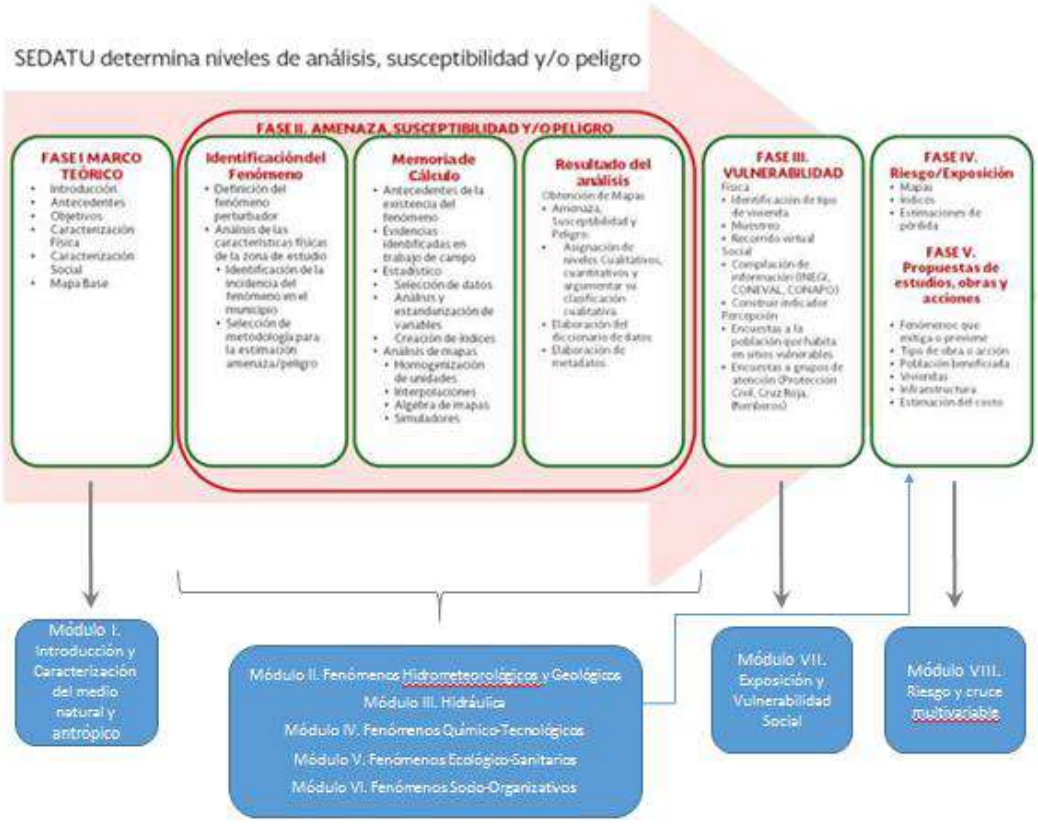


Figura 1.2. Niveles de análisis del Atlas de Riesgos.
Niveles de acuerdo a SEDATU y su correlación con los apartados planteados para el presente documento.

Fuente: (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2016, pág. 10).

Los fenómenos hidrometeorológicos son los más significativos en cuanto a riesgos de génesis de impronta natural en el municipio, por ello se desglosa el módulo de mitigaciones correspondientes a su trato con enfoque hidráulico-arquitectónico. Siguiendo el sentido ordenado de la confección del atlas, primero se evalúan las inundaciones y su peligrosidad, lo que da cuenta en un desglose orgánico de medidas de mitigación anti-peligrosidad, así en la medida que se avance en los criterios de vulnerabilidad y exposición pueden tener efectos aplicados sobre el módulo IX incrementando su alcance, medidas de mitigación contra inundaciones anti-vulnerabilidad y anti-exposición.

El adecuado acotamiento de los conceptos con la formulación del riesgo, son medidas aclaratorias que permiten hablar sobre la gestión del riesgo; determinadas series de acciones tanto preventivas como mitigativas que tienen como objetivo evitar la consumación de un desastre.

Los habitantes de un territorio suelen percibir constantemente amenazas de distinta índole, sean naturales o sociales (estos últimos también referidos como antrópicos, debido a que la génesis de su ocurrencia es la actividad humana); su adecuada percepción obedece al conocimiento adquirido por las transacciones en los relatos orales como experimentados o fomentados por las instancias responsables. Pasar del reconocimiento de las amenazas al riesgo en la sociedad implica un auto-reconocimiento de sus debilidades, carencias y desventajas para afrontar los escenarios adversos, es decir saber sobre su vulnerabilidad y exposición.

Existen peligros que no pueden ser evitados por su intempestivo surgimiento, donde para evitar llegar al desastre se realizan acciones en busca que el daño sea el menor posible, mediante la elección de prioridades a atender se conocerá que daño es aceptable y cual no aceptable, por ejemplo en la elección entre la pérdida de bienes materiales y vidas humanas.

La organización de la sociedad y la gestión del riesgo son indisociables, las autoridades son las responsables en activar planes y programas que prevengan los desastres o activar las alarmas ante situaciones de emergencia (Reglamento de Protección Civil del Ayuntamiento de Tepatitlán de Morelos). Por otro lado la sociedad civil puede ejecutar tareas de autoprotección. La coordinación de los distintos agentes sociales indistintamente a su sector entre operarios del gobierno o gobernados es un requisito pleno para una eficiente gestión del riesgo.

Dado los continuos cambios dinámicos en el territorio se pueden modificar algún factor del riesgo (peligro, exposición, vulnerabilidad), necesitando una nueva evaluación del riesgo. En esencia los Atlas de Riesgos son parte fundamental en la gestión del riesgo por su carácter evaluativo, son complementados por las acciones que precisan el manejo de los mismos (actuación de organismos gubernamentales de prevención), a su vez por la latencia de la percepción del peligro dando cuenta de su valoración, presente indistintamente al sector social de donde provenga los ciudadanos.

El papel de los Atlas de Riesgos toma sentido dentro de las tres fases de gestión del riesgo teniendo como mayor relevancia: a) la evaluación del riesgo, regentando vía acciones fácticas o jurídicas; b) el manejo del riesgo y mejora, c) la percepción del riesgo en la sociedad mediante la divulgación de información y estudios al respecto. Debido a que las acciones evaluativas del riesgo se cristalizan en los atlas es necesario aclarar su metodología.

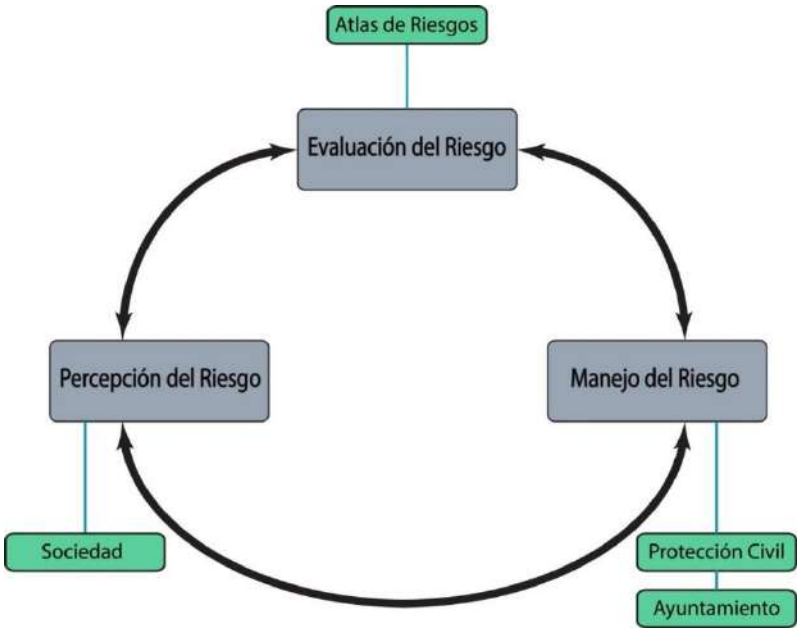


Figura 1.3. Fases involucradas en la Gestión Integral del Riesgo.

Fuente: Elaboración propia en base al Atlas de Riesgos Tlajomulco de Zúñiga Primera Fase (2008).

1.3. Metodología general

La base metodológica para la realización del atlas municipal de riesgos del municipio de Tepatitlán de Morelos se implementa utilizando las guías básicas para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos emitidas por CENAPRED como parte de una fuente documental de situación contextual. Se implementarán los criterios metodológicos que establecen las bases de estandarización de SEDATU (2016) y los niveles de alcance de la peligrosidad, el riesgo y de susceptibilidad de cada uno de los siniestros que se encuentran en el municipio.

Se parte de los criterios generales a través de métodos cuali-cuantitativos. Siendo los siguientes preceptos la metodología general:

- Conceptualizar en base a la Geomática la Gestión Integral del Riesgo (GIR), el Análisis Integral del Riesgo (AIR) y dentro de este último el cálculo del riesgo (Módulo I).
- Definir la morfología territorial de Tepatitlán de Morelos para poder analizar el riesgo (Módulo I).
- Describir la caracterización de los subsistemas medio físico y social de Tepatitlán de Morelos para determinar su clasificación geográfica-sintética (Módulo I).
- Identificar la génesis y tipología de los fenómenos perturbadores para posteriormente descartar su presencia o relevar su importancia estructural o coyuntural (pandemia COVID-19) según la característica geográfica-sintética y teórica de Tepatitlán de Morelos (diversos módulos).
- Planear y realizar el reconociendo de campo como dinámicas de consulta social vía vínculos de comunicación TIC así como presencial para la identificación, corroboración de los peligros y desastres (transversal a todos los módulos).
- Analizar y jerarquizar las fuentes documentales y cartográficas siguiendo el orden de estados situacionales y contextuales, con el fin de clarificar la demanda o coyuntura municipal-territorial según los desastres acontecidos (Módulo I).
- Determinar la peligrosidad territorial (zonificación y susceptibilidad) de los siniestros identificados (Módulo II al VI).
- Identificar, inventariar y cuantificar los sistemas expuestos según la génesis de la peligrosidad partiendo de la geografía económica de Tepatitlán de Morelos (Módulo VII).
- Calcular con indicadores espaciales la vulnerabilidad social y física según la génesis de la peligrosidad (Módulo VII).
- Determinar y cuantificar el riesgo por tipo de peligrosidad y general (Módulo VIII).
- Proyectar los diversos escenarios posibles del riesgo según su génesis natural-antrópica (Módulo IX).
- Establecer finalmente la geometría-territorial del riesgo para fundamentar las bases de la planeación municipal presente y futura (Módulo IX).
- Proponer medidas e indicar criterios para mitigar el riesgo según un enfoque Geográfico-Arquitectónico vinculado a la Geomática (Módulo IX).

Los análisis identificarán los riesgos, peligros y vulnerabilidad del territorio municipal, estableciendo su periodo de retorno, zona de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre los sistemas afectables. Para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad que se

encuentran expuestas a las amenazas naturales y antrópicas, y establecer con precisión las zonas de riesgo. Una vez determinadas estas zonas, se elabora la cartografía de los procesos destructivos, cuantificado de población en áreas, infraestructura estratégica, equipamiento con probable afectación y señalando ampliamente qué obras o acciones se proponen para prevenir y/o mitigar el riesgo.

De la compilación de fuentes oficiales y referencias relacionadas en corroboración con el trabajo de campo se construye una batería de incidencias que resulta ser el basamento estadístico-geográfico del Atlas. Integrando sistemáticamente la información sobre los peligros, exposición y vulnerabilidad para la generación de escenarios de riesgo.

Se realizó un levantamiento fotográfico general como fuente de evidencia de los trabajos realizados para la elaboración de la cartografía de peligros, vulnerabilidad y riesgos. Se utilizan los Sistemas de información Geográfica (SIG) para la generación de capas de información vectorial (formato shapefile) y raster (formatos IMG, TIFF), además del uso de archivos de visualización KML, JPG y PDF, y mapas impresos. Estos formatos de salida admitirán la edición de los archivos, con lo que se permitirá la alimentación continua de éstos, manteniendo así la información actualizada de acuerdo a los levantamientos y operativos en campo por parte de los agentes municipales facultados para tales acciones.

El análisis de la génesis de cada uno de los fenómenos que han afectado o que pueden afectar al municipio, incluye la delimitación de las diversas zonas de riesgo, en los cuales se hará referencia a los mapas sintéticos de riesgo, peligros cuando éstos se sobrepongan. Los mapas finales representarán el grado o nivel de riesgo, peligrosidad y/o vulnerabilidad-exposición de los fenómenos perturbadores de origen natural y/o antrópico.

1.3.1. Jerarquía de fuentes cartográficas

Dado la múltiple información cartográfica requerida y compilada para un atlas, es menester contar con criterios de clasificación y tipología para poder procesar de forma ordenada según su ponderación o relevancia. Primeramente se hace el distingo entre un siniestro registrado o un desastre consumado en contraste de los elementos que cargan peligro intrínsecamente pero se ha manifestado físicamente, es decir el peligro es parte negativa de su proceso o función y por ende tiene que ser contenido: es diferente un gasolinera con un historial de negligencias a una dentro de todos los protocolos.

La nivelación para la clasificación seleccionada responde a criterios de gobernanza. Las instancias de gobierno son consideradas según su jerarquía y complementariedad, está radica en el hecho legal y sistematización de la gestión del riesgo presente a lo largo de todo el espectro de leyes, reglamentos y derivaciones formales para la planeación del desarrollo. Se trata de un segmento del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos[9], aquel que produce cartografía:

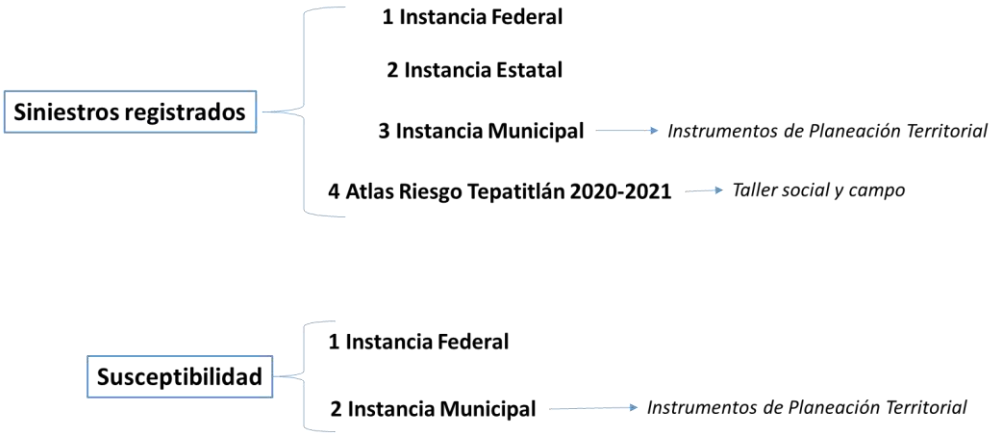


Figura 1.4. Jerarquía de fuentes general.

Fuente: Elaboración propia.

- Instancia Federal: corresponde a las instituciones especializadas que producen cartografía con el fin de poder estudiar el territorio a escala nacional de forma temática y relevante.

- Instancia Estatal: con la misma función pero con diferente jurisdicción que la Federal.

- Instancia Municipal: de función encadenada con las instancias superiores pero con la priorización de un territorio más acotado. Usualmente la geografía de un municipio en su diagnóstico como en su manejo estratégico se plasma en los diversos y complementarios Instrumentos de Planificación Territorial.

- Atlas Riesgo Tepatitlán 2020-2021: obedecen a las geometrías levantadas en correspondencia a la compilación, corroboración e identificación vía consultas programadas virtual y presencialmente a los agentes públicos como funcionarios, representantes de la

[9] El Sistema Nacional de Gestión de Riesgos es el conjunto sistémico, participativo y de articulación armónica de todas as instituciones del Estado, de la empresa privada y de las organizaciones de la sociedad civil del país.

industria, ciudadanos y miembros de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos. Las visitas a campo y la georreferenciación de lugares siniestrados componen un material cartográfico inédito en parte y corroborador de las demás fuentes.

1.3.2 Antecedentes

Siguiendo la documentación oficial de las declaratorias de emergencia y desastre que involucran a Tepatitlán se obtuvo una cantidad de cuatro declaratorias de emergencia y una de desastre consumado, clasificadas según su génesis entre Hidrometeorológicas y Sanitarias, todas publicadas en el Diario Oficial de la Nación:

Declaratorias Emergencias Hidrometeorológicas Tepatitlán de Morelos

DOF 31/10/2003

Daños provocados (inundaciones en viviendas y cultivos) por las inundaciones atípicas ocasionadas por el desbordamiento del río Verde a consecuencia de las lluvias torrenciales que se presentaron del 4 al 7 de septiembre de 2003. Lluvias en un rango de fuerte a muy fuertes (20 a 70 milímetros), dichas precipitaciones se derivaron a la presencia de una vaguada que se extendió sobre la Mesa del Norte y la Mesa Central, así como las ondas tropicales 40 y 41. Etapa de emergencia declarada a partir del día 10 de septiembre de 2003.

DOF 20/03/2006

Afectados por el descenso de la temperatura por la presencia de una masa de aire frío que generó el Frente Frío No.25 en 29 municipios del Estado de Jalisco. Dictamen de emergencia de fecha 5 de marzo de 2006, con vigencia hasta que toda vez que los efectos de la calamidad se retraiga a niveles aceptables.

DOF 23/03/2016

Presencia de lluvia severa, nevadas y aguanieve ocurrida los días 8, 9 y 10 de marzo de 2016 en 21 municipios del Estado de Jalisco.

Declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional

DOF 30/03/2020

Declaración de emergencia sanitaria por causa de fuerza mayor a la epidemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). Según la Ley General de Salud y el Consejo de Salubridad General que tiene el carácter de autoridad sanitaria y sus disposiciones generales son obligatorias en el país, se declara la epidemia como enfermedad grave de atención prioritaria, permitiendo las acciones extraordinarias en las regiones afectadas de todo el territorio nacional.

Declaratoria de Desastre Natural Hidrometeorológico Tepatitlán de Morelos

DOF 26/09/2003

Daños provocados por las lluvias atípicas e impredecibles que se presentaron del 5 al 12 de septiembre de 2003 en especial las lluvias torrenciales e inundaciones ocurridas los días 6,7 y 8.

En resumen los peligros más significativos corresponden a las inundaciones provocadas en parte por el desequilibrio del ambiental producto del revés del formato del desarrollo vigente, como del desconocimiento de las regularidades naturales por parte de la planeación urbana que invade zonas claves de la cuenca hidrográfica, a la par que genera un detrimento sobre la geometría natural de los cauces con obras ingenieriles insuficientes. La coyuntura COVID-19 con su azote generalizado e (in)discriminatorio, es considerada la calamidad pública más recalcitrante y preocupante para muchos territorios.

1.4 Localización del área de estudio (mapa base) y morfología territorial

El municipio de Tepatitlán de Morelos se localiza en las coordenadas extremas al Norte: 20º 2’ latitud norte y 102º 45’ longitud oeste, al Sur: 20º 35’ latitud norte y 102º 55’ longitud oeste, por el Este: 20º 51’ latitud norte y 102º 28’ longitud oeste, y en el Oeste: 20º 52’ latitud norte y 102º 56’ longitud oeste.

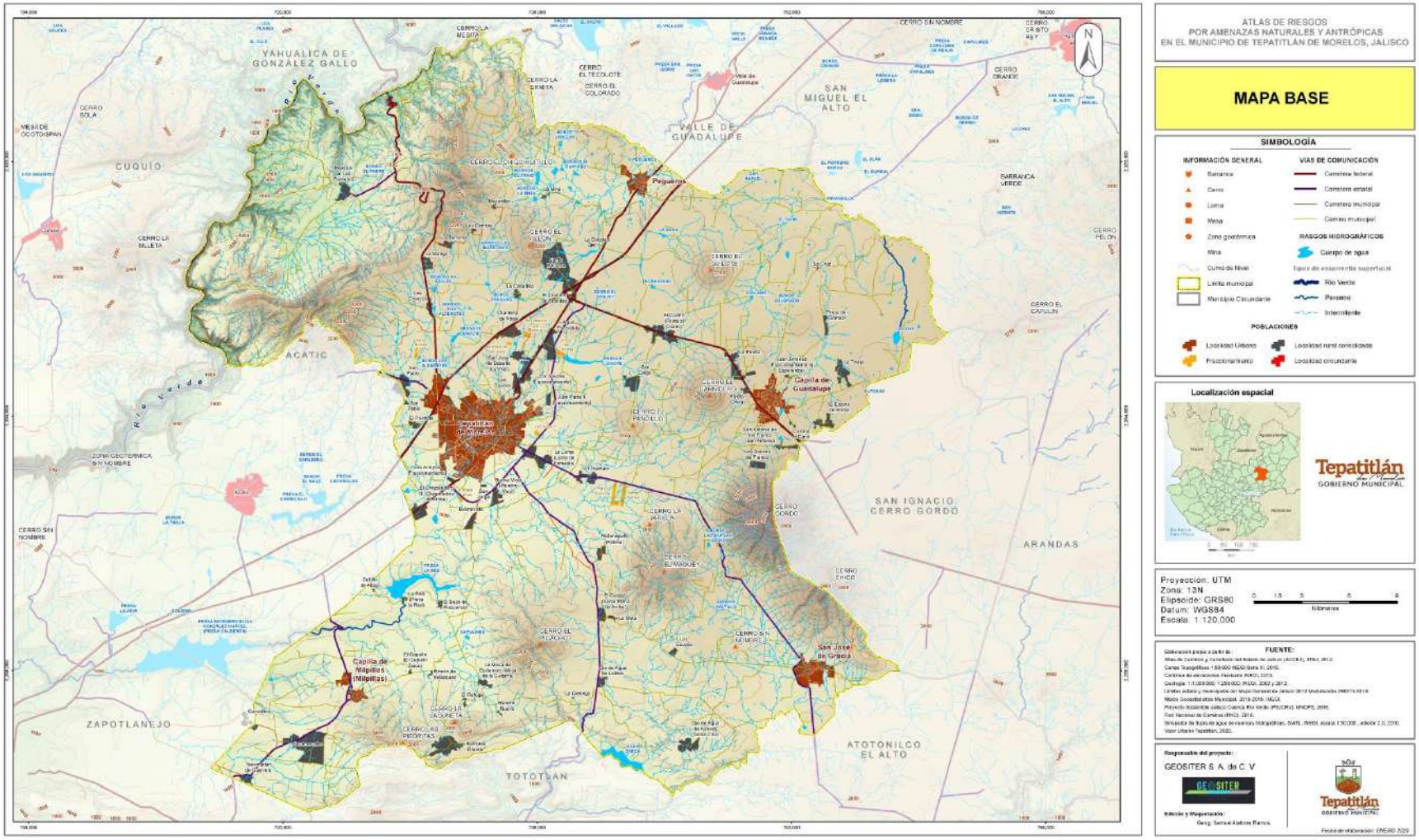
El municipio cuenta con una superficie de 1387.76 Km^2 y tiene un rango altitudinal de 1,280 msnm a los 2,660 msnm. Colinda con los municipios de San Miguel El Alto, Valle de Guadalupe, Yahualica de González Gallo y Cuquío por el Norte, con Zapotlanejo, Tototlán y Atotonilco El Alto al Sur, San Ignacio Cerro Gordo al Este y con Acatic al Oeste. La

cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 20º 48’ latitud Norte y 102º 46’ longitud Oeste, con una elevación de 1,800 metros sobre el nivel del mar.

La delimitación territorial es un factor muy importante para el manejo territorial de un municipio, pero en la mayoría de los municipios de Jalisco, no se cumple con un límite oficial. Aunado a esto, tampoco se considera un orden que obedezca las posibilidades que marcan los elementos físicos como pudieran ser las cuencas o microcuencas, la extensión de bosques, áreas verdes o las superficies de los cuerpos de agua, de manera que se pueda conformar en torno a ellos un territorio coherente e integrado.

En el caso de Tepatitlán, existen diferentes versiones de delimitación, pero la utilizada habitualmente es la que refiere oficialmente los límites municipales de todo el estado de Jalisco[10], Posteriormente se implementó la nueva versión legalizada en febrero de 2009 -cuyo principal inconveniente es que sólo cuenta con una versión a escala 1:500,000-, existen otras versiones, pero casi tantas como mapas municipales se hayan realizado para fines distintos; las representaciones cartográficas más utilizadas son: la versión generada por el Instituto de Geografía y Estadística (IGE) de la Universidad de Guadalajara en 1978 a escala 1:50,000 y últimamente la generada por el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), derivadas de las Áreas Geo-estadísticas Básicas municipales (AGEB’S municipales, 1990).

[10] Límites tomados de la MGJ 2012 Mod decreto 26837/LXI/18 Mezquitic.



Mapa 1.1. Base área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

La morfología territorial es la división del espacio mediante representaciones cartográficas oficiales y científicas. Usualmente se clasifica en urbana y rural, sin embargo los procesos de ocupación territorial de finales del siglo XX y principios del siglo XXI acontecen velozmente que las fronteras entre ambos ámbitos geográficos se diluyen constantemente. Los núcleos urbanos como rural se mantiene pero las periferias pasan a ser umbrales. Para el caso de Tepatitlán, la impronta rural que guarda condiciona el proceso de ocupación, pudiendo configurarse zonas urbanas de marca colonial-patrimonial junto a segmentos urbanos modernos combinados con baldíos y huertos rurales. A pesar de la condición rural municipal, la urbanización a gran escala se ha hecho presente intensificando la situación umbral, configurándose escenarios como granjas o establos colindantes con fraccionamientos.

La clasificación de la morfología territorial optada va de lo general sintético a lo particular según el ámbito geográfico:

Morfología territorial general: presenta los límites oficiales-administrativos (Mapa General y límites municipales decretados) como los referenciales de uso estadístico que el INEGI pública (Marco Geoestadístico), con la finalidad de identificar las discrepancias y poder usar información temática. Así como la jerarquía espacial de los asentamientos humanos (diversidad de localidades según su consolidación, estado limítrofe y propiedad), la división interna zonal municipal (zonas y sectores municipales) y la clasificación intra-municipal política-administrativa (cabecera y delegaciones).

Morfología territorial rural: conformada por las división estadística especializada para la cuantificación rural como los AGEB rural (Área Geoestadística Básica), y el tipo de asentamiento humano rural más elemental: el caserío.

Morfología territorial urbana, consta de enfoques escalares en relación a la dimensión de la localidad urbana consolidada según INEGI (5 localidades repartidas en las zonas municipales). Muestran principalmente los AGEB urbanos de dimensiones menores que los rurales, al igual que indicios de fusión entre lo urbano y rural representados en los caseríos que por su proximidad a la periferia urbana, son precisados como urbano: propiedades privadas que serán urbanizadas por el negocio inmobiliario, ubicación predilecta para conectarse con los servicios público urbanos ya existentes o en expansión, las zonas son:

Zona 1 Tepatitlán cabecera

Zona 2 Capilla de Guadalupe

Zona 3 San José de Gracia

Zona 4 Pegueros

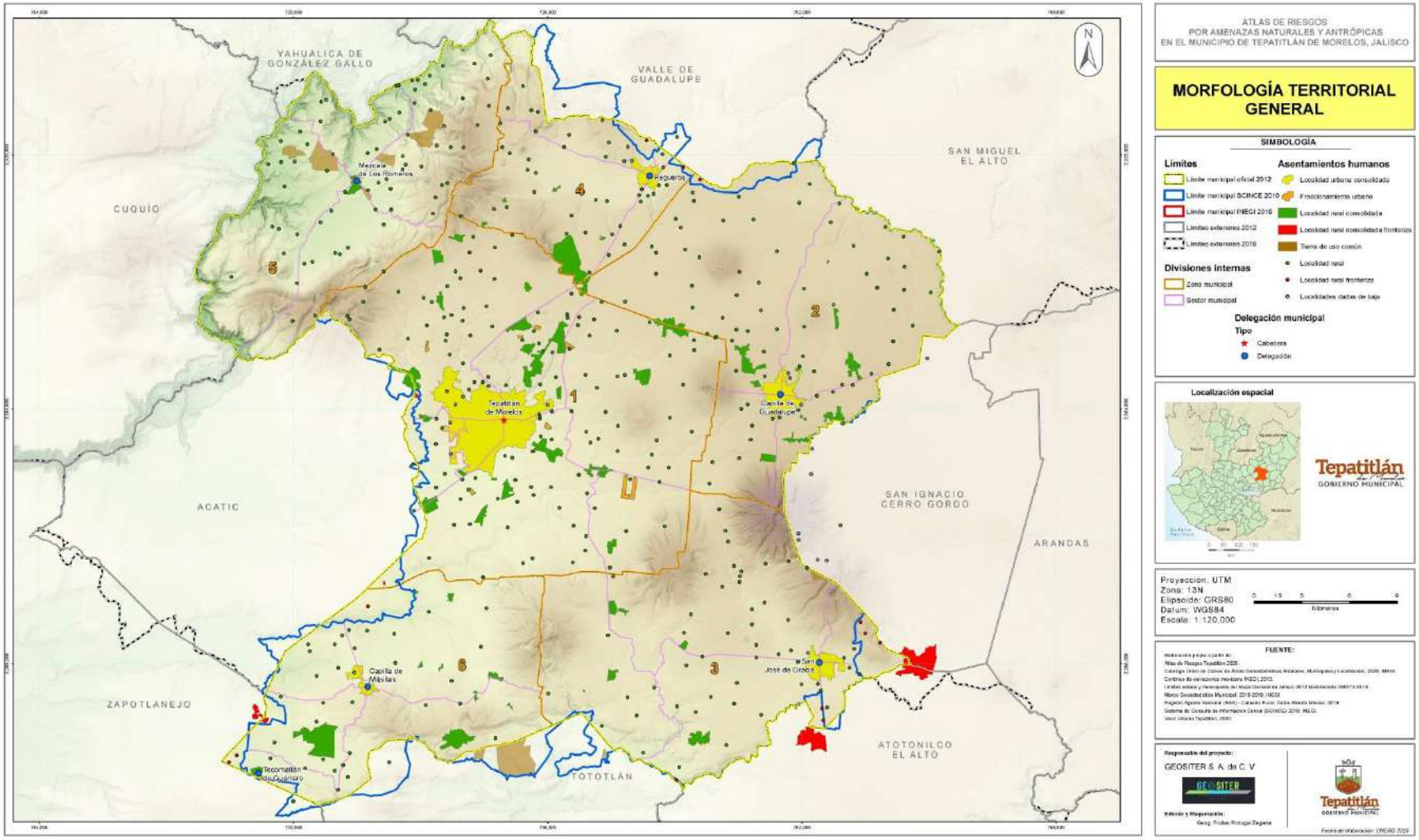
Zona 6 Capilla de Milpillas

Fotografía 1.1. Vista panorámica de la expansión urbana.

Fuente: Captura propia.

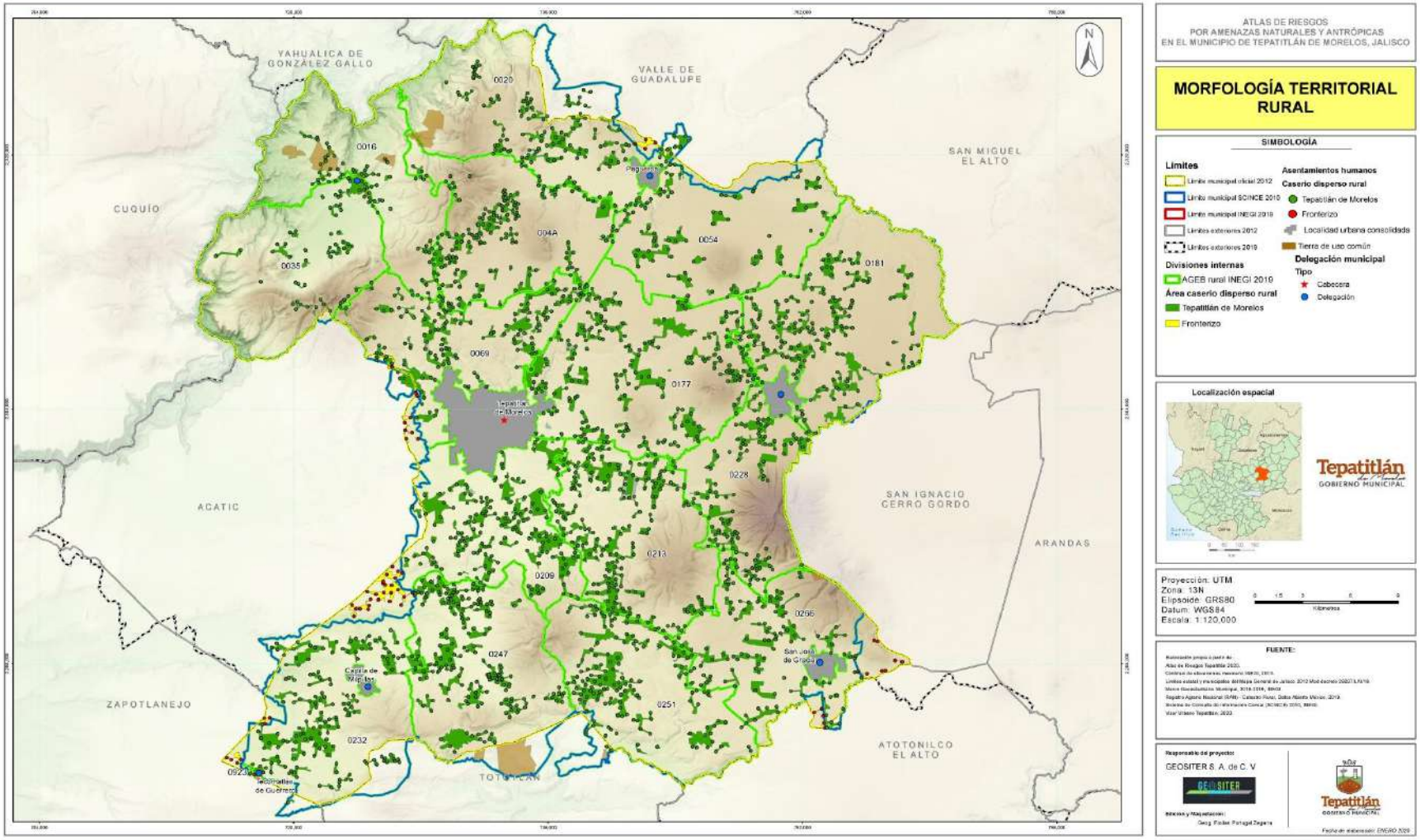
Fotografía 1.2. Cercanía industria con vivienda por la expansión mixta de la ciudad.

Fuente: Captura propia.



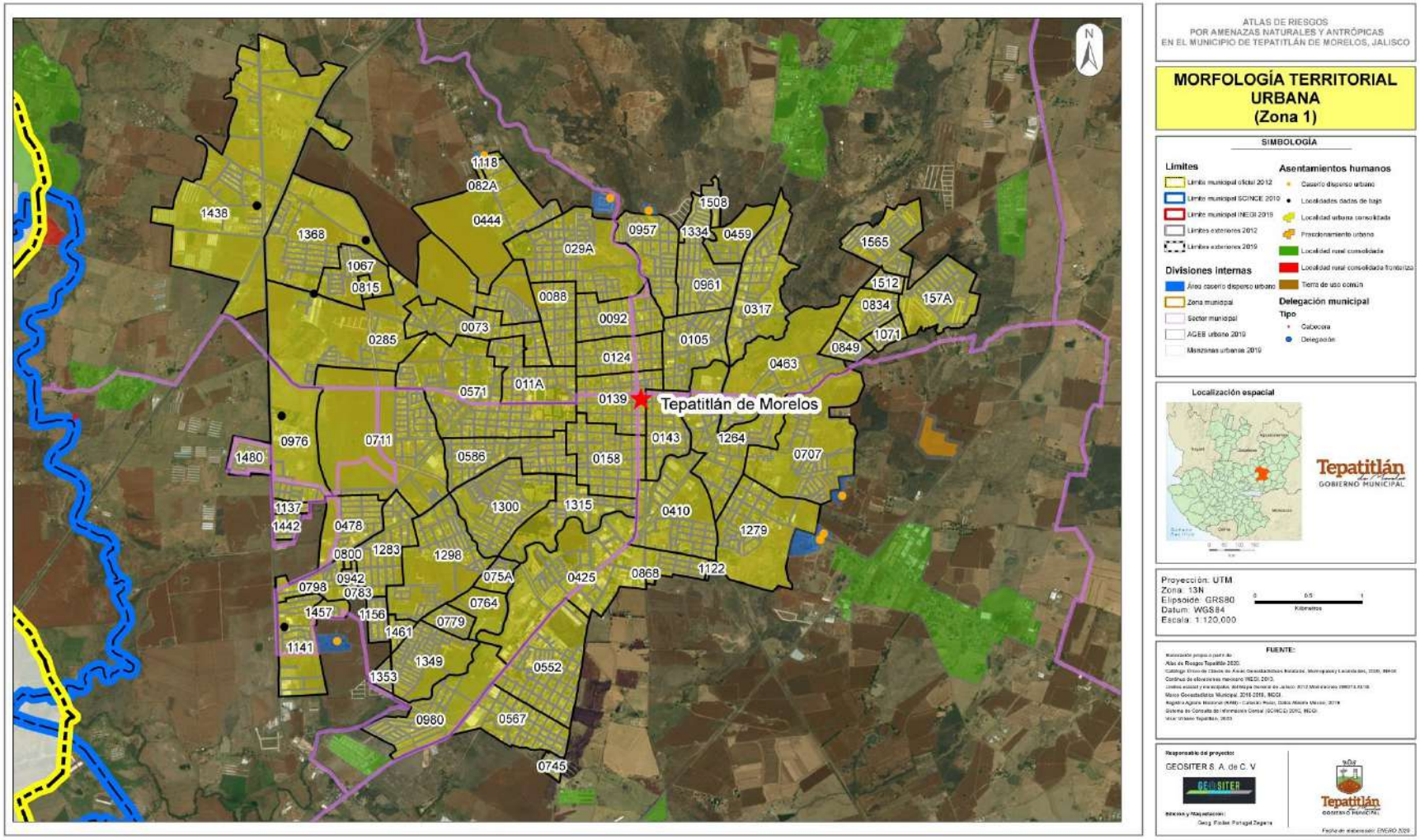
Mapa 1.2. Morfología territorial general.

Fuente: Elaboración propia.



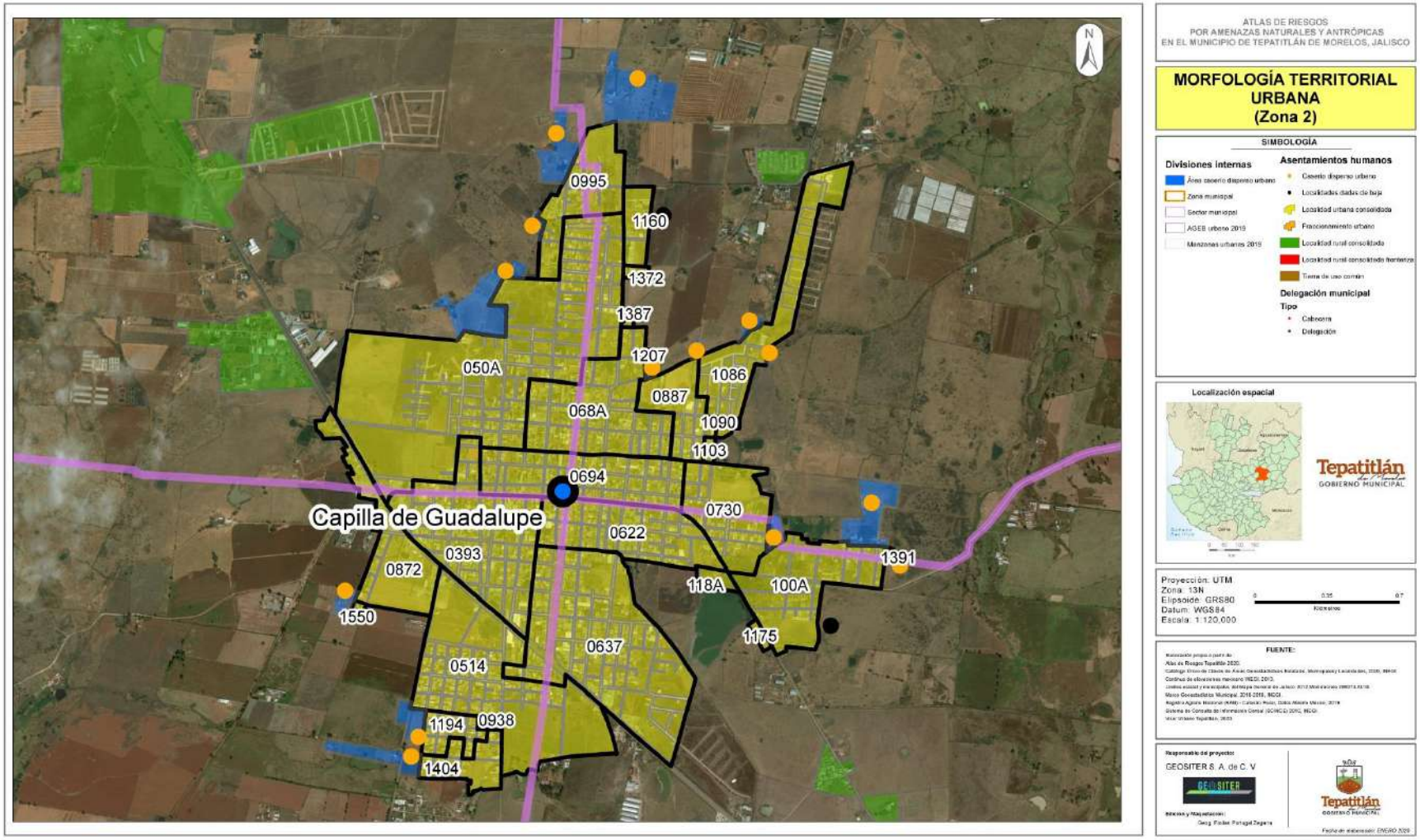
Mapa 1.3. Morfología territorial rural.

Fuente: Elaboración propia.



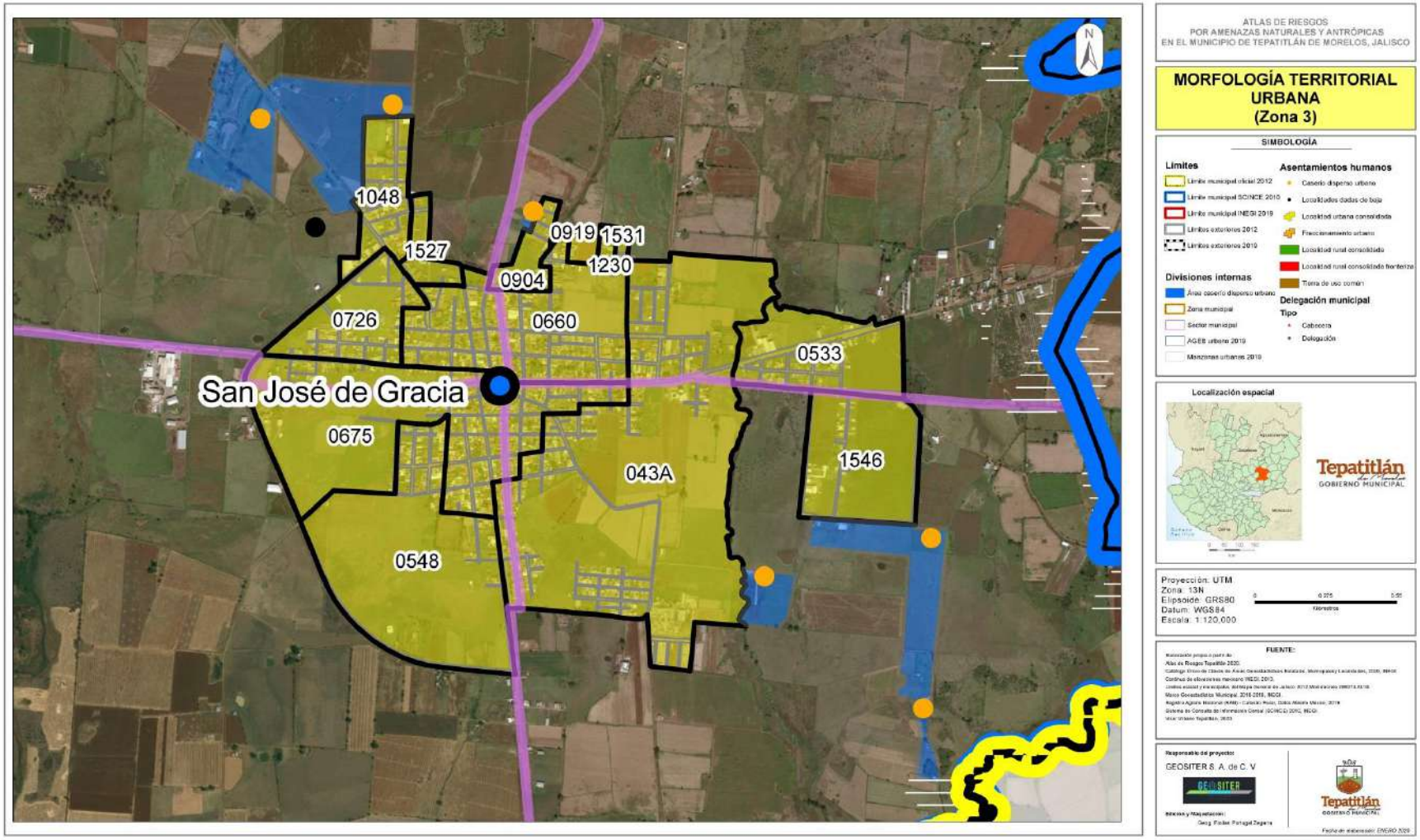
Mapa 1.4. Morfología territorial urbana (Zona 1).

Fuente: Elaboración propia.



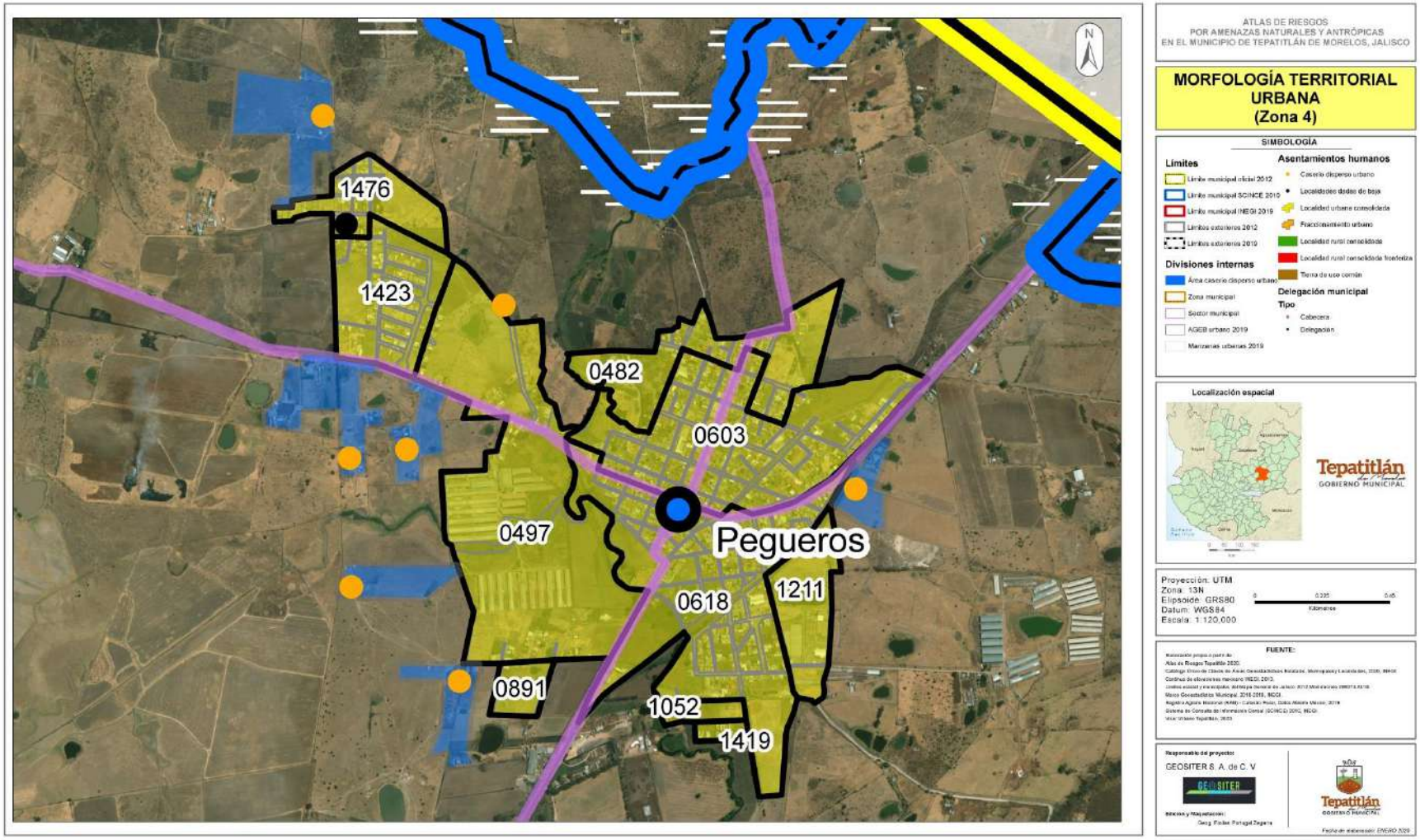
Mapa 1.5. Morfología territorial urbana (Zona 2).

Fuente: Elaboración propia.



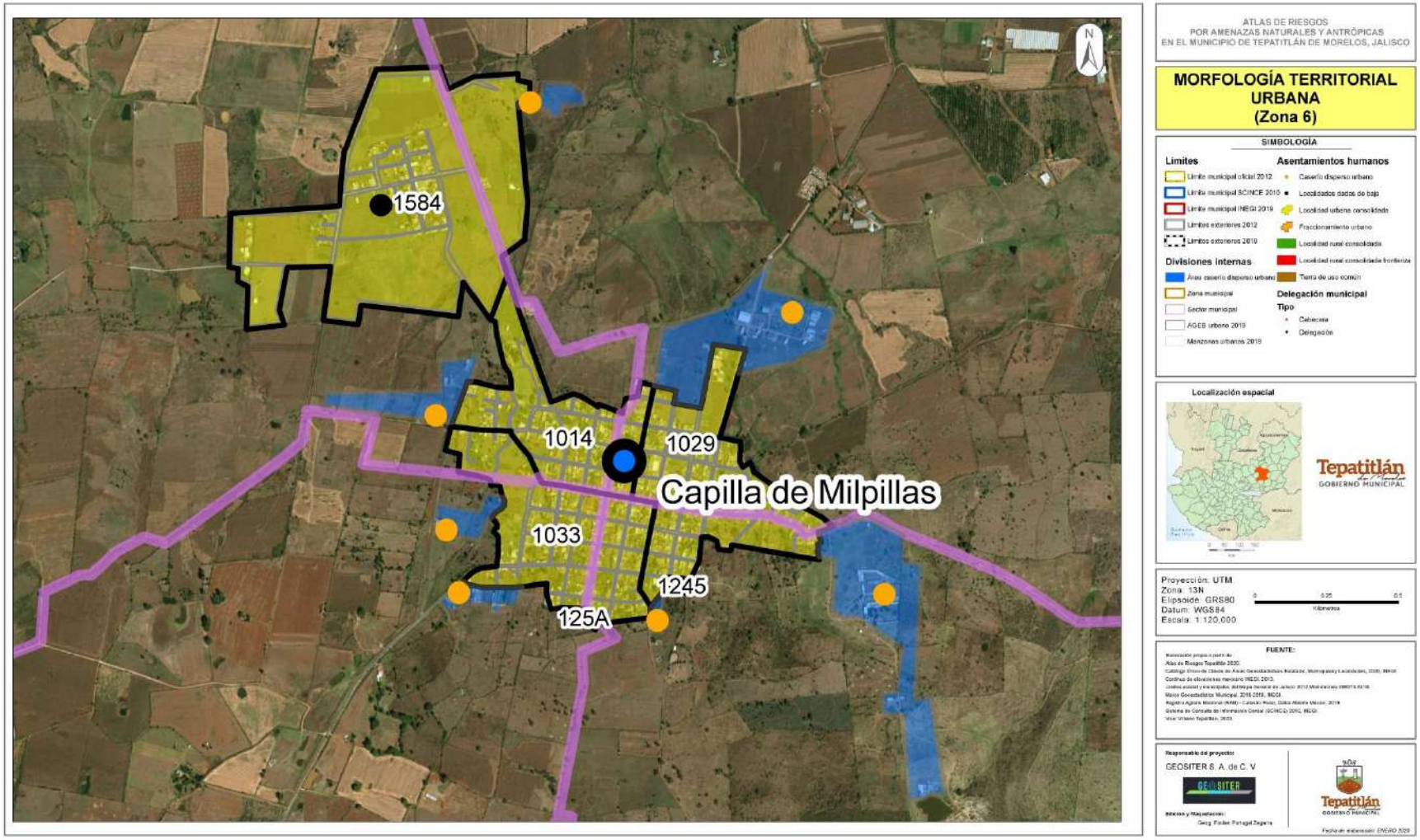
Mapa 1.6. Morfología territorial urbana (Zona 3).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 1.7. Morfología territorial urbana (Zona 4).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 1.8. Morfología territorial urbana (Zona 6).

Fuente: Elaboración propia.

1.5 Objetivos institucionales

Dado que el municipio es la autoridad de primer contacto burocrático con la sociedad y el territorio, su papel en la gestión del riesgo es de primordial medida, tanto en acciones de prevención como de mitigación.

Los Atlas de Riesgos como cualquier otro instrumento de planeación son perfectibles, su avance está supeditado a la participación de los agentes o instituciones sociales a lo largo de la organización social, ampliando responsabilidades entre direcciones municipales y de gobierno, instituciones académicas o que posean alguna incidencia en el territorio y la ciudadanía en general.

La participación de las direcciones municipales según sus atribuciones como Protección Civil, Desarrollo Urbano, Obras Públicas, etcétera, responden a un papel activo y central en la elaboración del Atlas de Riesgos, proporcionando los elementos y requisitos suficientes para alcanzar los objetivos de estudio. Permitiendo posteriormente una mayor autonomía en lo que respecta a la prevención y gestión más integral del riesgo.

En el marco de la colaboración interactuante entre las instituciones de función municipal gestada por la incorporación da la geomática en la gobernanza, se plantean los siguientes objetivos:

- Fortalecer y fomentar el involucramiento de los agentes municipales y la ciudadanía en general sobre la gestión del riesgo, mediante el proyecto puesto en marcha Sistema de Información Geográfica de Tepatitlán (SIG-TEPA) gestionada por el Instituto Municipal de Planeación Tepatitlán (IMPLAN).

- Aportar una suma cartográfica en diferentes formatos de la geografía municipal para proporcionar un basamento real a la planeación del desarrollo.

- Mantener actualizada la información vectorial gracias a la instalación del área Geomática.

- Ser un instrumento de acceso abierto y flexible al estar plasmado en una geo-plataforma SIG, conectándose al amplio manejo del Sistema Cartográfico Municipal (SICAM), que tiene como principal repositorio el Visor Urbano.

- Incrementar la diligencia en la planeación del desarrollo extendiendo la Gestión Integral del Riesgo (GIR) a todas las dependencias involucradas: “protección civil somos todos”.

La participación de los agentes, funcionarios y ciudadanía en general, en la construcción del Atlas es vital para la familiarización de su importancia trasversal a los tiempos de gobierno (trienio). Recoger de la sociedad sus preocupaciones como sus proyectos sectoriales y que estos partan y lleguen al Atlas es el mayor cometido que la disciplina geografía en conjunción con la geomática.

Figura 1.5. Taller de participación ciudadana percepción del riesgo.

Fuente: IMPLAN.

1.6. Caracterización del medio físico y social

Este apartado es fundamental para referir las estructuras espaciales e interrelaciones ecológicas de los componentes bióticos, abióticos y sociales necesarios para la gestión y

desarrollo territorial, así como para el análisis de la génesis del riesgo. La determinación concreta de los atributos de un territorio es la primera tarea para gestionarlos, esta medida es compartida por los instrumentos de planeación territorial, tanto el Programa de Ordenamiento Ecológico Local, los Atlas de Riesgos y aquellos programas derivados de la planeación urbana acotada. Todos empezando siempre con una caracterización del territorio.

Si bien, un Atlas de Riesgos no tiene como una de sus principales atribuciones direccionar las acciones para el desarrollo, no pierde el objetivo común de elevar la calidad de vida de la población bajo criterios que salvaguarden los bienes territoriales.

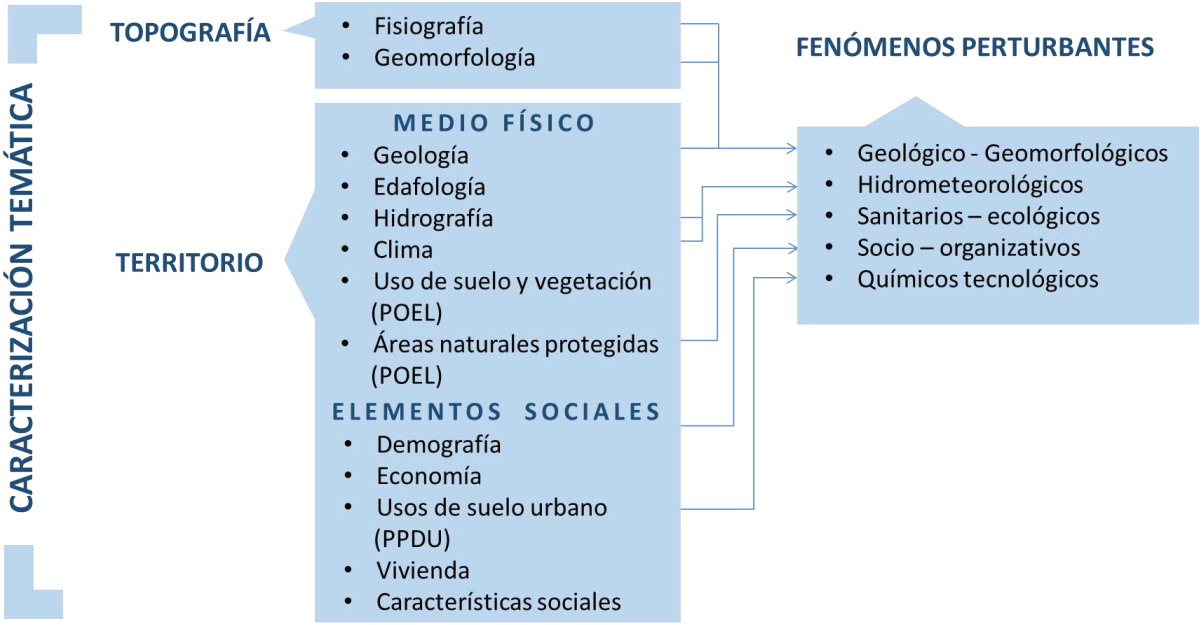


Figura 1.6. Del análisis a la síntesis de la caracterización temática.

Fuente: Elaboración propia en base al Atlas de Riesgos Tlajomulco de Zúñiga Primera Fase (2008).

Como principal criterio de estructuración de la información vectorial vertida en mapas se considera, definir la escala de representación en relación a la escala de las fuentes. Esta armonización permite precisar la representatividad de las coberturas con la realidad de Tepatitlán.

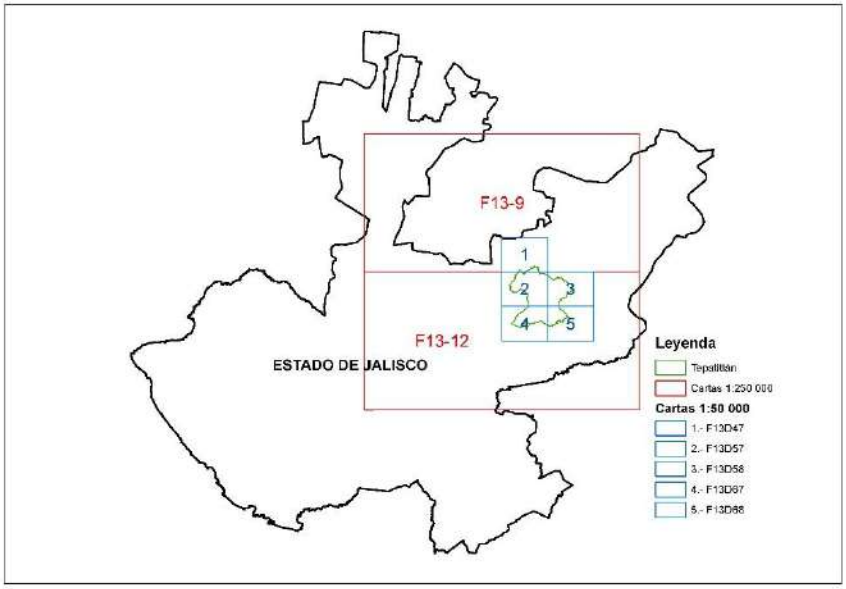


Figura 1.7. Escalas de análisis y compilación de fuentes.

Fuente: Elaboración propia.

Existen básicamente dos medidas escalares aprobadas por INEGI. El marco de las cartas 1:250 000, de las cuales la carta F13-12 cubre casi en su mayoría el territorio de Tepatitlán, y el conjunto de cinco cartas de escala 1:50 000.

1.6.1. Caracterización del subsistema medio físico

La condición física de Tepatitlán se caracteriza principalmente por sus elevaciones (orografía), que a pesar de no poseer una cumbre elevada siempre han sido un distintivo paisajístico.

Fotografía 1.3. Vista del Cerro Gordo.
Fuente: Captura propia.

Fotografía 1.4. Rugosidad orográfica en Mezcala.
Fuente: Captura propia.

1.6.1.1. Relieve (Modelo Digital de Elevación)

Los elementos del relieve de un territorio dado ayudan a definir todos los aspectos del sistema físico-biótico y en buena medida llegan a condicionar el comportamiento y los patrones de distribución de las actividades humanas y expansión urbana. Gracias a esto, es imprescindible contar con información fidedigna y actualizada que represente este tópico en un sistema de información geográfica.

Las líneas altimétricas (curvas de nivel) que representan la altitud en metros sobre el nivel medio del mar, al triangularse entre sí, cuantificando la variable de altitud de cada una, pueden ser interpoladas para generar un continuo de elevación del terreno y convertirse en un archivo en formato raster, es decir, en una imagen con un tamaño de pixel y resolución específicos, de acuerdo a la escala y el nivel de detalle que se pretende mostrar.

Este continuo es referido en la bibliografía anglosajona como DEM (Digital Elevation Model) y ha sido traducido al español como MDE (Modelo Digital de Elevación) o MDT (Modelo Digital del Terreno).

Para el estudio actual se empleó la capa provista por el continuo de elevaciones mexicano procedente de INEGI, elaborado en el año 2013, el cual tiene una equidistancia altimétrica de 15 m; es decir, las curvas de nivel a partir de las cuales se generó el modelo se presentan en intervalos de 15 m.

Tomando el MDE como insumo base se generan los productos desglosados en los siguientes 4 apartados subcapitulares, cada uno de los cuales, aporta para explicar el contexto de relieve del terreno.

Sombreado

El sombreado es la representación tridimensional del relieve generado a partir del MDE; en él, se observan los rasgos geomorfológicos como los cerros, cadenas montañosas, depresiones, barrancas, valles y si se cuenta con una resolución detallada, se pueden apreciar los escurrimientos o incluso la red de calles y la traza urbana. Al igual, que con el resto de los productos derivados del MDE, el sombreado incrementará su precisión al mejorar a su vez los insumos altimétricos.

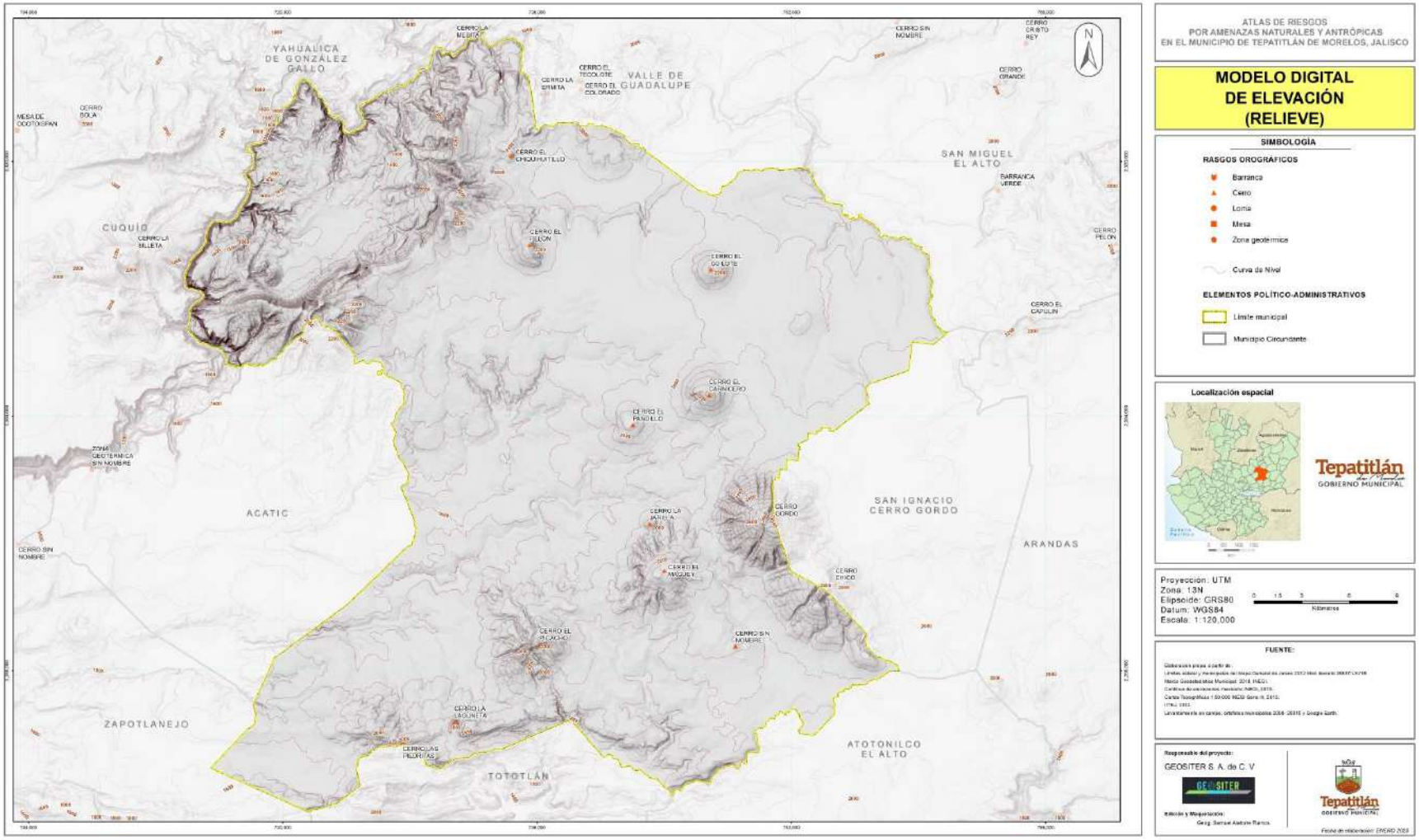
Fotografía 1.5. Vista aérea de La Presa Capilla de Guadalupe.

Se observa al fondo uno de los elementos orográficos más destacados en el municipio: El Cerro Gordo.

Fuente: Captura propia.

En el Mapa 1.9 se muestra el sombreado para la zona de estudio y áreas circundantes; además, se exponen los rasgos orográficos del terreno, tales como los Cerros, Mesas y Barrancas, con sus respectivos topónimos. Lo anterior da cuenta del relieve en el contexto municipal, siendo a su vez la base para el análisis fisiográfico y geomorfológico del territorio.

Dentro de dicho contexto, se aprecia una relativa homogeneidad en el relieve imperante en el territorio municipal, contrastando tal uniformidad se observa un buen número de cerros, que son los elementos orográficos más numerosos en la zona de estudio. Destacan por sus dimensiones el Cerro Gordo y el Cerro Chico, en los límites adyacentes a San Ignacio Cerro Gordo. La zona más plana se localiza al noreste del municipio, en donde resaltan el Cerro El Güilote y el Cerro El Carnicero. Por su parte se presenta una gran heterogeneidad del relieve en la zona noroeste, donde los accidentes topográficos y las barrancas que desembocan en el Río Verde, producen un relieve accidentado de gran importancia geomorfológica.



Mapa 1.9. Modelo Digital de Elevación (Relieve).

Fuente: Elaboración propia.

Hipsometría

Así como el sombreado exhibe de manera visual, en el mapa 1.10, los elementos del relieve, la hipsometría cuantifica las elevaciones y depresiones existentes en el terreno de estudio, y al establecer intervalos de altitud (en metros sobre el nivel medio del mar), muestra con diversos colores separados por isoyetas altitudinales, los patrones de elevación de la zona analizada.

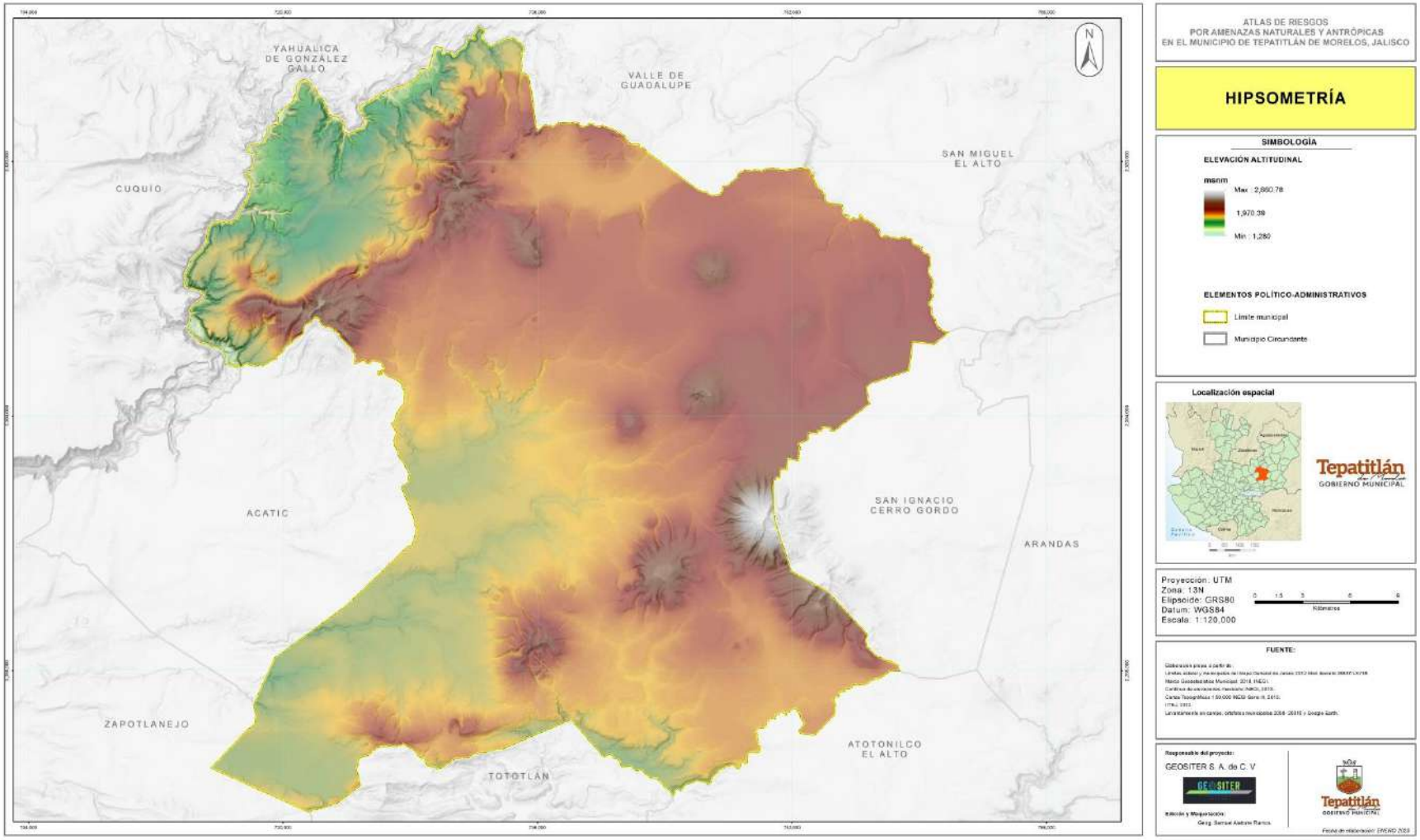
De tal forma es posible observar mediante el empleo de este modelo, cuáles son las zonas más bajas altitudinalmente, las cuales potencialmente serán superficies de depositación tanto de material, en caso de un proceso de remoción en masa, como de precipitación, si se trata de una lluvia; se observan mediante este modelo también las partes altas desde donde potencialmente se genera el arrastre y escorrentía de material o del flujo pluvial, integrando de tal manera un patrón espacial que da cuenta de los procesos de generación, transporte y depósito de sedimentos y agua.

Como se observa, la altitud en metros sobre el nivel medio del mar en el municipio alcanza los 2,660.78, esta altura se encuentra en la cima de Cerro Gordo; con una amplitud altitudinal de 1380.78 metros, la zona más baja en el municipio llega a los 1,280 msnm, localizada en el lecho del Río Verde, al noroeste de la zona de estudio, en el punto confluencia de los límites territoriales de Tepatitlán, Acatic y Cuquío. Las superficies relativamente planas que predominan al centro, norte y oriente del municipio, presentan altitudes primordialmente entre los 2,020 y los 1,800 msnm.

Rango Altitudinal (msnm)	Superficie (ha)	%
1280-1500	942.24	0.68
1501-1700	7,341.21	5.29
1701-1900	55,691.39	40.13
1901-2100	68,367.73	49.26
2100-2661	6,434.65	4.64
Total	138,777.22	100.00

Tabla 1.1. Intervalos altitudinales con su superficie absoluta y relativa.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 1.10. Hipsometría.

Fuente: Elaboración propia.

Pendiente

El grado de inclinación del relieve superficial, permite conocer, junto con otros factores como el tipo y cobertura de suelo, el comportamiento y respuesta del sistema hidrológico, así como su susceptibilidad a fenómenos geomorfológicos como aludes y deslizamientos, y determina de manera directa la cobertura vegetal; debido a todo ello, el grado de pendiente es un factor muy importante para imponer restricciones de urbanización o de aptitudes de uso de suelo.

Pendientes mayores de 45° representan suelos poco consolidados que difícilmente desarrollarán vegetación. De acuerdo con Valdivia (POEL Tlajomulco, 2017) las áreas con pendientes superiores a 18° son propensas a sufrir aludes o desgajes cuando agentes externos, como una lluvia o incendio, afectan las condiciones del terreno. Por su parte, las zonas menores a 6° de pendiente y que se encuentran en zonas bajas, poseen mayor susceptibilidad a acumular encharcamientos después de un evento de precipitación de intensidad moderada si el tipo de suelo no presenta buena infiltración o si se trata de zonas con cobertura urbana cuya infraestructura hidráulica es deficiente. El modelo también permite observar las zonas planas, como las mesetas o valles; aquellas con pendientes inferiores a los 3° aproximadamente, las cuales también pueden ser zonas de encharcamiento, aunque no sean zonas bajas, si no existe una buena permeabilidad o si no se presenta suficiente densidad de disección horizontal en sus inmediaciones que arrastre el flujo pluvial acumulado.

Grados de Pendiente	Superficie (ha)	%
0-3	77,823.85	56.08
3.1-6	27,632.56	19.91
6.1-18	25,887.25	18.65
18.1-45	7,028.87	5.06
45.1- 76.5	399.71	0.29
Total	138,772.24	100.00

Tabla 1.2. Categorías de grados de pendiente con su superficie absoluta y relativa.

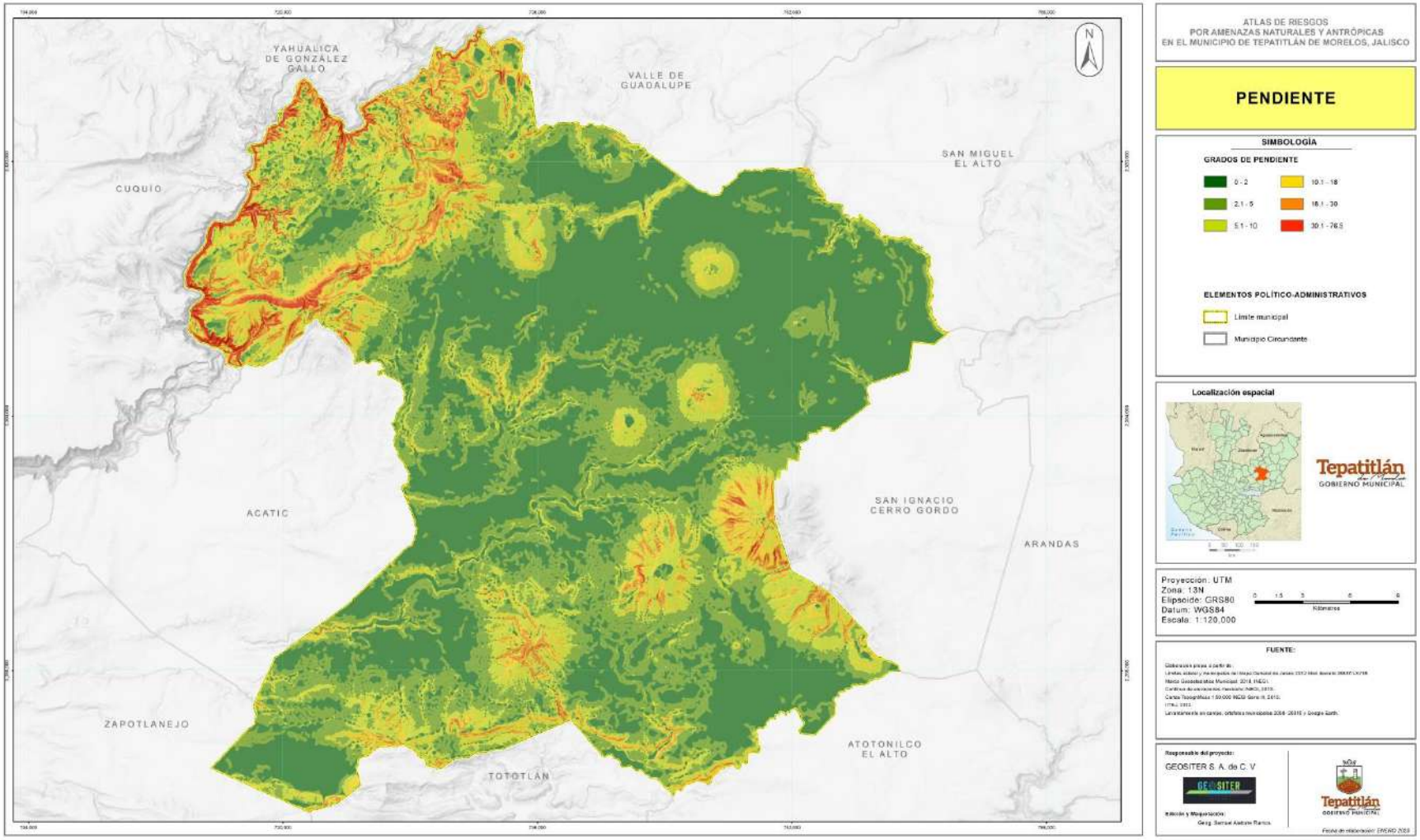
Fuente: Elaboración propia.

La ya mencionada homogeneidad de relieve en la mayoría del territorio municipal decanta en que más de un 56 % de su superficie no exceda los 3° de pendiente, por lo que aunado a la fertilidad de los suelos (véase apartado de edafología), le confieren al municipio amplias zonas aptas para el desarrollo de las actividades primarias y el emplazamiento de zonas antrópicas como parques o naves industriales y áreas poblacionales. Como muestra el mapa 1.11, las zonas que por su grado de pendiente presentan mayor peligro potencial o son muy poco aptas para las actividades humanas se concentran principalmente al noroeste del municipio, en donde la deformación del terreno alcanza hasta los 76.5° de inclinación en las barrancas del Río Verde.

Fotografía 1.6. Extensión de poca pendiente al sur de la cabecera municipal.

Se observan las zonas aptas para cultivos y para el desarrollo de actividades humanas, así como el Arroyo San Jorge, en la parte central de la imagen.

Fuente: Captura propia.



Mapa 1.11. Pendiente.

Fuente: Elaboración propia.

Orientación de la pendiente

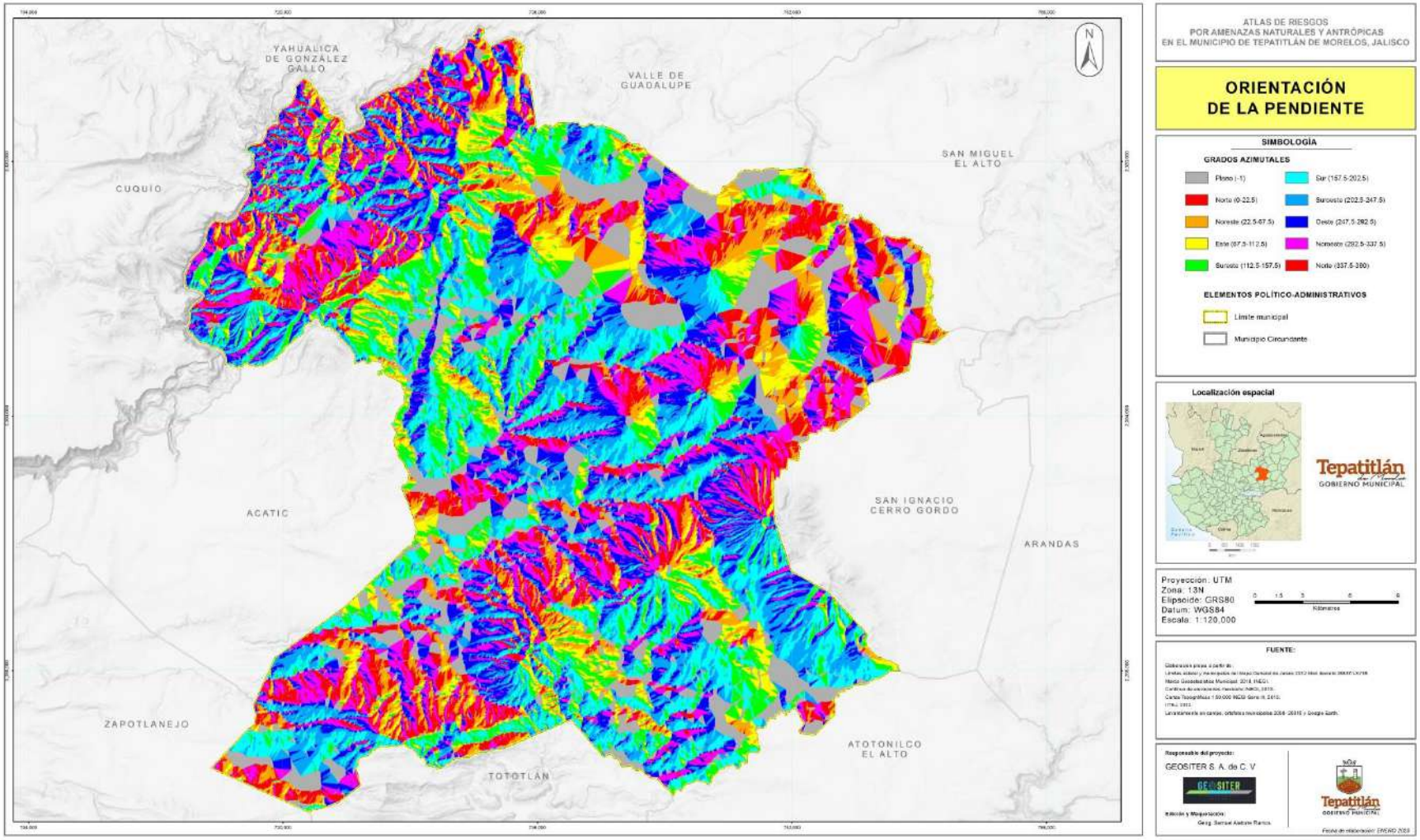
Esta variable permite conocer la dirección a la que apuntan los rasgos del relieve, lo cual a su vez puede mostrar hacia dónde se dirige el flujo superficial del sistema hidrológico y explicar los procesos morfogenéticos que se llevaron a cabo en el territorio.

El terreno plano representa superficies con pendientes nulas o poco significativas (inferiores a 1°), tales áreas se encuentran en los lechos de cuerpos de agua o en valles y mesas; el resto del terreno tendrá alguna orientación azimutal, permitiendo dar cuenta de la dirección de los procesos gravitacionales.

Fotografía 1.7. Pendiente con dirección a la localidad de Pegueros.
Vista donde se observa la parte alta al sur de la localidad.

Fuente: Captura propia.

Tal como se muestra en el Mapa 1.12, en el municipio se aprecian franjas significativas con orientaciones Oeste-Noroeste, así como grandes porciones con orientaciones Sur en la parte central y meridional del territorio; algunas zonas planas alcanzan a mostrar una buena presencia en las partes norte y noreste del municipio. Las orientaciones azimutales Norte por el contrario, son algo escasas, denotando la salida de los sistemas hidrológicos y de los procesos de remoción en masa hacia otras direcciones, específicamente a las ya aludidas direcciones Noroeste, Oeste y Sur.



Mapa 1.12. Orientación de la pendiente.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.1.2. Geología

El área de estudio se constituye por una serie de emplazamientos de coladas volcánicas de tipo félsica y de origen flujo piroclástico alcalino, también está formada por una serie de emisiones volcánicas intercaladas de rocas máficas. Los afloramientos efusivos son los estratos más antiguos y se encuentran alojados de manera subyacente por una sucesión de estratos sedimentarios no consolidados (lavado sedimentario), de tipo parental volcánico y de reciente creación en términos geológicos (SGM, 2006). Estos estratos sedimentarios están relacionados, en su formación, a la acción de la gravedad y el flujo hídrico de la superficie terrestre (escorrentía superficial) que proviene de las zonas elevadas y circundantes a los Altos de Jalisco, que posteriormente son alojadas en zonas estacionarias o permanentes en la planicie de los Altos (Fotografía 1.8)[11].

Fotografía 1.8. Paisaje de tipo altiplano en un ambiente sedimentario, Tepatitlán de Morelos.
Fuente: Captura propia.

Los afloramientos efusivos también están relacionados al Eje Neovolcánico por su composición litológica, sus aparatos volcánicos y su estilo tectónico, constituyéndose una región morfoestructural o una provincia geológica (Barrera,1985). Sin embargo, la Sierra Madre Occidental es una provincia geológica que también se relaciona a este continuum, la cual se compone de rocas volcánicas de la región, pero su topoforma y

[11] Una porción del municipio de Tepatitlán también pertenece a la planicie de los Altos, compuesta por una serie de rasgos muy característico de idiosincrasia morfoestructural del Altiplano Central, tanto por su litología y estilo tectónico (García, 2006).

evolución histórica difieren a la del Eje Neovolcánico, de tal manera que se establece un límite aproximado entre ambas provincias y de levantamiento cortical12 (Barrera,1985). Cabe señalar que el cañón del río Grande de Santiago también se ha señalado como un límite porque en su recorrido, San Cristóbal de la Barranca, Jal. - Nayarit, traza todo un sistema de morfolineamiento que marcan el comienzo de una zona de movilidad tectónica característica de este sector Occidental del Eje Neovolcánico.

Contactos litológicos y datación geológica

La zona de estudio se encuentra constituida por siete diferentes tipos de contactos litológicos distribuidos a lo largo de todo Tepatitlán de Morelos. Estos tipos de unidades litológicas en su mayoría son de origen extrusivo (volcánico) y de composición básica o félsica, además de rocas Máficas y de origen sedimentario; en donde se pueden encontrar rocas basálticas (Maficas), toba riolítica (félsicas), brecha volcánica (félsicas-maficas), y riolita (félsicas). En cuanto a las rocas de origen sedimentarias se pueden encontrar rocas de tipo de areniscas y aluviones.

Tipos de rocas	Superficie en ha	% Superficie en ha
Basalto	83,856.62	60.43
Aluvión	43,098.03	31.06
Arenisca	9,051.39	6.52
Riolita	1,854.18	1.34
Brecha Volcánica	908.87	0.65
Toba riolítica	7.68	0.01

Tabla 1.3. Cobertura de los diferentes tipos de contactos litológicos.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el mapa 1.13, la cronología de los diferentes paquetes litológicos corresponde principalmente a la actividad volcánica de la época Terciaria y Cuaternaria. La primera emisión volcánica que se presentó fue en la época Terciaria bajo una forma geoquímica félsica (rocas ácidas) y rocas de tipo riolita. Dicha estructura volcánica se compone mayormente de una serie de emplazamientos efusivos, a saber: flujos de lava, diques, brechas y escoria volcánicas cuya actividad se remonta al Pleistoceno entre 2.5

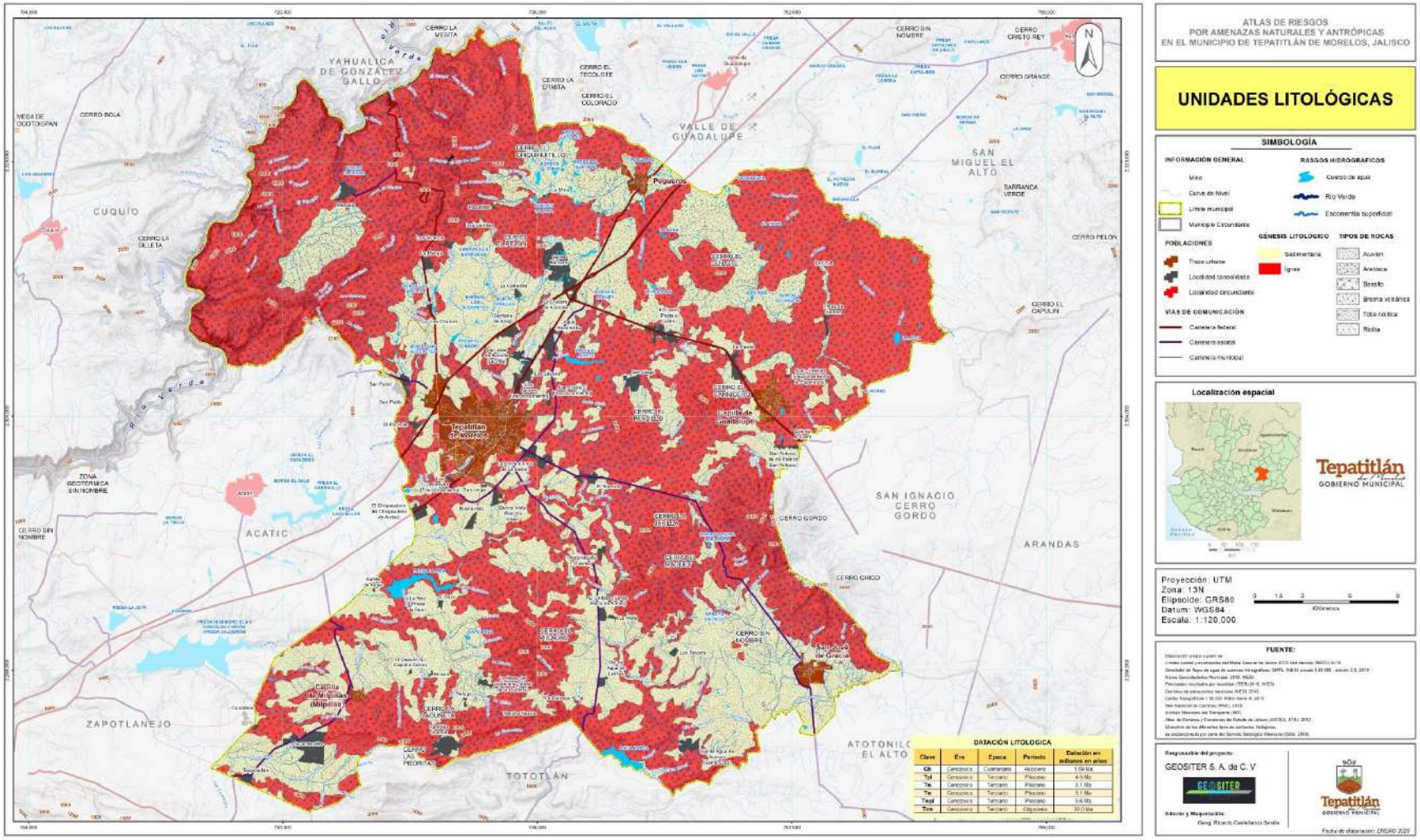
[12] El levantamiento cortical es la deformación positiva (hacia arriba) de la superficie terrestre a consecuencia de los plegamientos, fallamientos o por aparatos volcánicos; cuya consecuencia es la formación de un sistema montañoso en la corteza terrestre (García, 2006).

y 5 millones de años atrás (Ferrari et al.,1999). La estructura volcánica tiene cobertura de 83,856.62 ha y representa el 60% de la superficie total del municipio (fotografía 1.9).

Fotografía 1.9. Diaclasamiento litológico de rocas riolíticas, disección inducida por la actividad antrópica.

Fuente: Captura propia.

Posterior a la primera actividad volcánica se presentó una serie de discordancias litológicas debido a una sucesión de emplazamientos de estructuras volcánicas, acompañadas de una serie de emisiones efusivas del tipo de material del flujo piroclástico riolítico durante el periodo Terciario, en la época Plioceno y de una antigüedad de 5.6 millones de años. Estos paquetes litológicos disponen de una textura variada que va desde una pasta fina hasta clastos de diversos tamaños y de cementación semicompactada, los cuales abarcan 7.68 ha y representan el 0.01% del área en estudio.



Mapa 1.13. Unidades litológicas.

Fuente: Elaboración propia.

Durante la época Plioceno (Terciario) también se presentó una serie de actividades efusivas que dieron lugar a la formación de nuevos aparatos volcánicos y de nuevas coladas volcánicas. El tipo de paquete litológico que se emplazó durante este periodo es de basalto cuyo contacto tiene una edad aproximada de 5.1 millones de años. Asimismo, se desarrollaron una serie de lavados sedimentarios y una disposición de conglomerados no consolidados de tipo arenisca de diversa textura granulométrica. Estos estratos se vinculan a la acción de la gravedad (remoción en masa) y a la escorrentía superficial a lo largo de la vertiente, estas capas estratigráficas sedimentarias representan el 6.52% de la superficie total. Posteriormente, tuvo lugar una nueva serie de emisiones volcánicas atenuadas de conglomerados no consolidado (brecha volcánica), hace unos 4.5 millones de años.

Fotografía 1.10. Remanentes de antiguos emplazamientos volcánicos de tipo máfica.
Fuente: Captura propia.

El último paquete litológico es considerado una de las unidades más recientes en términos geológicos, corresponden a depósitos de aluviones de la época del Pleistoceno (cuaternario) y de una antigüedad de 10,000 años. Estos depósitos sedimentarios cubren una superficie de 43,098.03 ha y representan el 31% de la superficie total. Las estructuras vinculadas a este tipo de contacto litológico son principalmente las planicies lacustres, conos de inyección o abanicos aluviales y piedemonte.

Fotografía 1.11. Cantos rodados de brechas volcánicas.
Fuente: Captura propia.

Fotografía 1.12. Los suelos del municipio de Tepatitlán de Morelos generalmente están compuestos de aluviones.
Fuente: Captura propia.

1.6.1.3. Geomorfología

La geomorfografía de un territorio es la descripción del relieve acotado a una determinada escala, mientras que la geomorfología es el saber que explica el relieve y su génesis profundizando y superando la mera descripción (PROETDUM-Río Verde, 2019). Es por ello que para una comprensión adecuada del tema se realizó un estudio

de regionalización geomorfológica, compartiendo la misma metodología que el Proyecto Sostenible Jalisco Cuenca Río Verde aplicó (PSJCRV). Así, con el cambio de escala se incrementa el detalle en cuanto a la delimitación de los contactos geomorfológicos y se identifican nuevas unidades. No obstante, la geomorfología, al ser una característica física de poco cambio no precisa grandes diferencias entre ambos proyectos, sino que los resultados se muestran más bien complementarios con los estudios de disección (procesos de destrucción del relieve) vertical y horizontal, así como con el contenido morfométrico de las unidades geomorfológicas (PROETDUM-Río Verde, 2019).

Para un mejor entendimiento de la geomorfología es útil partir de la noción básica de sistema, ya que en cualquier sistema geomorfológico tienen lugar procesos endógenos o internos (tectónica, volcanismo), así como procesos exógenos (geomórficos) que derivan en gran parte de las fuerzas climáticas (Gutiérrez, 2008). Es decir, son procesos de construcción y destrucción del relieve impulsados por las fuerzas gravitacionales, cuya función consiste en equilibrar el relieve llegando al estado más probable de penillanuras e iniciando el ciclo geomorfológico en la formación de zonas deprimidas (PROETDUM-Río Verde, 2019).

Estos procesos geomorfológicos se presentan de modo uniforme por toda la corteza terrestre pero su condición actual en una determinada área hace posible referir la sucesión de diferentes etapas prolongadas en largos lapsos de tiempo entendidas deductivamente.

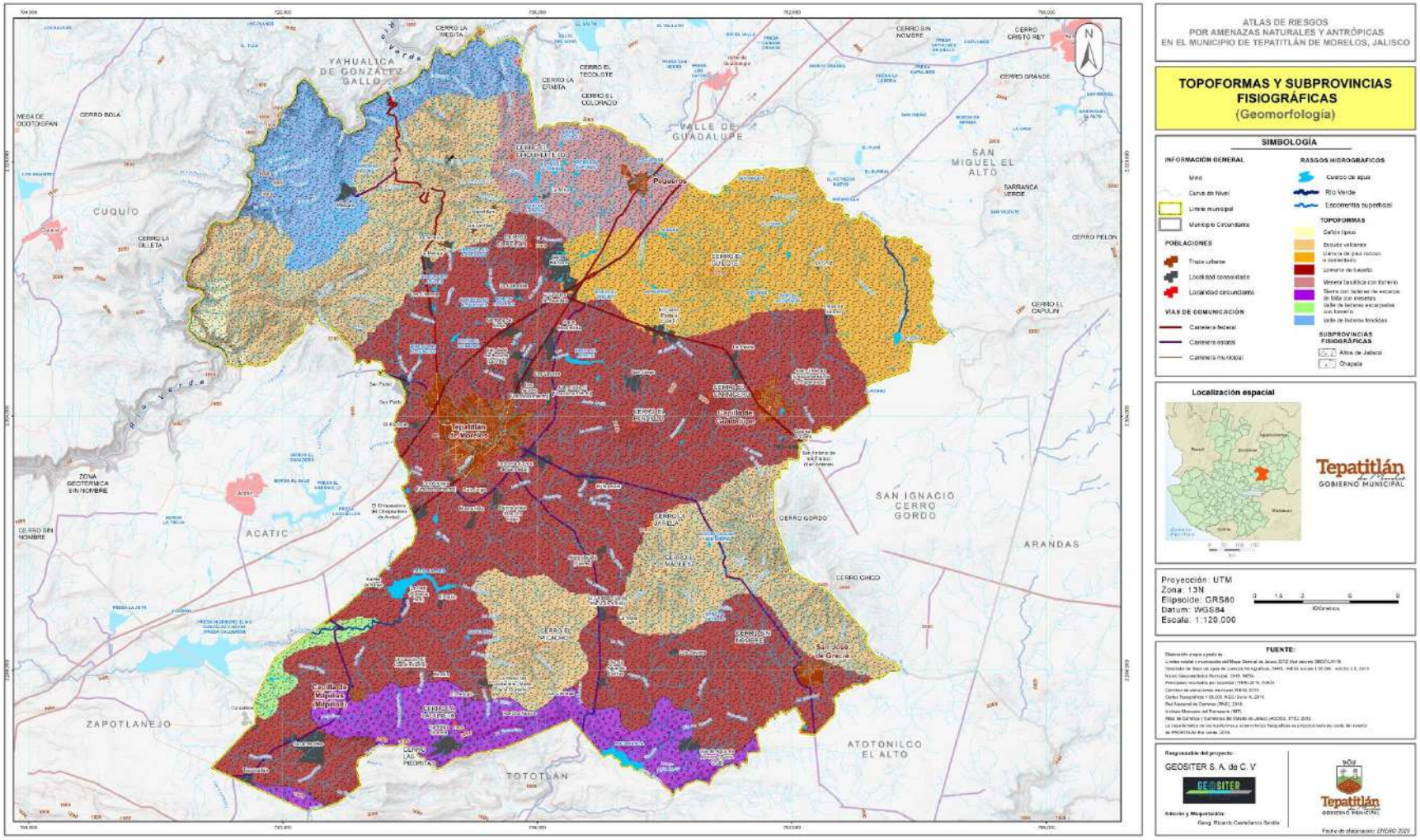
Las fuerzas más determinantes de los procesos geomorfológicos se dividen en cuatro grupos de acuerdo con la materialidad del relieve vigente. El primer grupo considera a los factores exógenos de carácter abiótico (radiación, gravedad, suelo, el clima, cuerpos de agua) denominado ciclo geográfico; en segundo orden se encuentran los factores bióticos que suelen irrumpir de forma sutil en los procesos constructivos del relieve (modelado), tal como la erosión causada por la fauna y flora. Los factores endógenos contemplan a la tectónica, el diastrofismo, la orogénesis y el vulcanismo, también denominados ciclo geológico formadores del relieve; finalmente están los factores antrópicos donde la acción del hombre es la variable más relevante ya que puede favorecer o no, la evolución natural del relieve.

Fotografía 1.13. La escorrentía superficial: uno de los factores principales en la modelación del paisaje geomorfológico de un ambiente sedimentario.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 1.14. Erosión antrópica en los escudos volcánicos de Mezcala.

Fuente: Captura propia.



Mapa 1.14. Topoformas y subprovincias fisiográficas (Geomorfología).

Fuente: Elaboración propia.

Tipos de estructura

Escudo volcanes: es una tipología de los aparatos volcánicos en México cuya clasificación es complicada dada la extraordinaria variedad de estructuras que presentan desde el punto de vista geológico, geomorfológico y topográfico. En los Altos de Jalisco no son muy abundantes si se le comparan con otros sectores del Eje Neovolcánico. En los Altos más bien forman serranías volcánicas o conjuntos volcánicos, por lo demás, ninguno de ellos parece haber detentado importantes erupciones para formar grandes aparatos como el cerro de Tequila o el nevado de Colima, más bien han tenido erupciones moderadas, aunque no menos importantes por los volúmenes de materiales arrojados. La mayoría de estos volcanes se distribuyen en el ámbito de los relieves tabulares y mesetiformes del plateau riolítico y pertenecen a la categoría de los estrato-volcanes a los cuales pertenecen los aparatos volcánicos del cerro Gordo, Chico, Picachos y el Maguey.

Fotografía 1.15. Vista ampliada del relieve (al fondo el cerro El Pelón).

Fuente: Captura propia.

Serranías volcánicas. - Estas estructuras están formadas por un conjunto de cuatro o cinco aparatos volcánicos muy próximos entre sí cuyos derrames de lava y conos volcánicos forman un complejo de topografía accidentada sin llegar a constituir una sierra o cordón montañoso entre los que se encuentran los cerros de El Mirador, La Campana, La Cureña, La Laja y otros pequeños volcanes sin nombre.

Fotografía 1.16. Conjunto de aparatos volcánicos. En primer plano el cerro de La Campana. Fuente: Captura propia.

Cañón típico. - Es un accidente geográfico provocado por un río que a través de un proceso de epigénesis excava en terrenos sedimentarios una profunda hendidura de paredes casi verticales.

Plateau riolítico. - Es la fase volcánica del Terciario Medio que tuvo su máximo desarrollo durante el Mioceno y produjo extraordinarios volúmenes de lavas ácidas que cubrieron una extensa zona de subducción que correspondía a la actual Sierra Madre Occidente y a la franja Neovolcánico Transmexicana. Los derrames de lava viscosa formaron espesores considerables de mantos lávicos dispuestos en capas superpuestas que dieron lugar a relieves mesetiformes en los cuales la erosión se encargó de barrer los vestigios de antiguos aparatos volcánicos de modo que puede hablarse sin reservas de un inmenso plateau riolíticos miocénico que forma la estructura principal de la Sierra Madre Occidental y de la Franja Neovolcánica. Finalmente, el vulcanismo plio-Pleistoceno constituye sobre este plateau nuevos aparatos volcánicos con el subsecuente derrame de lavas fluidas y básicas, alterando la monotonía del relieve a mesetoforme miocéno. Por otra parte, los derrames dispuestos en espesos mantos formaron el plateau que luego fueron levantados en bloques diferenciales produciendo relieves mesetiformes como la planicie de Tepatitlán.

Fotografía 1.17. Paisaje característico de la planicie de Los Altos. Cimientos morfológicos del Plateau riolítico. Pegueros, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Captura propia.

1.6.1.4. Clima

Para la elaboración de este capítulo, se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2020) en Tepatitlán de Morelos y estaciones circundantes del municipio de interés. Además, se utilizaron varios tipos de insumos para establecer el tipo de clima, tales como; las variables de temperatura media, temperatura máxima-mínima y la precipitación promedio.

CLAVE	ESTACIÓN
14104	Palo Verde
14087	La Red
14090	La Yerbabuena
14017	Atotonilco El Alto
14369	La Vaquera
14367	Tlacuitapán
14266	San Gaspar De Los Reyes
14145	Teocaltiche
14100	Mexticacán
14080	La Cuña
14039	Cuquío
14388	Zapotlanejo

Tabla 1.4. Estaciones meteorológicas de la CONAGUA en el área de estudio y la zona circundante.
Fuente: Elaboración propia.

La construcción de los mapas de temperatura promedio, temperatura mínima y máxima primero se construyó una base de datos con información de las estaciones meteorológicas representas en el tabla anterior. Posterior a ello se generó una interpolación con base al logaritmo IDW con la extensión ya dada por la plataforma de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Luego se aplicó un análisis multivariante para determinar la cobertura de temperatura con base al gradiente térmico altitudinal y a los principios establecidos según García (1983).

En el siguiente mapa, se puede apreciar la temperatura media predominante de la zona de estudio; siendo la temperatura cálida. Generalmente este tipo de clima están relacionados principalmente entre los rasgos geomorfológicos de caños y depresiones naturales, presentando con una temperatura promedio de 21.9°C. Estas regiones se caracterizan por presentar principalmente coberturas muy características de zonas subtropicales como son la selva baja subcaducifolia. En cuanto las zonas de transición, las temperaturas promedio oscilan entre los 15 y 17°C, generalmente estas zonas se

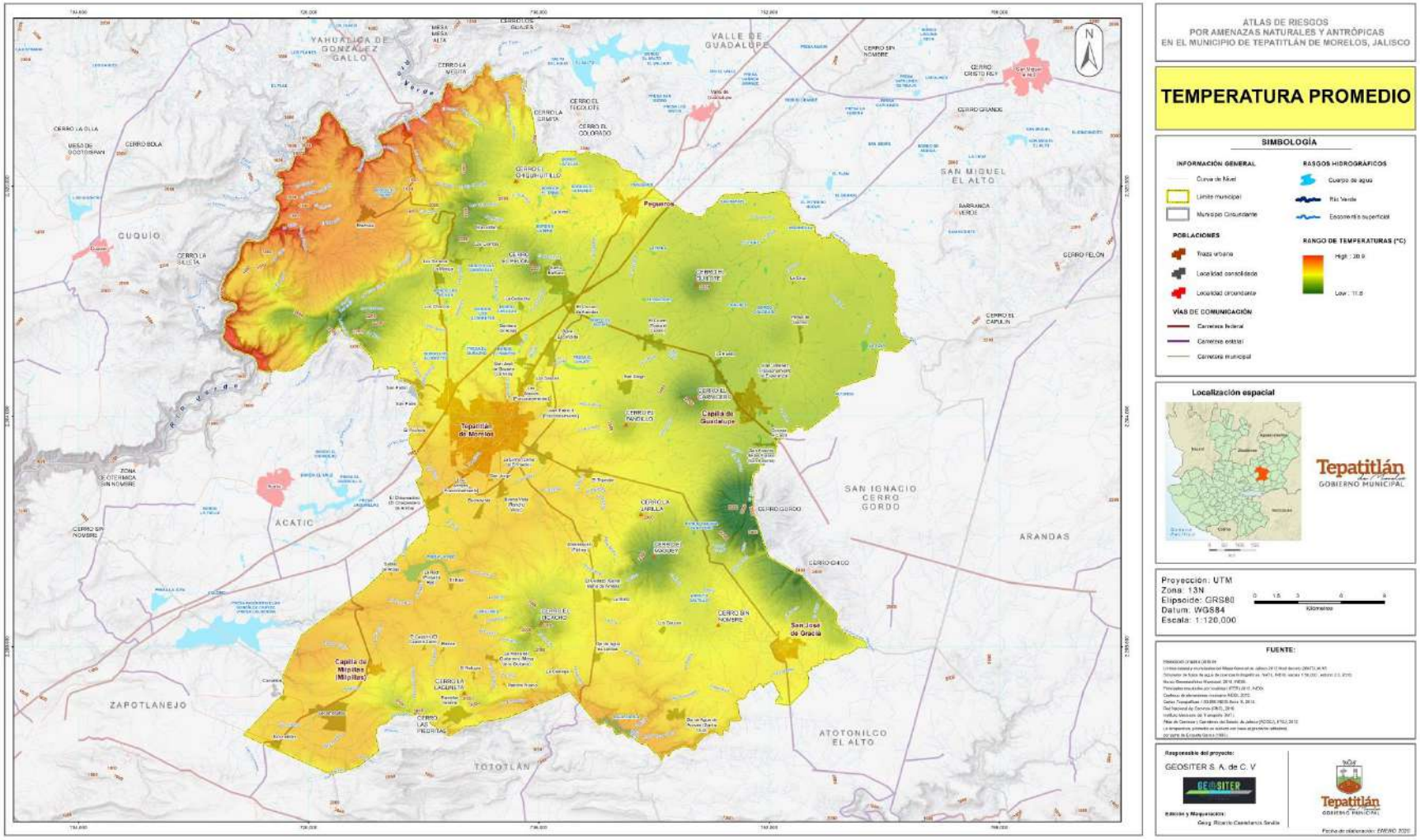
caracterizan por presentar un mayor uso del suelo destinado a las actividades antrópicas, sobre todo de agricultura y ganadería. Sin embargo, hay pequeños remanentes de cobertura natural aislada dispersas a lo largo del área de estudio. Asimismo, es una región en donde hay mayor número de cuerpos de agua que están dispuestos para el uso del sector primario.

Con respecto a las zonas de alta elevación, se tienen temperaturas templadas que alcanzan los 11°C. En estos espacios generalmente se encuentran algunos remanentes de bosque de pinos templados y bosques de robles ya dichas regiones pueden alcanzar alturas superiores a los 1900 msnm una característica que propicia su formación.

Fotografía 1.18. Zona de arbolado tipo bosque templado en donde se puede encontrar especie de robles (Quercus robur).
Fuente: Captura propia.

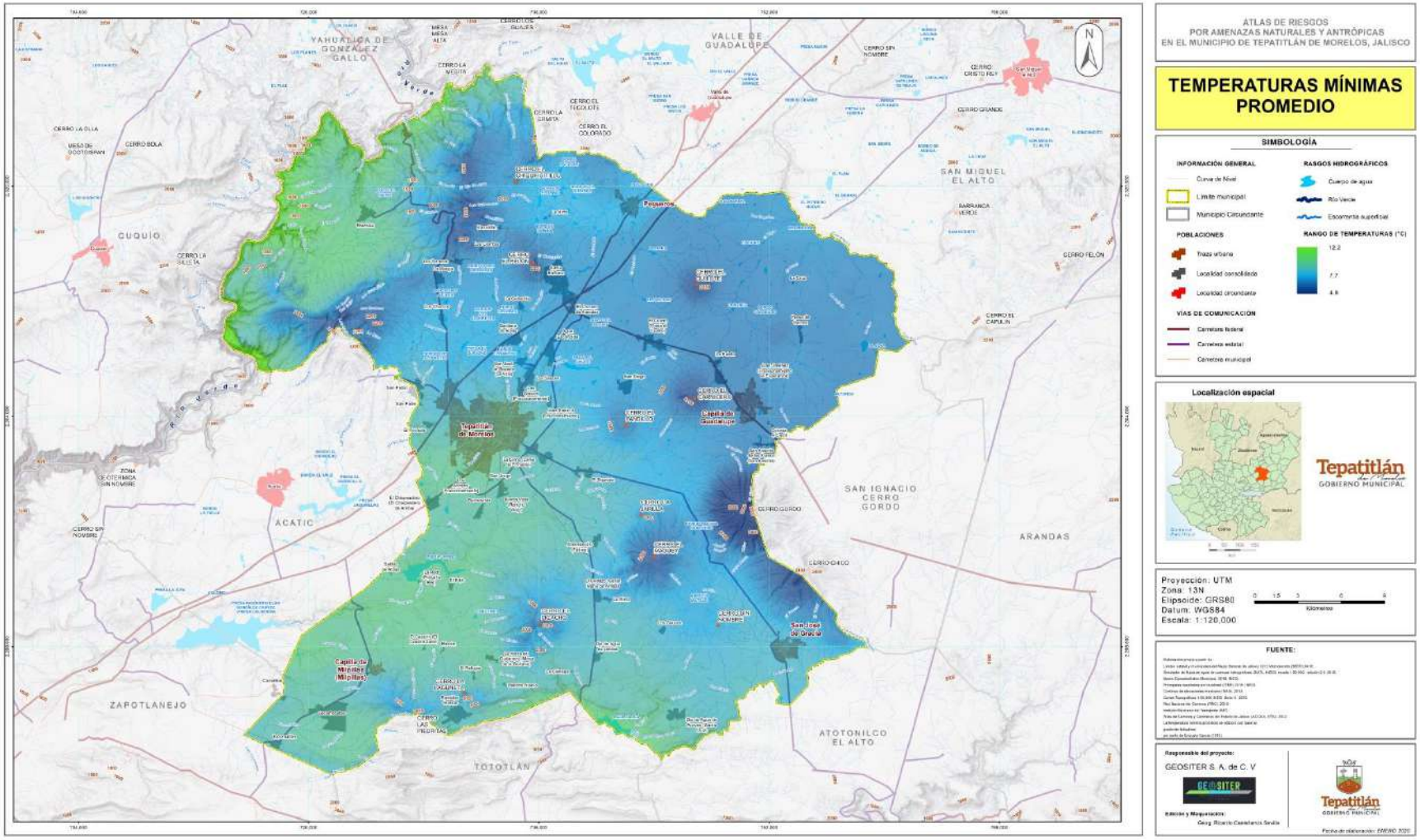
En cuanto al mapa de temperatura mínima promedio, este tiende a reproducir el mismo patrón de temperatura del gradiente altitudinal. Las zonas bajas localizadas a lo largo del cañón y las zonas de mayor altitud son los sitios en donde se registran los valores mínimos de temperatura. En cuestión de peligro (véase en el capítulo de peligros hidrometeorológico), es la zona donde generalmente se localizan las principales heladas durante el trascurso de la noche y la mañana, cuyas temperaturas va en aumento conforme

transcurre el día. Por otro lado, las zonas de transición altitudinal registran temperaturas agradables y de corta duración.



Mapa 1.15. Temperatura promedio.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 1.16. Temperatura mínima promedio.

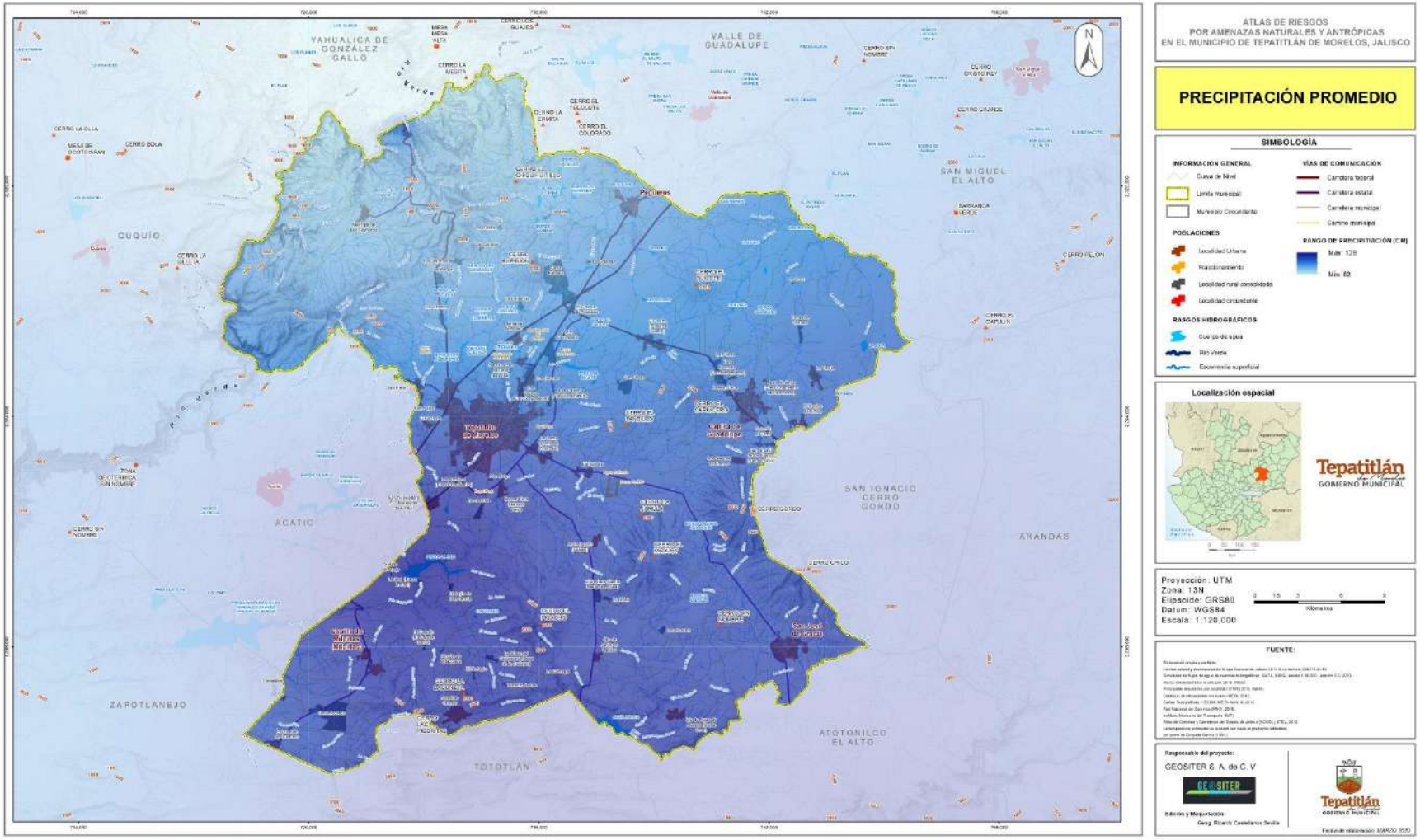
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.19. Vegetación secundaria de tipo matorral: ambiente característico de las zonas subtropicales (Cerca del fraccionamiento San Carlos y San Jorge, Tepatitlán de Morelos).
Fuente: Captura propia.

El mapa de temperaturas máximas promedio muestra que las temperaturas más cálidas se encuentran localizadas a lo largo de las zonas depresivas, sobre todo en el cañón del río Verde, en donde el termómetro puede llegar en promedio los 30°C y la temperatura tiende a descender conforme aumenta la altura del relieve hasta llegar los 20 °C; sobre todo entre las estructuras morfológicas de los aparatos volcánicos aislados.

Precipitación

El municipio se caracteriza por presentar un sistema ordinario de periodo seco y periodo lluvioso. Generalmente los valores de humedad más altos o de precipitación, se registran principalmente durante los meses de junio a agosto, en donde la precipitación máxima se da en el mes de Julio, registrando una precipitación total de 248.8 mm.



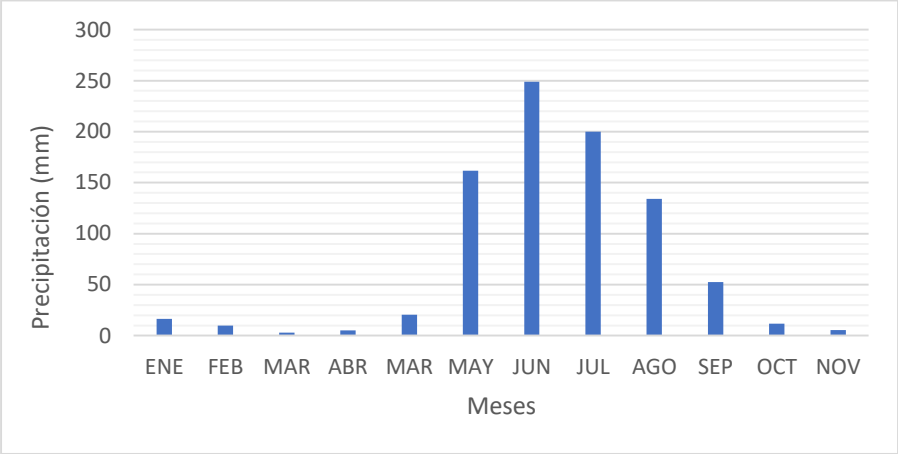
Mapa 1.17. Precipitación promedio.

Fuente: Elaboración propia.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ANUAL	PROMEDIO
Promedio	16.5	9.7	3.0	5.2	20.4	161.6	248.8	200	134	52.5	11.6	5.6	**868.9**	**72.41**

Tabla 1.5. Precipitación promedio por mes.

Fuente: CNA (2021); con un rango temporal de 72 años.



Gráfica 1.1. Precipitación promedio por mes.

Fuente: CNA (2021); con un rango temporal de 72 años.

Tipos de climas

Dentro del área de estudio cuenta con una diversidad de topoformas relacionadas con las actividades endogámicas y los factores meteorológicos que inciden para el moderado del paisaje. Estas estructuras morfométricas también inciden con variaciones diferenciales altiturinarias, que van desde cimas de aparatos volcánicos aislados hasta gran sistema de desnivel de cañón. Estos sistemas del relieve han permitido la existencia de varios tipos de climas, y comparten la misma característica de presentar precipitación en verano.

De acuerdo con Gil y Olcina (1998), el área estudio cuenta con cuatro diferentes tipos de clima que están distribuidos con base a las características del relieve, la cubierta vegetal y diferentes características del sistema de drenaje, que son los siguientes y su respectivo mapa.

(A)C(w0)(w).- Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor a 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

(A)C(w1)(w).- Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.

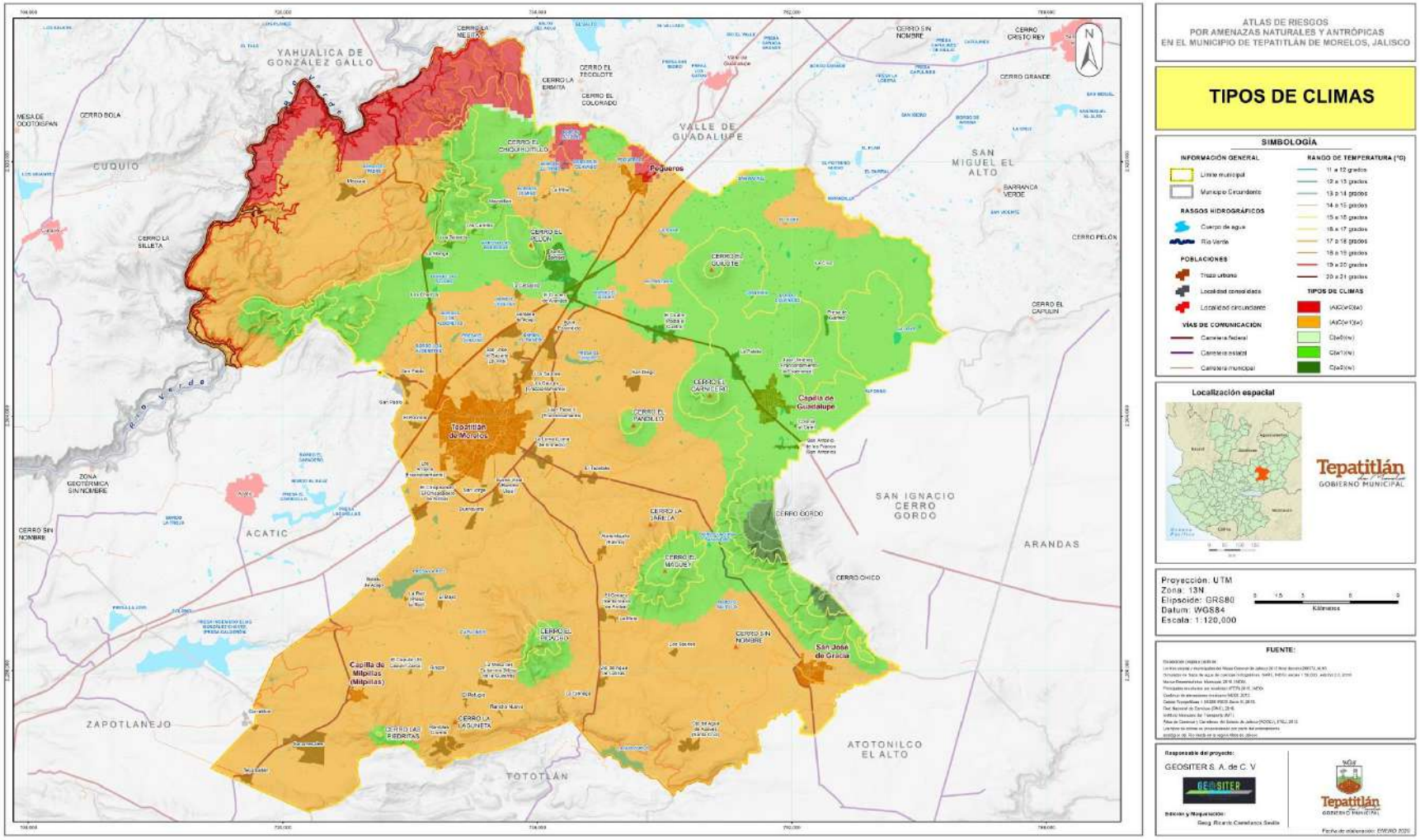
C(w0)(w).- Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.

C(w1)(w).- Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

C(w2)(w).- Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. En cuanto al porcentaje de precipitación invernal, es del 5% al 10.2% del total anual.

Fotografía 1.20. La mayor parte de los asentamientos humanos se encuentran localizados en una zona óptima en cuestión en temperatura, zonas cálidas.

Fuente: Captura propia.



Mapa 1.18. Tipos de clima.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.1.5. Hidrografía superficial

El área de estudio se encuentra localizada y vinculada con el sistema de drenaje por la escorrentía superficial con la cuenca hidrológica denominada como R. Lerma – Santiago (RH12) (INEGI, 2021).

La cuenca R. Lerma- Santiago, alberga otros sistemas hidrológicos de menor envergadura que están influenciados por una serie de afluentes o bifurcaciones en la superficie terrestre. Sin embargo, se analizará con énfasis la unidad hidrológica que está más influenciada con el área de estudio por su interacción y distribución de la escorrentía superficial. Por esta razón se analizará la subcuenca “Rio verde, R. Tepatitlán, R. Calderón, R. Zula y R. Del Valle”.

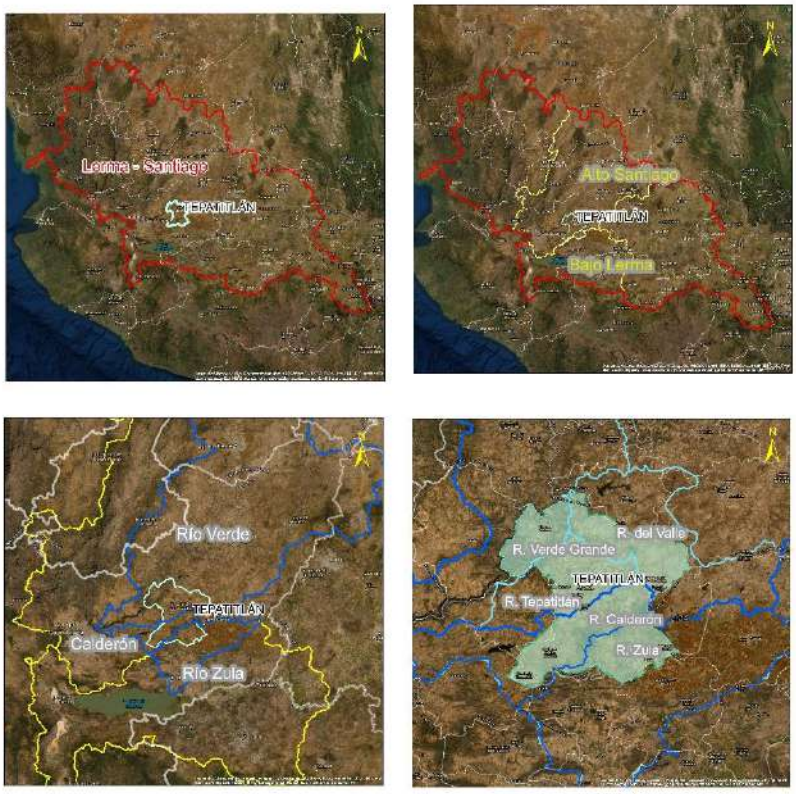


Figura 1.8. Escalas hidrológicas en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Este sistema de drenaje alberga una serie de importantes microunidades hidrológicas que están compuestas por diversas geoformas y diversos tamaños. Además, representando como un sistema de descarga de sedimentos e hídrico desde su nacimiento (zonas elevadas) hasta la zona de evacuación (Zona baja) con un

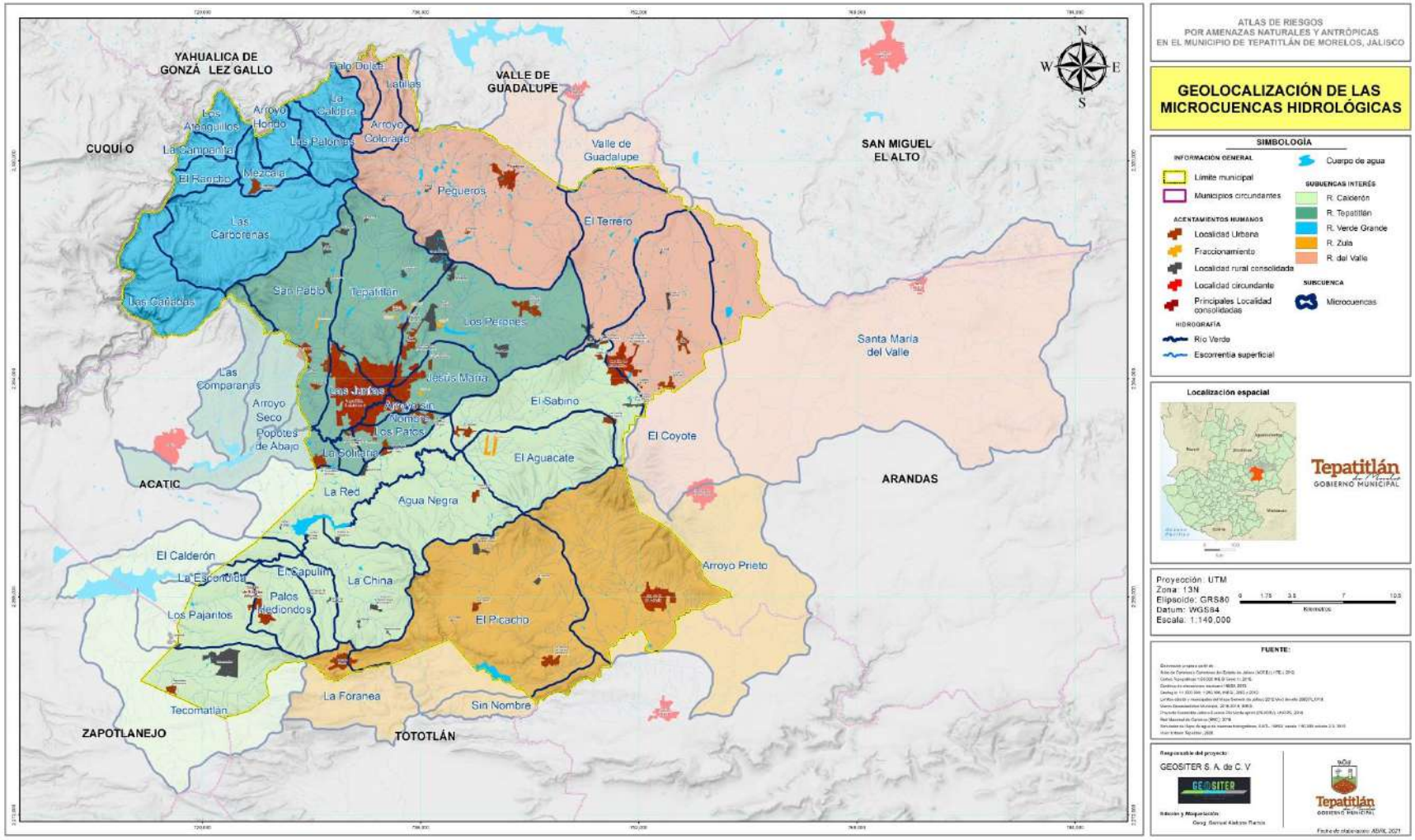
comportamiento natural de descarga. Desde punto de vista la subcuenca Rio verde, R. Tepatitlán, R. Calderón, R. Zula y R. Del Valle, son representadas en la siguiente tabla y mapa.

SUBCUENCA	MICROCUENCAS	SUPERFICIE (Ha)
R. Calderón	El Sabino	5,824.06
R. Calderón	Agua Negra	5,988.12
R. Calderón	El Aguacate	5,310.73
R. Calderón	El Calderón	4,101.67
R. Calderón	La China	4,621.23
R. Calderón	Los Pajaritos	4,381.96
R. Calderón	Tecomatlán	12,405.60
R. Calderón	La Red	5,293.85
R. Calderón	La Escondida	497.92
R. Calderón	El Capulín	1,361.72
R. Calderón	Palos Hediondos	2,511.14
R. del Valle	Valle de Guadalupe	3,560.86
R. del Valle	El Terrero	6,088.40
R. del Valle	El Coyote	12,798.13
R. del Valle	Santa María del Valle	36,095.02
R. del Valle	Arroyo Colorado	1,533.72
R. del Valle	Pegueros*	15,446.47
R. del Valle	Latillas	681.53
R. del Valle	Palo Dulce	724.95
R. Tepatitlán	Tepatitlán*	6,825.45
R. Tepatitlán	San Pablo	5,574.21
R. Tepatitlán	Los Perones*	7,771.28
R. Tepatitlán	Las Comparanas	3,169.52
R. Tepatitlán	Popotes de Abajo	3,275.69
R. Tepatitlán	Las Juntas*	1,913.77
R. Tepatitlán	Jesús María*	2,534.16
R. Tepatitlán	Arroyo Seco	2,321.31
R. Tepatitlán	Arroyo sin Nombre	395.99
R. Tepatitlán	Los Patos*	1,349.46
R. Tepatitlán	La Solitaria	488.46
R. Verde Grande	Los Atenguillos	1,014.00
R. Verde Grande	Las Carborenas	7,657.23
R. Verde Grande	La Caldera	1,461.12
R. Verde Grande	Las Palomas	1,579.56
R. Verde Grande	Arroyo Hondo	1,120.32
R. Verde Grande	Mezcala	1,166.61
R. Verde Grande	La Campanita	612.59
R. Verde Grande	El Rancho	1,014.65
R. Verde Grande	Las Cañadas	3,676.00
R. Zula	Arroyo Prieto*	22,021.40
R. Zula	Sin Nombre	1,703.09
R. Zula	El Picacho	15,130.36
R. Zula	La Foranea	4,176.12

Tabla 1.6. Escalas hidrológicas en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

* Microcuenca de interés ya que estas unidades hidrológicas cuentan con la exposición con los asentamientos humanos y representa un alto riesgo en presentar riesgos.



Mapa 1.19. Microcuencas hidrológicas.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis morfométrico

El análisis morfométrico es un factor importante para establecer cuáles son los sistemas hidrológicos con mayor peligrosidad con respecto al régimen de descarga hídrica y sedimentaria (Campos, 1994). Además, cuáles son las unidades hidrológicas más propensas en presentar desequilibrio al régimen hidrológico, cuando ahí disturbios en sus parámetros físicos en sus sistemas de descargas; por lo que puede generar un aumento considerable del régimen hidrológico (Gilsanz, 1996).

De acuerdo con (Chow et al., 1994 y Campos, 1994), los principales parámetros que son más influenciables para el gasto máximo de una cuenca son importantes indicadores que se deben tomar en cuenta para establecer si hay anomalías entre los elementos que están relacionados al sistema de descarga del flujo hídrico y el sólido. Por esta razón se deben considerar los siguientes parámetros hidrológicos, representados en la siguiente tabla.

PARÁMETROS MORFOMETRICOS
Superficie de cuenca (Km).
Pendiente media (grados).
Coeficiente de compacidad. (Gravelius)
Factor de forma.
Índice de alargamiento.
Long del cauce principal (mts).
Densidad de drenaje
Pendiente promedio del río principal (Gdo).
Tiempo de concentración Kirpich (Hrs).

Tabla 1.7. Parámetros para establecer el nivel de peligrosidad de las unidades hidrológicas.

Fuente: Elaboración propia.

PESO	NIVEL DE PELIGROSIDAD
1	Muy alto
0.75	Alto
0.5	Medio
0.25	Bajo

Tabla 1.8. Nivel de peligrosidad

Fuente: Chow et al., 1994 y Campos, 1994.

A continuación, se exponen los resultados de cada uno de los parámetros para el análisis morfométrico hidrológico:

MICROCUENCAS	SUPERFICIE DE CUENCA (KM)	PENDIENTE MEDIA. (°)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD. (GRAVELIUS)	FACTOR DE FORMA	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO.	DENSIDAD DE DRENAJE. (KM/KM2)	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL. (KM)	PENDIENTE PROMEDIO DEL RÍO PRINCIPAL. (°)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH. (HRS)
Jesús María	25.34	2.65	1.21	0.26	0.67	1.52	9.81	27.00	0.30
Los Patos	11.67	1.36	1.51	0.21	0.39	0.99	7.39	12.78	0.43
Los Perones	77.71	2.20	1.49	0.15	0.60	1.54	22.67	14.47	1.33
Pegueros	154.46	3.00	1.41	0.21	1.04	1.40	27.32	14.47	1.08
Tepatitlán	68.25	2.97	1.35	0.14	0.55	1.61	22.46	16.64	1.23

Tabla 1.9. Parámetros de las unidades hidrológicas.

Fuente: Elaboración propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			SUPERFICIE DE CUENCA (KM)	PENDIENTE MEDIA. (°)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD.	FACTOR DE FORMA	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO.	DENSIDAD DE DRENAJE. (KM/KM2)	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL. (KM)	PENDIENTE PROMEDIO DEL RÍO PRINCIPAL (°).	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH. (HRS)
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA									
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	6.90	8.06	1.49	0.14	3.28	3.04	6.90	64.17	0.12
		El Taray	10.69	6.67	1.57	0.11	2.46	2.60	9.92	47.83	0.20
		Los Garcías	1.64	1.42	1.86	0.12	3.20	2.54	3.67	16.36	0.21
Jesús María	Jesús María		12.54	2.63	1.44	0.21	2.27	1.31	7.70	28.40	0.24
	La Azucena		11.73	2.71	1.45	0.15	2.63	1.52	8.72	29.23	0.26
Los Patos	San Carlos		5.11	1.38	1.74	0.16	3.76	1.30	5.61	14.36	0.32
	Los Patos		4.57	1.53	1.74	0.44	3.20	0.89	3.21	22.66	0.15
Pegueros	El Guayabo		74.43	3.70	1.26	0.33	1.07	1.66	15.10	21.36	0.51
	El Platano		43.61	1.98	1.12	0.36	1.07	0.93	11.01	27.33	0.33
	Pegueros		36.43	2.81	1.36	0.24	0.82	1.43	12.20	5.74	1.18
Tepatitlán	Tepatitlán		52.67	3.00	1.50	0.11	2.20	1.60	22.08	16.66	0.82
	El Tecolóte		15.27	2.84	1.77	0.10	4.33	1.47	12.50	16.80	0.53

Tabla 1.10. Parámetros de las Nanocuencas y picocuencas.

Fuente: Elaboración propia.

La delimitación de la cuenca se entiende como la línea imaginaria que separa a otras cuencas en los puntos más elevados. Se caracterizan por ser un sistema funcional en el espacio, captando las gotas de agua de la precipitación desplazando en la superficie o por la infiltración descargando a través de una salida o desembocadura del flujo superficial.

La delimitación del parteaguas es un importante indicador ya que nos permite identificar el área drenada por los sistemas de drenaje por los afluentes por la zona de descarga por los flujos hídricos. De esta manera, se obtuvo la superficie y perímetro en la siguiente tabla con los valores respectivos.

TAMAÑO PROPUESTO PARA LAS CUENCAS (KM2)	DESCRIPCIÓN
< 25	Muy pequeña
25 a 250 pequeña	Pequeñas
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2,500	Intermedia-grande
2,500 a 5,000	Grande
>5,000 Muy grande	Muy grande

Tabla 1.11. Clasificación de las cuencas hidrológicas según por la superficie.

Fuente: Campos, 1994.

Los resultados obtenidos por parte del escalado hidrológico dentro de la zona de interés. Por lo general las unidades hidrológicas están clasificados principalmente como sistemas pequeños, en cuanto a las unidades hidrológicas de Los Perones, Pegueros y Tepatitlán. Sin embargo, hay dos unidades hidrológicas que son clasificados como muy pequeños sistemas de drenajes, que son Jesús María y Los Patos.

MICROCUENCAS	SUPERFICIE DE CUENCA (KM)	JERARQUIZACIÓN DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA	PESO
Jesús María	25.342	Muy pequeña	1
Los Patos	11.666	Muy pequeña	1
Los Perones	77.71	Pequeña	0.75
Pegueros	154.46	Pequeña	0.75
Tepatitlán	68.254	Pequeña	0.75

Tabla 1.12. Clasificación de la superficie de las unidades hidrológicas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las unidades de menor envergadura. Se caracteriza por presentar con una mayor premoriencia para las muy pequeñas unidades, con ochos unidades en total y con cuatro unidades determinadas como pequeños sistemas hidrológicos; véase la siguiente Tabla.

Fotografía 1.21. Microcuenca Pegueros.

Fuente: Elaboración propia.

UNIDADES HIDROLÓGICAS			SUPERFICIE DE CUENCA (KM)	CLASIFICACIÓN	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA			
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	6.9	Muy pequeña	1
		El Taray	10.69	Muy pequeña	1
		Los Garcías	1.64	Muy pequeña	1
Jesús María	Jesús María		12.54	Muy pequeña	1
	La Azucena		11.73	Muy pequeña	1
Los Patos	San Carlos		5.11	Muy pequeña	1
	Los Patos		4.57	Muy pequeña	1
Pegueros	El Guayabo		74.43	Pequeña	.75
	El Platano		43.61	Pequeña	.75
	Pegueros		36.43	Pequeña	.75
Tepatitlán	Tepatitlán		52.67	Pequeña	.75
	El Tecolóte		15.27	Muy pequeña	1

Tabla 1.13. Clasificación de la superficie de las nancocuencas y picocuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Estas jerarquizaciones tanto como muy pequeñas a pequeñas por parte de las unidades hidrológicas, se caracterizan por ser muy sensibles a las precipitaciones de alta intensidad y corta duración. Además, influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo, la cobertura vegetal y las modificaciones antrópicas sobre el sistema de drenaje. Por tal motivo las microcuencas muy sensibles a los cambios drásticos y negativos a sus componentes naturales del sistema hidrológicos (Campos, 1994).

La determinación de la pendiente media de una unidad hidrográfica. Es un parámetro importante hidrología, ya que la pendiente interviene y controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicho sistema hidrológico.

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA	CLASES
0 a 2	Llano
2 a 5	Suave
5 a 10	Accidentado medio
10 a 15	Accidentado
15 a 25	Fuertemente accidentado
25 a 50	Escarpado
>50	Muy escarpado

Tabla 1.14. Rango del plano inclinado de un sistema hidrológico.

Fuente: Vargas, 2008.

De acuerdo con la siguiente tabla, se puede apreciar el tipo de clase pendiente predomínate es del tipo suave, en cuanto a tres microcuencas (Jesús María, Los Perones, Pegueros y Tepatitlán) y una sola unidad hidrológica es categorizada como llano (Los Patos).

MICROCUENCAS	PENDIENTE MEDIA. (°)	CLASE	PESO
Jesús María	2.65	Suave	
Los Patos	1.36	Llano	
Los Perones	2.2	Suave	
Pegueros	3	Suave	
Tepatitlán	2.97	Suave	

Tabla 1.15. Clasificación de plano inclinado para las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de menor envergadura (Nanocuenca y Picocuenca), prácticamente diez unidades hidrológicas están clasificadas con un azimut de tipo suave y dos sistemas hidrológicos clasificadas con una pendiente accidentada media.

Fotografía 1.22. Microcuenca Tepatitlán.

Fuente: Captura propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			PENDIENTE MEDIA. (°)	CLASE	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA			
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	8.06	Accidentado medio	
		El Taray	6.67	Accidentado medio	
		Los Garcías	1.42	Suave	
Jesús María	Jesús María		2.63	Suave	
	La Azucena		2.71	Suave	
Los Patos	San Carlos		1.38	Suave	
	Los Patos		1.53	Suave	
Pegueros	El Guayabo		3.7	Suave	
	El Platano		1.98	Suave	
	Pegueros		2.81	Suave	
Tepatitlán	Tepatitlán		3	Suave	
	El Tecolóte		2.84	Suave	

Tabla 1.16. Clasificación del plano inclinado para las nanocuenca y picocuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

El Coeficiente de compacidad o también es conocido como índice de Gravelius (Kc), son valores estimados del perímetro de la unidad de drenaje y el perímetro de una circunferencia cuya área -igual a la de un círculo. El objetivo para establecer parámetro, es para determinar la dinámica esperada de la escorrentía superficial en la unidad hidrológica

en el área de estudio, ya que la forma geométrica de una cuenca puede determinar cuáles unidades hidrológicas son más propensas en generar crecidas súbitas.

COEFICIENTE DE COMPACIDAD	CLASES
menor de .22	Muy alargada
.22 - .30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Alargada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	redondeado

Tabla 1.17. Clasificación del coeficiente de Compacidad o Gravelius.

Fuente: Gilsanz, 1996.

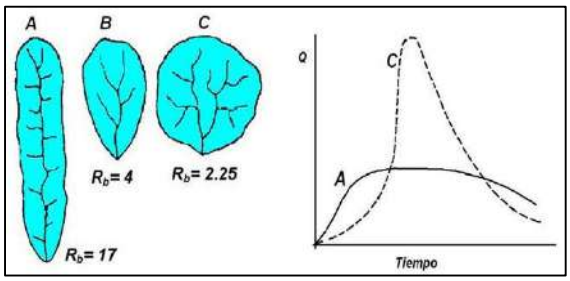


Figura 1.9. Nivel de peligrosidad por el coeficiente de Compacidad o Gravelius.

Fuente: Gutiérrez, 2008.

Generalmente todas las unidades hidrológicas que están categorizados como zona de estudio en Tepatitlán de Morelos, su valor es superior a 1.20 y es clasificado como una morfometría del tipo redondeado, principalmente. Estas unidades hidrológicas son representadas, como un sistema de muy rápido evacuación del régimen hidrológico y una mayor energía cinética en el arrastre de sedimentos debido a que los Tiempos de Concentración y son propensos en generar cricas subidas, para desatar las inundaciones (Gutiérrez, 2008).

MICROCUENCAS	COEFICIENTE DE COMPACIDAD. (GRAVELIUS)	CLASE	PESO
Jesús María	1.21	Redondeado	1
Los Patos	1.51	Redondeado	1
Los Perones	1.49	Redondeado	1
Pegueros	1.41	Redondeado	1
Tepatitlán	1.35	Redondeado	1

Tabla 1.18. Determinación del coeficiente de compacidad en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			COEFICIENTE DE COMPACIDAD. (GRAVELIUS)	CLASE	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA			
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	1.49	Redondeado	1
		El Taray	1.57	Redondeado	1
		Los Garcías	1.86	Redondeado	1
Jesús María	Jesús María		1.44	Redondeado	1
	La Azucena		1.45	Redondeado	1
Los Patos	San Carlos		1.74	Redondeado	1
	Los Patos		1.74	Redondeado	1
Pegueros	El Guayabo		1.26	Redondeado	1
	El Platano		1.12	Muy ensanchada	
	Pegueros		1.36	Redondeado	1
Tepatitlán	Tepatitlán		1.5	Redondeado	1
	El Tecolóte		1.77	Redondeado	1

Tabla 1.19. Determinación del coeficiente de compacidad en las Nanocuencas y picocuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.23. El Arroyo Taray.

Fuente: Captura propia.

El factor de forma según Horton. Esta ecuación expresa la relación existente entre el área de la cuenca, y un cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma.

Entendiéndose como Longitud axial una línea recta que une el punto más alto de la cuenca con el punto más bajo.

Clases de valores de forma	
Rangos de Kf	**Clases de forma**
0.01-0.18	Muy poco achatada
0.18-0.36	Ligeramente achatada
0.36-0.54	Moderadamente achatada

Figura 1.10. Tipos de clases de la forma de la unidad hidrológica.

Fuente: Campos, 1994.

El Factor de forma de Horton de las microcuencas de interés, prácticamente dos microcuencas cuentan con una clase de tipo muy poco achatada, por lo que no rebasan los (0.18). Estas unidades hidrológicas tienen la tendencia a generar crecidas súbitas por sus condiciones morfométricas al tipo de forma específica. Sin embargo, la microcuenca Los Perones y Tepatitlán, se caracterizan por presentar con una tendencia de mayor potencial en generar crecidas súbitas, por presentar un ligeramente achatamiento.

MICROCUENCAS	FACTOR DE FORMA	CLASE	PESO
Jesús María	0.26	Ligeramente achatada	0.5
Los Patos	0.21	Ligeramente achatada	0.5
Los Perones	0.15	Muy poco achatada	0.25
Pegueros	0.21	Ligeramente achatada	0.5
Tepatitlán	0.14	Muy poco achatada	0.25

Tabla 1.20. Clases de las formas de las unidades hidrológicas de interés

Fuente: Elaboración propia.

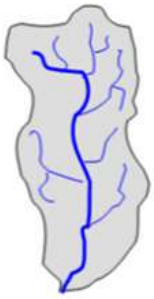
	Alargada	Amplia	Ancha
			
Producción sostenida de caudales	moderado	alto	Muy alto
Potencial a crecientes	moderado	alto	Muy alto

Figura 1.11. Nivel de peligrosidad por el tipo de la forma de la unidad hidrológica.

Fuente: Campos, 1994.

En la siguiente Tabla, se puede apreciar los valores obtenidos por parte al factor de la forma del sistema hidrológico, los valores son diversos; de los cuales, siente unidades hidrológicas cuenta con una forma de tipo muy poco achatada. En cuanto al tipo de forma Ligeramente achatada, solamente hay cuatro unidades hidrológicas con este tipo de clasificación (Jesús María, El Guayabo, El Platano y Pegueros). Sin embargo, la nanocuenca Los Patos es categorizada como moderadamente achatada y representa como una unidad de muy alto riesgos, para desencadenar las crecidas súbitas por sus condiciones físicas del régimen de descarga hídrica.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			FACTOR DE FORMA	CLASE	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA			
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	0.14	Muy poco achatada	
		El Taray	0.11	Muy poco achatada	
		Los Garcías	0.12	Muy poco achatada	
Jesús María	Jesús María		0.21	Ligeramente achatada	
	La Azucena		0.15	Muy poco achatada	
Los Patos	San Carlos		0.16	Muy poco achatada	
	Los Patos		0.44	Moderadamente achatada	
Pegueros	El Guayabo		0.33	Ligeramente achatada	
	El Plátano		0.36	Ligeramente achatada	
	Pegueros		0.24	Ligeramente achatada	
Tepatitlán	Tepatitlán		0.11	Muy poco achatada	
	El Tecolote		0.1	Muy poco achatada	

Tabla 1.21. Valores del tipo de forma en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.24. Arroyo Pegueros.

Fuente: Captura propia.

El índice de alargamiento (La) se relaciona al comportamiento de la forma de la cuenca, su forma alargada. En relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la unidad hidrológica.

ÍNDICE DE ALARGAMIENTO (IA).	CLASES
Menor a 1.4	poco alargada
1.5 a 2.8	moderadamente alargada
2.9 a 4.2	Alargada
Mayor a 4.2	muy alargada

Tabla 1.22. Valores para el índice de alargamiento.

Fuente: Gutiérrez, 2008.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede observar que la mayor parte de las unidades hidrológicas (microcuencas) están clasificas como poco alargado y esto representa con un peso o un valor 1. Esta característica física por presentar una geometría en forma de abanico en su parteaguas y representando con un caudal principal relativamente corto. Además, representa una dinámica media a rápida sobre el flujo hídrico de los drenajes y siendo potencialmente erosivo (González, 1999). En cuanto a las unidades de menor jerarquización, solamente hay 3 unidades hidrológicas que presentan con ese peso de valor uno “poco alargada”.

MICROCUENCAS	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO.	PESO
Jesús María	0.67	1
Los Patos	0.39	1
Los Perones	0.6	1
Pegueros	1.04	1
Tepatitlán	0.55	1

Tabla 1.23. Valores para determinar el índice de alargamiento en las unidades hidrológicas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			ÍNDICE DE ALARGAMIENTO.	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA		
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	3.28	0.5
		El Taray	2.46	0.75
		Los Garcías	3.2	0.5
Jesús María	Jesús María		2.27	0.75
	La Azucena		2.63	0.75
Los Patos	San Carlos		3.76	0.5
	Los Patos		3.2	0.5
Pegueros	El Guayabo		1.07	1
	El Plátano		1.07	1
	Pegueros		0.82	1
Tepatitlán	Tepatitlán		2.2	0.75
	El Tecolote		4.33	0.25

Tabla 1.24. Valores para determinar el índice de alargamiento en las Nanocuencas y picocuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

La longitud del cauce principal. Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, desde la parte más alta hasta la desembocadura. Este parámetro influye en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtiene a partir del mapa digitalizado de la red de drenajes. Es así como los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces.

Rangos de Longitud (Km)	Clases de longitud del Cauce
1,69 – 4,17	Corto
4,18 – 6,65	Mediano
6,66 – 9,13	Largo

Figura 1.12. Clases para la longitud del cauce principal.

Fuente: Gutiérrez, 2008.

De acuerdo con los principios establecidos por parte de Pedroza 1996; las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces; una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y en cuanto las distancias más cortas, son potencialmente peligrosos por su rápido desplazamiento del flujo hídrico y la carga de partículas sedimentarias.

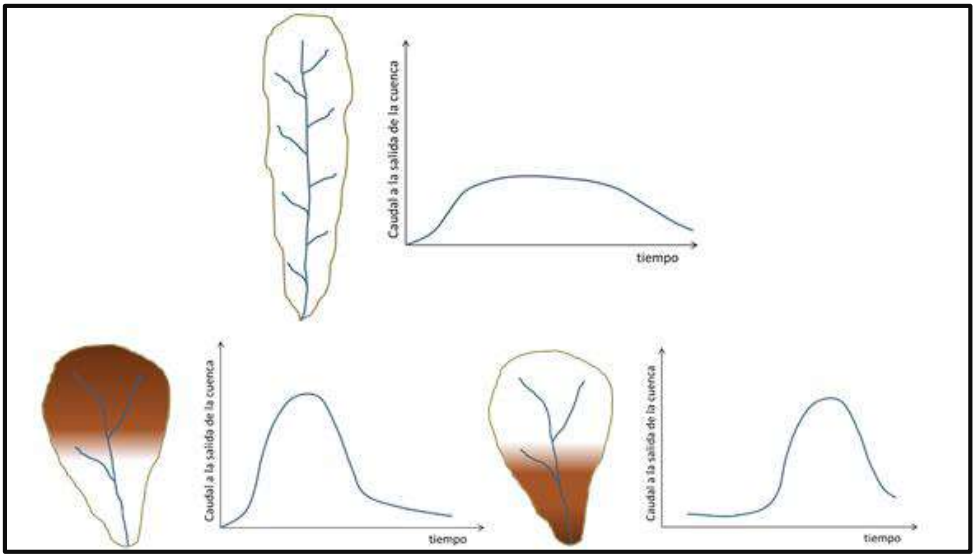


Figura 1.13. Índice de alargamiento (Ff).

Fuente: Gutiérrez, 2008.

De acuerdo con el principio anterior, los cauces de mayor jerarquización se caracterizan por presentarse con un paso de .25 ya que rebasan los 6 km de longitud. En cuanto los sistemas hidrológicos de menor envergadura, solamente hay dos sistemas que son categorizados como de muy alto riesgo, por su corta longitud de la escorrentía superficial; Los Garcías y Los Patos.

MICROCUENCAS	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL. (KM)	PESO
Jesús María	9.81	0.25
Los Patos	7.39	0.25
Los Perones	22.67	0.25
Pegueros	27.32	0.25
Tepatitlán	22.46	0.25

Tabla 1.25. Determinación de los diferentes tipos de clases para la longitud del cauce principal en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.25. Arroyo Los Patos.

Fuente: Captura propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL. (KM)	PESO
MICROCUENCA	**NANOCUENCA**	**PICOCUENCA**		
Arroyo Prieto	**Arroyo Prieto**	**El Fresno**	6.9	0.25
		El Taray	9.92	0.25
		Los Garcías	3.67	1
Jesús María	**Jesús María**		7.7	0.25
	La Azucena		8.72	0.25
Los Patos	**San Carlos**		5.61	0.5
	Los Patos		3.21	1
Pegueros	**El Guayabo**		15.1	0.25
	El Plátano		11.01	0.25
	Pegueros		12.2	0.25
Tepatitlán	**Tepatitlán**		22.08	0.25
	El Tecolote		12.5	0.25

Tabla 1.26. Determinación de los diferentes tipos de clases para la longitud del cauce principal en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

La densidad de drenaje refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder, relativamente rápido y al influjo de la precipitación. Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta. Este es un índice importante, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación, en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. Para estimar la densidad de drenaje, corresponde a la longitud total de los cauces dentro de una cuenca, divida por el área total de la unidad hidrológica.

DENSIDAD DE DRENAJE	VALORES
0.1 a 1	Baja
1.1 a 2.8	Moderada
Mayor de 2.9	Alta

Tabla 1.27. Valores para determinar la densidad de drenaje.

Fuente: Guiterrez, 2008.

De acuerdo con la tabla anterior, las microcuencas de interés están categorizadas en la mayoría como moderadamente drenadas y esto representa que son sistemas eficientes para evacuar el flujo hídrico, así como también, para las unidades hidrológicas de menor envergadura; véase en las siguientes Tablas.

MICROCUENCAS	DENSIDAD DE DRENAJE. (KM/KM2)	PESO
Jesús María	1.52	0.5
Los Patos	0.99	0.25
Los Perones	1.54	0.5
Pegueros	1.4	0.5
Tepatitlán	1.61	0.5

Tabla 1.28. Valores para estimar la densidad de drenaje en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			DENSIDAD DE DRENAJE. (KM/KM2)	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA		
Arroyo Prieto	**Arroyo Prieto**	**El Fresno**	3.04	0.5
		El Taray	2.6	0.5
		Los Garcías	2.54	0.5
Jesús María	**Jesús María**		1.31	0.5
	La Azucena		1.52	0.5
Los Patos	**San Carlos**		1.3	0.5
	Los Patos		0.89	0.25
Pegueros	**El Guayabo**		1.66	0.5
	El Plátano		0.93	0.5
	Pegueros		1.43	0.5
Tepatitlán	**Tepatitlán**		1.6	0.5
	El Tecolote		1.47	0.5

Tabla 1.29. Valores para estimar la densidad de drenaje en las nanocuencas y pococuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Otro factor importante es la pendiente del cauce principal para las unidades hidrológicas de interés. Este parámetro nos permite determinar el desnivel (H) entre los puntos más elevado hasta el punto de menor elevación en el área de estudio y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce (L).

PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL	
RANGO (GRADO)	**CLASES**
1 a 5	Suave
6 a 11	Moderado
12 a 17	Fuerte
mayor de 18	Muy Fuerte

Tabla 1.30. Valores para estimar la pendiente media del cauce principal.

Fuente: Campos, 1994.

Por conducto de la tabla anterior, las unidades de interés están categorizadas entre fuerte a muy fuertes pendiente. Esta significa que los cauces principales de interés son propensos en evacuar de manera rápida el flujo hídrico hacia la zona de descarga y son muy propensos en generar crecidas súbitas.

MICROCUENCAS	PENDIENTE PROMEDIO DEL RÍO PRINCIPAL. (°)	PESO
Jesús María	27	1
Los Patos	12.78	0.75
Los Perones	14.47	0.75
Pegueros	14.47	0.75
Tepatitlán	16.64	0.75

Tabla 1.31. Determinación del peso por la pendiente media del cauce principal en las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			PENDIENTE PROMEDIO DEL RÍO PRINCIPAL (°).	PESO
MICROCUENCA	**NANOCUENCA**	**PICOCUENCA**		
Arroyo Prieto	**Arroyo Prieto**	**El Fresno**	64.17	1
		El Taray	47.83	1
		Los Garcías	16.36	0.75
Jesús María	**Jesús María**		28.4	1
	La Azucena		29.23	1
Los Patos	**San Carlos**		14.36	0.75
	Los Patos		22.66	1
Pegueros	**El Guayabo**		21.36	1
	El Plátano		27.33	1
	Pegueros		5.74	0.75
Tepatitlán	**Tepatitlán**		16.66	0.75
	El Tecolote		16.8	0.75

Tabla 1.32. Determinación del peso por la pendiente media del cauce principal en las Nanocuencas y picocuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de concentración se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre.

Cuando el tiempo de respuesta es menor, hay mayor riesgo cuando se presente una crecida súbita, ya que la alerta temprana es muy corto tiempo para poder evacuar a la gente que se encuentra expuesta ante un peligro por las inundaciones.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	
RANGO (Hrs)	**CLASE**
0 - .27	Muy rápido
.28 - .41	Rápido
.42 - 1.23	Moderado
1.24 – 2.5	Lento

Tabla 1.33. Valores del tiempo de concentración hídrica de las unidades hidrológicas.
Fuente: Chow et al., 1994.

Con base a la tabla anterior, se puede concluir que las microcuencas de interés presentan con una gran variedad de pesos o valores ante el tiempo de concentración hídrica. De los cuales, la microcuenca Jesús María, es el sistema hidrológico con mayor peligrosidad por su pronta respuesta; véase en la siguiente tabla.

MICROCUENCAS	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH. (HRS)	PESO
Jesús María	0.3	1
Los Patos	0.43	50
Los Perones	1.33	0.25
Pegueros	1.08	0.25
Tepatitlán	1.23	50

Tabla 1.34. Determinación de los valores del tiempo de concentración hídrica para las unidades hidrológicas de interés
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las nanocuenca y picocuencas que son consideradas de menor envergadura y son constituidas para conformas unidades hidrológicas más complejas. Hay una mayor cuantificación de valores altos para establecer como alto peligro, por su corta

respuesta al tiempo de concentración hídrica. La microcuenca Arroyo seco y Jesús María, son las principales unidades hidrológicas que presentan con mayor ponderación (valor 1).

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROLÓGICAS			TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH. (HRS)	PESO
MICROCUENCA	NANOCUENCA	PICOCUENCA		
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	0.12	1
		El Taray	0.2	1
		Los Garcías	0.21	1
Jesús María	Jesús María		0.24	1
	La Azucena		0.26	1
Los Patos	San Carlos		0.32	0.75
	Los Patos		0.15	1
Pegueros	El Guayabo		0.51	0.5
	El Plátano		0.33	0.75
	Pegueros		1.18	0.5
Tepatitlán	Tepatitlán		1.22	0.5
	El Tecolote		0.53	0.5

Tabla 1.35. Determinación de los valores del tiempo de concentración hídrica en cuanto las Nanocuencas y Picocuenca de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.26. Arroyo Los Patos uno de los afluentes con menor tiempo en descargar su régimen hidrológico.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 1.27. Arroyo Los Perones en la zona alta de la unidad hidrológica.

Fuente: Captura propia.

De acuerdo con el análisis multivariante por cada uno de los parámetros establecidos, se puede concluir la mayoría de las unidades hidrológicas de carácter microcuenca cuenta con un nivel de peligrosidad de Alto, ya que la ponderación total sobre salen del nivel mínimo para considerar para esta categoría (mayor de 50 puntos). En cambio, para los sistemas hidrológicos de menor envergadura, prácticamente hay una mayor predominancia para la ponderación de muy alto; de las 10 unidades hidrológicas, siete son categorizados como muy alto peligro y tres son de alto riesgos.

MICROCUENCAS	SUPERFICIE	PENDIENTE	COFICIENTE DE COMPACIDAD	FACTOR DE FORMA	ALARGAMIENTO	LONGITUD DEL CAUCE	DENSIDAD DE DRENAJE	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	TOTAL	NIVEL DE PELIGROSIDAD
Jesús María	1	0.25	1	0.5	1	0.25	0.5	1	0.75	0.69	**Alto**
Los Patos	1	0.25	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.75	0.5	0.56	**Alto**
Los Perones	0.75	0.25	1	0.25	1	0.25	0.5	0.75	0.25	0.56	**Alto**
Pegueros	0.75	0.25	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.5	0.61	**Alto**
Tepatitlán	0.75	0.25	1	0.25	1	0.25	0.5	0.75	0.5	0.58	**Alto**

Tabla 1.36. Determinación del nivel de peligro por las microcuencas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1.28. Río Tepatitlán, zona crítica.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 1.29. La Picocuenca Taray es una de las unidades hidrológicas consideradas de muy alto riesgo por las inundaciones.

Fuente: Captura propia.

Microcuenca	Nanocuenca	Picocuenca	SUPERFICIE	PENDIENTE	COFICIENTE DE COMPACIDAD	FACTOR DE FORMA	ALARGAMIENTO	DENSIDAD DE DRENAJE	LONGITUD DEL CAUCE	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	VTOTAL	NIVEL PELIGRO
Arroyo Prieto	Arroyo Prieto	El Fresno	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.25	1	1	0.81	**Muy alto**
		El Taray	1	0.5	1	1	0.75	0.5	0.25	1	1	0.78	**Muy alto**
		Los Garcías	1	0.25	1	1	0.5	0.5	1	0.75	1	0.78	**Muy alto**
Jesús María	Jesús María		1	0.75	1	0.5	0.75	0.5	0.25	1	1	0.81	**Muy alto**
	La Azucena		1	0.75	1	1	0.75	0.5	0.25	1	0.75	0.83	**Muy alto**
Los Patos	San Carlos		1	0.25	1	1	0.5	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	**Muy alto**
	Los Patos		1	0.25	1	0.25	0.5	0.25	1	1	1	0.78	**Alto**
Pegueros	El Guayabo		0.75	0.25	1	0.5	0.75	0.5	0.25	1	0.5	0.67	**Alto**
	El Platano		0.75	0.25	1	0.5	1	0.5	0.25	1	0.75	0.72	**Muy alto**
	Pegueros		0.75	0.25	1	0.5	1	0.5	0.25	0.25	0.5	0.61	**Alto**
Tepatitlán	Tepatitlán		0.75	0.25	1	1	0.75	0.5	0.25	1	0.25	0.69	**Alto**

Tabla 1.37. Determinación del nivel de peligro por las unidades de menor envergadura (nanocuencas y picocuencas) de interés.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.1.6. Hidrografía subterránea

La relación de la hidrografía subterránea con el análisis del riesgo tiene una múltiple relación con diversas génesis de los peligros naturales. Fundamentan la explicación de las sequias por déficit hídrico, complementa una solución a las saturaciones o inundaciones superficiales identificando las unidades geohidrológicas y su capacidad de infiltración en correlacionado con la capacidad de formación de escurrimientos superficiales. También es una variable en la explicación de los colapsos verticales del substrato manifestada como sufusión del suelo, un tipo de erosión emergente y sorpresiva.

La hidrografía subterránea es ampliamente analizada como variable ambiental para ordenar el territorio, su relación con la evaluación de los riesgos parte de la identificación primeramente de incidencias peligrosas como los colapsos y hundimientos del suelo. En Tepatitlán de Morelos esta clase de peligros son de muy poca presencia, sin embargo la

utilidad lógica de la descripción de este tópico ambiental se direcciona a explicar las sequias y a complementar medidas mitigativas de las inundaciones, para replantear el enfoque que ve a las inundaciones como siniestros a entenderlas como recurso que tiene que ser almacenado en los acuíferos.

La hidrografía subterránea es uno de los tópicos ambientales de mayor relevancia dado el escenario adverso a escala planetaria fruto de los desequilibrios a causa de la negligencia ambiental derivada del desarrollo. La fragilidad actual del sistema hidrológico subterráneo se debe principalmente a dos razones: la alteración superficial del relieve merma las áreas de recarga al ocupar el suelo (zonas bajas de cuenca) para la agricultura o urbanización, la permeabilización del suelo produce inundaciones, carga hídrica que no percola al subsuelo y; la sobreexplotación de los acuíferos desbalancea su equilibrio ambiental por falta de recarga. Situación preocupante que llevó a las instancias correspondientes a plantear dispositivos legales como técnicos para evitar el alumbramiento de pozos a nivel nacional.

Con la finalidad de describir la hidrografía subterránea, se consultaron dos fuentes fundamentales a diferentes escalas: la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara) escala 1: 250 000 Serie I edición 1981, promovida por la ex Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), insumo hoy puesto a consulta por el INEGI y; el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), instancia derivada de la CONAGUA, que recopila la información respectiva de los acuíferos.

La consulta cruzada de estas dos fuentes principales permite completar una lectura integra del sistema hidrológico. Debido a la actualización administrativa del recurso el SINA, se señala en base a publicaciones oficiales la determinación y disposición de los acuíferos, información crucial para el abastecimiento o explotación del agua subterránea en base a las condiciones decretadas para evitar un desabasto por déficit hídrico. Complementariamente la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara) aporta las Unidades Geohidrológicas, áreas de infiltración por la composición del sustrato y la dirección del flujo subterráneo. Información que será completada con el Modelo Digital de Elevación para visualizar las zonas cóncavas o deprimidas que fungen como superficies de infiltración según el sustrato.

Según SINA instancia que se encarga de brindar datos actualizados sobre la gestión legal del recurso hídrico, reconoce la oficialidad de los acuíferos publicados en la DOF del

5 de diciembre del 2001[13] y las diversas publicaciones de la disponibilidad media anual de agua subterránea con base en la NOM-011-CONAGUA[14]. Información que contrasta con la pertinente carta de hidrografía subterránea de 1981 utilizada para este estudio.

Los acuíferos identificados dentro del municipio son cinco. Ninguno llega a tener una representación cuantitativa en términos superficiales que iguale o supere el 50% del territorio municipal, siendo los más próximos Altos de Jalisco 31%, Tepatitlán 27% y Valle de Guadalupe con 23%.

ID	Nombre	Condición	Fecha de emisión del DOF	Área (ha)	%
1416	Valle de Guadalupe	No sobreexplotado	17 de septiembre de 2020	31,705.80	23%
1405	Ocotlán	No sobreexplotado		24,283.05	18%
1413	Altos de Jalisco	Sobreexplotado		43,014.87	31%
1414	Tepatitlán	No sobreexplotado		37,527.41	27%
1447	Yahualica	No sobreexplotado		2,162.98	2%
Total				138,694.11	100 %

Tabla 1.38. Acuíferos involucrados.

Fuente: SINA, CONAGUA.

El municipio presenta todo el espectro de unidades geo hidrológicas posibles, siendo las unidades de mayor presencia superficial:

Material consolidado con posibilidades bajas: la conjunción de meros permeabilidad posible, representa un 39% del territorio, básicamente en toda la superficie rugosa del municipio y la planicie noroeste.

Material no consolidado con posibilidades bajas: poca permeabilidad a pesar de su configuración no consolidada, representa un 33% del territorio municipal que se extiende principalmente en el centro y sur del municipio.

[13] Mayores detalles véase: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=756719&fecha=05/12/2001

[14] Mayores detalles véase: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015

Material consolidado con posibilidades medias: compuesto por un sistema de elevaciones menores, se extiende prácticamente por todo el municipio pero mayormente del centro hacia el sur, representando el 20% de la superficie municipal.

En resumen las tres unidades más representativas no corresponden a condiciones favorables de infiltración, escenario natural adverso para la recarga de los acuíferos. La unidad de mayor capacidad de infiltración representa el 2% y se encuentra ocupada mayormente por la agricultura.

Unidad geohidrológica	Área (ha)	%
Material consolidado con posibilidades altas	3,952.70	3%
Material consolidado con posibilidades medias	27,510.97	20%
Material consolidado con posibilidades bajas	53,500.16	39%
Material no consolidado con posibilidades altas	2,884.52	2%
Material no consolidado con posibilidades medias	2,958.62	2%
Material no consolidado con posibilidades bajas	44,320.19	33%
Cuerpo de agua intermitente	558.76	0%
Total	135,685.92	100%

Tabla 1.39. Unidades geohidrológicas.

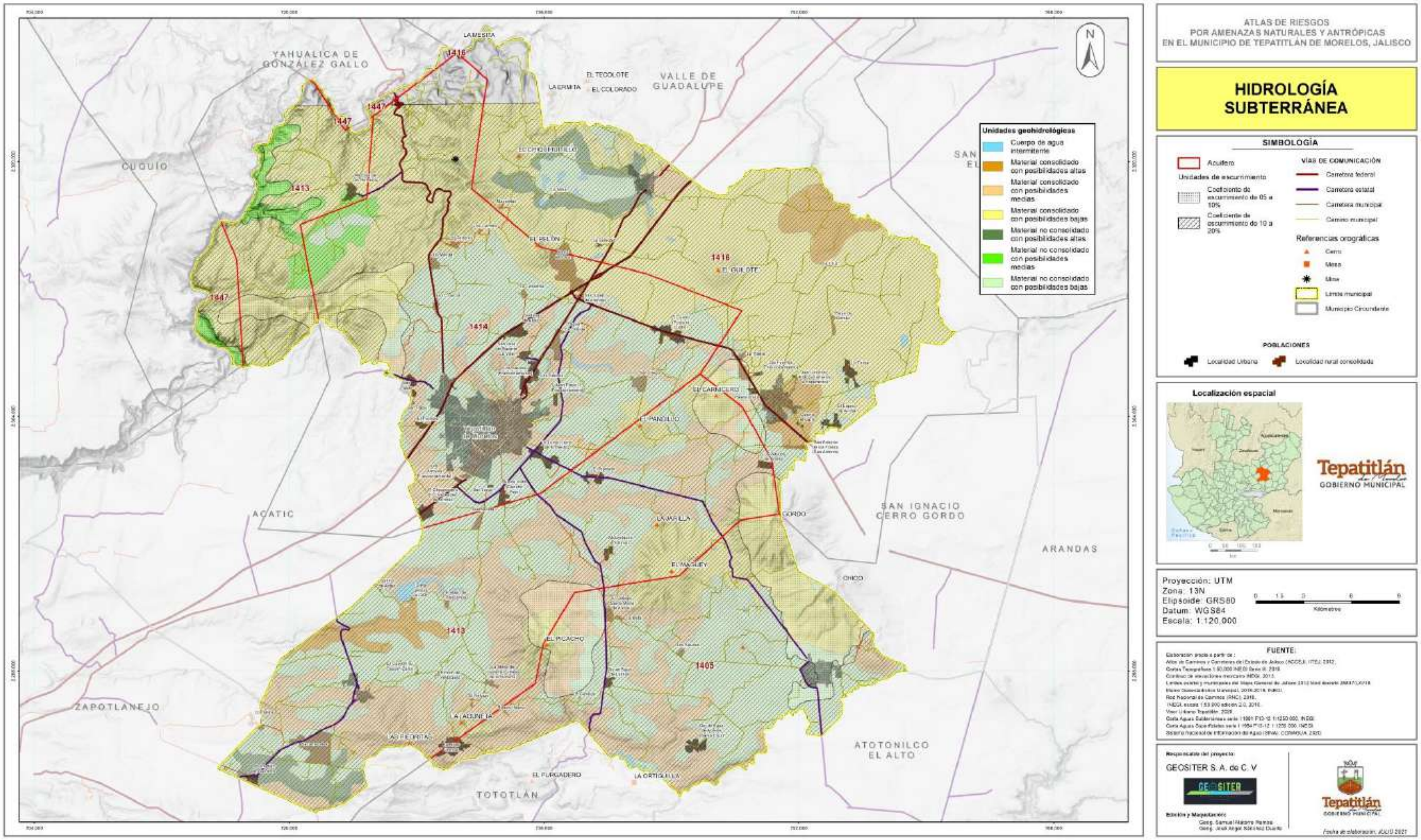
Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara).

En su mayoría la superficie del municipio genera valores medios de escurrimientos de 10 a 20%, representando un contundente 91% de la superficie municipal. El restante 9% corresponde al rango de 5 a 10% de escurrimientos.

Unidad de escurrimiento	Área (ha)	%
Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%	122,890.98	91%
Coeficiente de escurrimiento de 05 a 10%	12,794.91	9%
Total	135,685.89	100%

Tabla 1.40. Unidad de escurrimiento.

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara).



Mapa 1.20. Hidrología subterránea.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al aprovechamiento, la cabecera municipal se ubica en el acuífero homónimo, la delegación rural Mezcala de Los Romero, Capilla de Milpillas y Tecomatlán de Guerrero en el acuífero Altos de Jalisco, las otras cuatro delegaciones municipales se agrupan en pares en los acuíferos Valle de Guadalupe y Ocotlán.

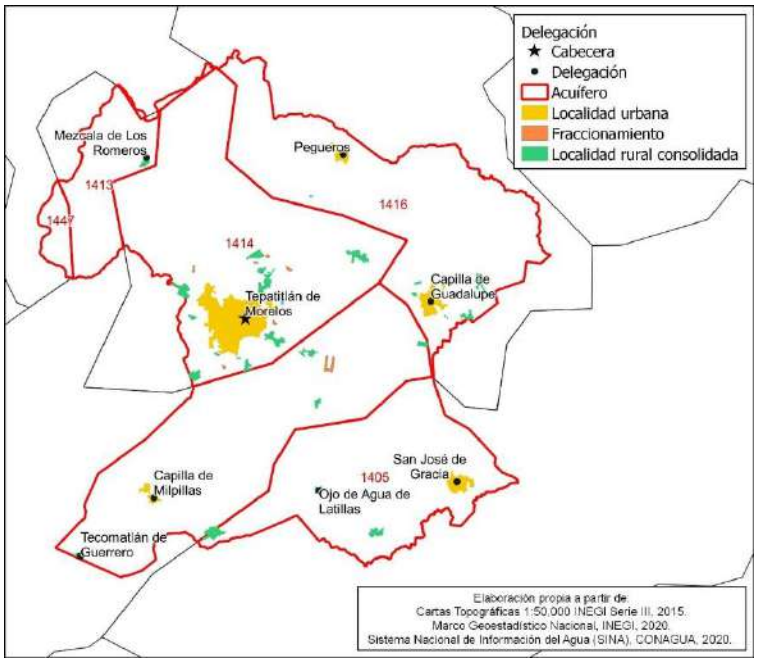


Figura 1.14. Distribución de las localidades consolidadas en los acuíferos.

Fuente: SINA, CONAGUA.

Sobre los alumbramientos de agua naturales (manantiales y las norias) y artificiales (pozos) se registró para 1981 indicando su uso, se describe que: dichos elementos por separado no llegan a la decena, el mayor uso es el doméstico siendo los manantiales con 6 unidades.

Obra	Total	%	Uso					
			Doméstico	%	Doméstico y pecuario	%	Sin dato	%
Manantial	9	43%	6	67%	1	11%	2	22%
Noria	5	24%	5	100%	-	-	-	-
Pozo	7	33%	5	71%	-	-	2	29%
Total	21	100%	16	76%	1	5%	4	19%

Tabla 1.41. Alumbramientos de agua y su uso 1981.

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara).

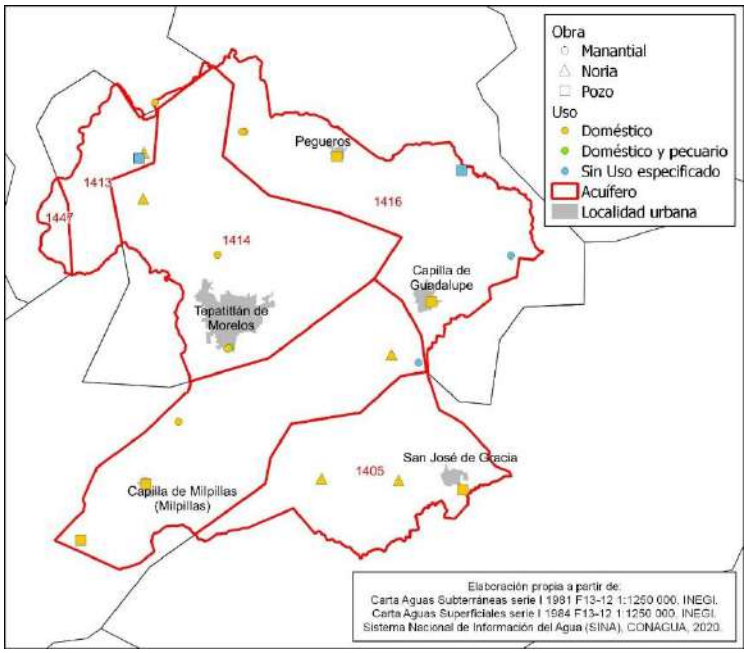


Figura 1.15. Alumbramientos de agua registrados 1981.

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas (F13-12 Guadalajara).

El registro de manantiales en la cartografía topográfica de INEGI año 2015 presenta un aumento, llegando a 27 manantiales. Algunos de ellos fueron alcanzados por la mancha urbana, como ocurre en la locación los Popotes en la cabecera. La urbanización obstruyo la salida del agua y por ende se encuentra inutilizado el recurso.

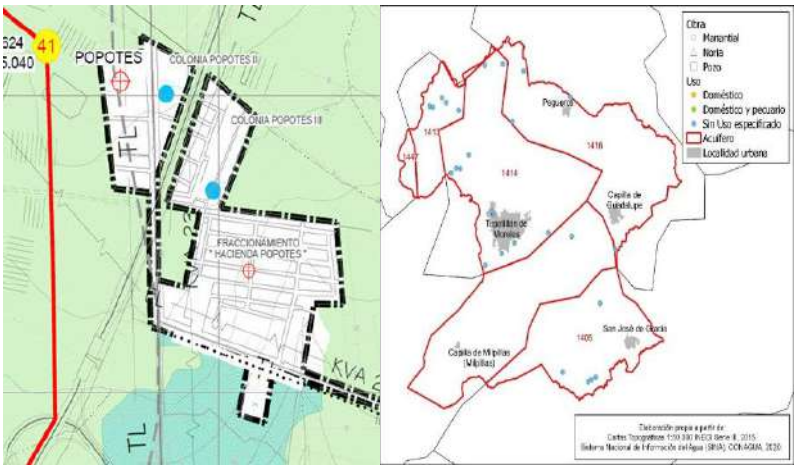


Figura 1.16. Registro de manantiales Cartas Topográficas INEGI 2015.

Fuente: Cartas Topográficas INEGI.

Con el transcurso del tiempo la tecnología de crear alumbramientos artificiales (pozos) aumentó considerablemente, a tal punto que se remplazó ampliamente el uso del agua que corre superficialmente a la par que diversificó su uso. Según la “Ficha Técnica Hidrológica

Municipal de Tepatitlán de Morelos" publicada por la Comisión Estatal del Agua Jalisco año 2015, el mayor volumen concesionada corresponde al uso agrícola con 616 pozos, indicador del predominio rural en materia de producción, seguido pero muy por debajo del uso público urbano con 83 pozos, señal de la demanda urbana en expansión, el uso industrial, pecuario y servicios rodena los 30 pozos y en términos porcentuales de volumen concesionado se encuentran entre el 1 y 3%.

Uso	Volumen Concesionado (metros cúbicos)	%
Doméstico	53,809.00	0.10%
Agrícola	46,068,258.80	88.05%
Pecuario	811,168.00	1.55%
Industrial	1,630,913.00	3.12%
Industrial y serv.	27,000.00	0.05%
Público urbano	2,998,663.20	5.73%
Servicios	727,859.50	1.39%
Total	52,317,671.50	100.00%

Tabla 1.42. Uso de pozos CEA Jalisco.

Fuente: CEA Jalisco 2015.

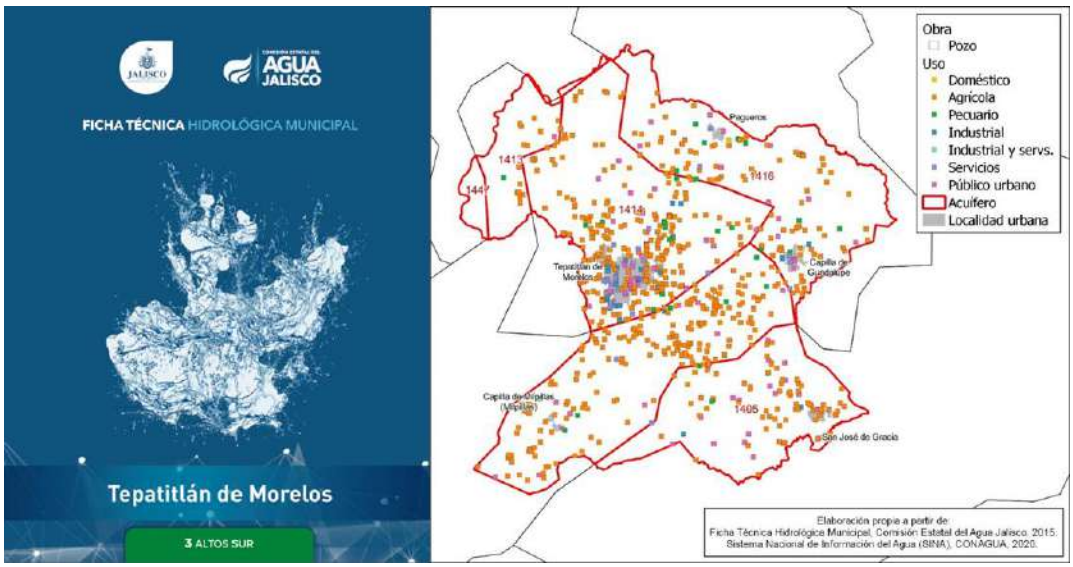


Figura 1.17. Ficha Técnica Hidrológica Municipal Tepatitlán de Morelos (pozos).

Fuente: CEA Jalisco 2015.

A pesar de que los acuíferos evaluados presenten una condición de no sobre-explotado la disponibilidad de aguas subterráneas se encuentra adversa para habilitar nuevas concesiones.

Figura 1.18. Disponibilidad Media Anual del Acuífero Tepatitlán (1414).
Fuente: CONAGUA.

En síntesis, el déficit hídrico de agua subterránea es un condicionante potenciador de las sequias, el aumento de la temperatura con el declive del agua precipita o su falta de captación, más el uso generalizado y desregularizado del sistema hidrográfico superficial como sumideros para la evacuación de las aguas residuales, hacen del agua subterránea un recurso valioso. Ante tal escenario es necesario pensar en sistemas de infiltración sustentables que conviertan las inundaciones en recargas para los acuíferos.

1.6.1.7. Edafología

Los suelos son esenciales para el mantenimiento de la biosfera y la regulación del clima, además, realizan importantes funciones como el almacenar carbono entre sus horizontes o dar sustento a la alimentación humana a partir del desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas (Vargas, 2009).

Desde un punto de vista ecológico los suelos ofrecen diversos beneficios para el medio ambiente, producen biomasa que sirve de alimento y dotan de energía a algunos seres vivos, también filtra, regula y transforma la materia que absorbe; como el agua, que la purifica hasta reducir cierta parte de su contaminación. Además, es el medio donde viven muchas especies de plantas y animales.

Si los suelos se degradan o pierden sus nutrientes, sobre todo en el horizonte superficial, se deterioran y son potencialmente susceptibles a erosionarse causando posibles peligros a raíz de procesos gravitacionales (Tuner, 1996). Generalmente, la degradación del suelo se debe a las actividades humanas, ya sea desde la deposición de contaminantes atmosféricos, vertidos incontrolados o derrames por accidentes de

hidrocarburos y otras sustancias contaminantes; el almacenamiento inadecuado de productos industriales, el vertido de residuos urbanos o el uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas químicos y en gran medida por la deforestación y el cambio del uso del suelo.

El aumento de la agricultura extensiva y el desarrollo urbano no regulado, hacen que muchas veces se deterioren y pierdan los suelos originales. Asimismo, el proceso de desertificación (natural o inducido) tiene como consecuencia la pérdida definitiva de suelos productivos (véase en el apartado cambio de uso del suelo).

La no conservación de los suelos puede desencadenar en problemas económicos y sociales, tales como la generación de conflictos por el agua, pobreza, disminución de recursos esenciales, baja producción agrícola, hambre, marginación o emigración obligada, y generar peligros de origen geológico-geomorfológico (Vargas, 2009).

En la construcción del mapa de tipos de suelo, se utilizó la información del PROETDUM-Río Verde (2019). Para la identificación de la taxonomía de suelos y su clasificación de acuerdo con su textura granulométrica, se consultó la guía para la descripción de suelos de INEGI (1983) y los aportes de Vargas (2009).

Dicho material permitió identificar que en la zona de estudio existe la presencia de suelos de tipo cambisol los cuales presentan un horizonte subyacente que se encuentra entre los 30 y los 50 cm de profundidad, los cuales también se caracterizan por tener un color más café que el material parental o una estructura diferente a la del material original.

Generalmente este tipo de suelo tiene una textura predominante de franco arenoso o incluso franco arcilloso, su estructura normalmente es de bloques subangulares con un tamaño de las partículas del suelo variado y con un desarrollo moderado. Su resistencia a la ruptura es suave o friable. En la parte superficial se encuentra un horizonte claro con poca materia orgánica o con una cantidad importante de materia orgánica, pero muy delgado; por esta razón, este horizonte se clasifica como Ócrico. Como un todo, estos horizontes se caracterizan por tener un porcentaje de saturación de bases superior a 50%. Si no presenta una costra superficial, estos suelos presentan un excelente drenaje y una buena aireación.

Fotografía 1.30. Afloramiento artificial. Estratos del suelo cambisol.
Fuente: Captura propia.

Los suelos de tipo Phaeoazem o Feozem se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima excepto en regiones tropicales o zonas muy desérticas. En el área de estudio este tipo de suelo está íntimamente relacionado con las topoformas de altiplanicie y piedemonte, como principal región para la agricultura por su alta fertilidad. Además, se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems. En cuanto a su profundidad, los Feozem son muy variables; cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. En cambio, los menos profundos, están localizados sobre las laderas o pendientes; presentando como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad. Sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables; aunque, el uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

En cuanto al Fluvisol, este suelo está íntimamente asociado a condiciones fisiográficas muy concretas, relacionadas por la estructura geomorfológica, la acción del agua continental (ríos y lagos) o marina litoral (deltas, estuarios, marismas, playas de barrera, etc.). El término fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo

alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. Este tipo de suelo, tiene una composición parental de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y en cualquier zona climática. Una de las características más destacadas de los Fluvisoles es su aporte más o menos continuo (y generalmente cíclico) de sedimentos por parte de las aguas, de tal modo que por tratarse de edafotaxa con muy escaso desarrollo edafogenético, la granulometría original de estos materiales aluviales queda reflejada en el perfil. Y como corolario, la textura y materia orgánica se distribuyen irregularmente en profundidad. Usualmente se utilizan para cultivos de consumo, huertas y frecuentemente para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío, cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

Fotografía 1.31. Los suelos fluvisoles por lo regular se encuentran localizados a lo largo de los márgenes y sobre los cauces de ríos superficiales.

Fuente: Captura propia.

El tipo de suelos Leptosoles (del griego leptos, delgado) que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Además, se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) pero son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales.

Fotografía 1.32. Suelos litosoles en corte litológico por actividad antrópica.
Fuente: Captura propia.

También se caracterizan por tener una textura fina por el alto contenido de arcillas en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades.

Los Luvisoles, se localizan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos, pero con una estación seca y otra húmeda, este tipo de suelos se encuentran principalmente a lo largo de la altiplanicie en el área de estudio.

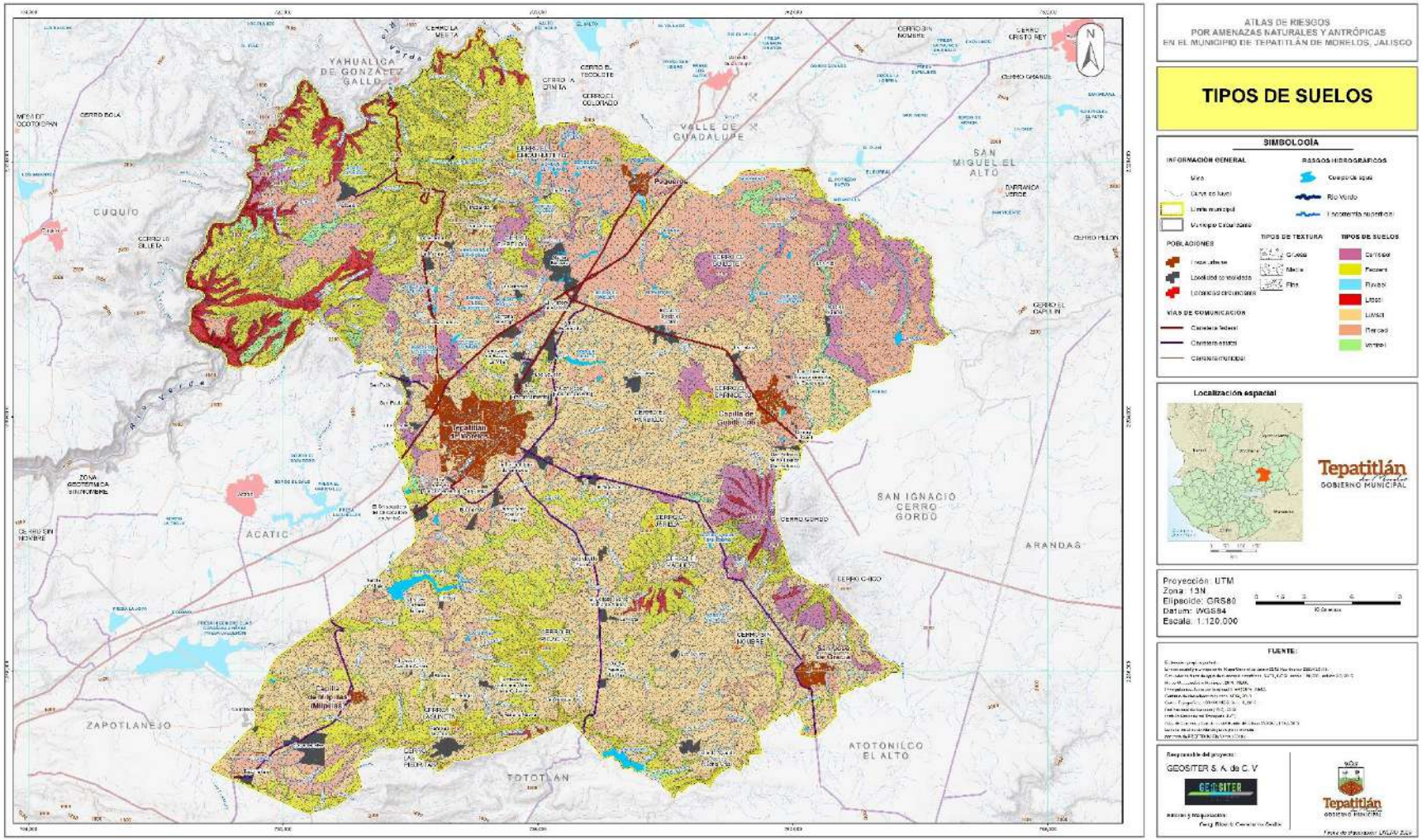
Otro tipo de suelo que se encuentra dentro del área de estudio son los suelos Planosoles. El nombre de planosol proviene del latín planus que significa plano-llano. Por lo general este tipo de suelos se desarrollan en zonas planas que en alguna parte del año se suelen inundar. Son medianamente profundos en su mayoría, entre 50 y 100 cm, se encuentran principalmente en los climas templados y semiáridos dentro del área de estudio. Su vegetación natural es de pastizal o matorral, se caracterizan por presentar debajo de la capa más superficial, una capa infértil y relativamente delgada de un material claro que generalmente es menos arcilloso que las capas superiores. Debajo de esta capa se presenta un subsuelo muy arcilloso, o bien, roca o tepetate, todos impermeables.

El vertisol. Su génesis está relacionada con el clima y los materiales aportados por las estructuras geológicas de naturaleza basáltica o andesítica. Como es natural, este tipo de suelo sometido o influenciado con las inundaciones prolongadas, como los que se encuentran en las vecindades de los cuerpos de aguas naturales. En las inmediaciones de estos lagos, también es frecuente que existan acumulaciones de sales, incluso la

acumulación de sodio en el perfil superficial. Además, es un suelo muy arcilloso, que se mezclan con alta proporción de arcillas expandibles. Además, son muy propensos a formar grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría del año.

El nombre vertisol (del latín vertere, dar vuelta), se refiere al reciclado interno constante del material de suelo. Por otra parte, posee una función propicia para la actividad económica primaria (agrícola), pero su manejo adecuado es una condición para la producción sostenida. Generalmente este tipo de suelo se presentan en planicies llanas extensas donde puede considerarse el laboreo mecánico como ventajas de estos suelos.

Fotografía 1.33. Los suelos vertisoles son propicios para la actividad agraria.
Fuente: Captura propia.



Mapa 1.21. Edafología.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.1.8. Áreas Naturales Protegidas (ANP) y coberturas de vegetación densa

La creación de áreas naturales protegidas conlleva el propósito de preservar elementos biológicos representativos de la nación, así como los ecosistemas frágiles, en un esquema de conservación orientado hacia un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, cuyos fines sean salvaguardar la diversidad genética y asegurar el equilibrio y la continuidad funcional de estos recursos (CONANP, 2000).

En el municipio de Tepatitlán de Morelos se encuentra de manera parcial el Área Natural Protegida “Formación Natural de Interés Estatal Barrancas de los Ríos Santiago y Verde“. La cual recibe su nombre debido a que su superficie se ubica en los cañones y depresiones que albergan estos dos afluentes hídricos; tales elementos topográficos se presentan al norponiente del territorio municipal. Fue dictaminada como Área Natural Protegida de competencia estatal mediante el DECRETO DIGELAG DEC 003/2016 el 20 de diciembre de 2016. En el citado documento se menciona que el ANP cuenta con una superficie de 21,383.08 hectáreas, ubicada en los municipios de Acatic, Cuquío, El Salto, Guadalajara, Ixtlahuacán del Río, Juanacatlán, Tepatitlán de Morelos, Tonalá y Zapotlanejo. Es en Tepatitlán de Morelos donde comienza la superficie valorada como ANP en su ramal del Río Verde, a la altura de los arroyos La Vieja y El Tepetate, a unos 2.66 km al sureste de la localidad de Mezcala. Se menciona que las actividades que se pueden llevar a cabo en esta zona son primordialmente de preservación, restauración, aprovechamiento sustentable y recreación.

De las referidas hectáreas que conforman el ANP, 1,709.4 ha se localizan dentro de los confines municipales, correspondientes al 7.99 %. Su cobertura vegetal es mayoritariamente de vegetación natural poco perturbada, lo que le otorga una alta riqueza florística en el contexto ambiental regional. Los tipos de cobertura de suelo que se localizan en la porción de este elemento ecológico que se encuentra dentro del municipio de Tepatitlán de Morelos de acuerdo al IEFyS del estado de Jalisco (2013), se exponen en la siguiente tabla.

Cobertura de Suelo	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal	2.11	0.12
Bosque de encino	437.85	25.61
Pastizal inducido	26.36	1.54
Pastizal natural	3.94	0.23
Selva baja caducifolia	1,200.31	70.22
Sin vegetación aparente	38.84	2.27
Total	1,709.41	100.00

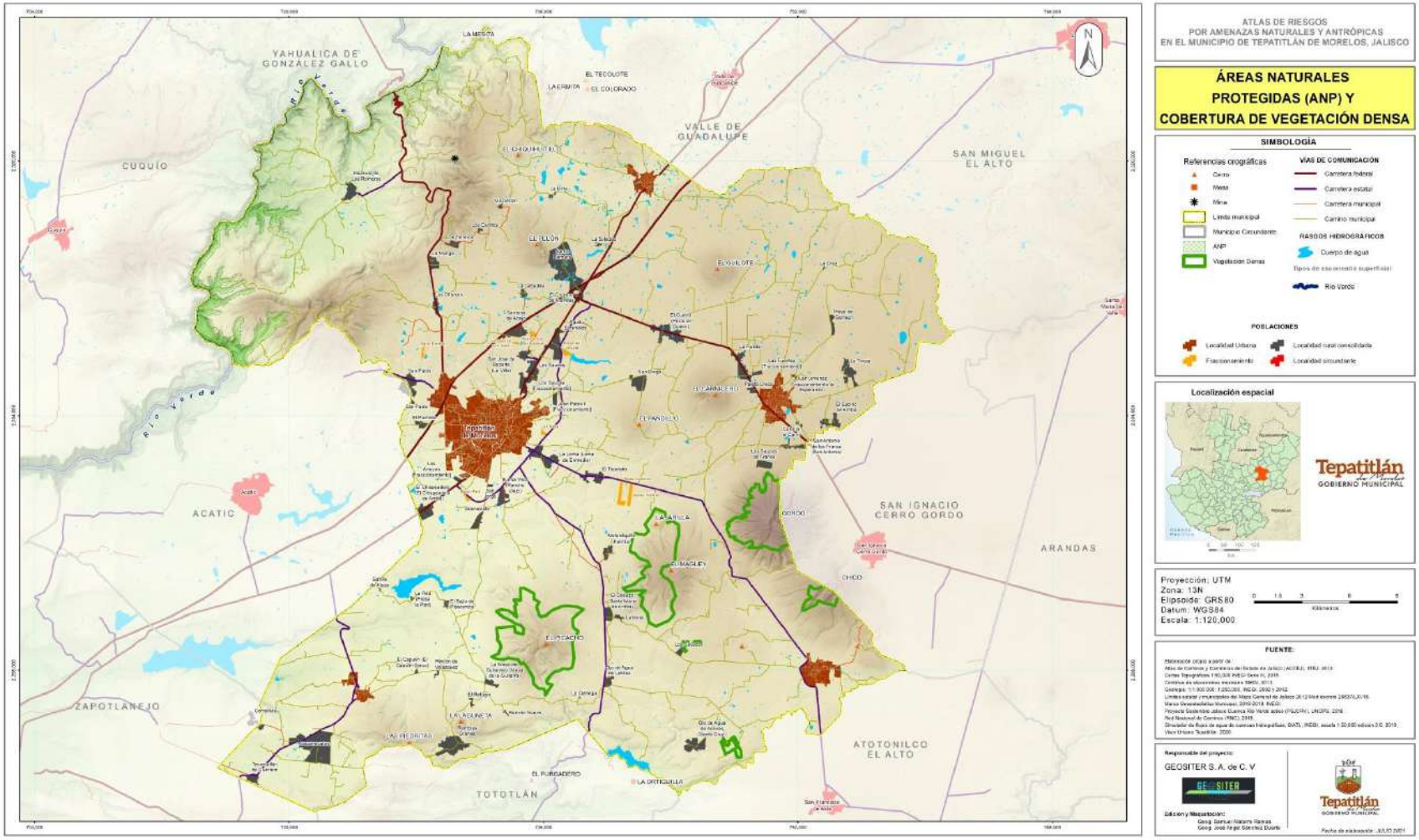
Tabla 1.43. Tipos de cobertura de suelo en el ANP Barranca de los Ríos Santiago y Verde, con su superficie absoluta y relativa.

Fuente: Elaboración propia.

Según consulta a la sociedad tepatitlense la importancia de contar con servicios ambientales como la ANP Barranca de los Ríos Santiago y Verde (para este caso fracción del Río Verde) no es suficiente. Consideran que la vegetación de las elevaciones Cerro Gordo, El Maguey y Picachos al sur del municipio ameritan reconocimiento como área natural resguarda. En parte esto se explica por la identidad territorial explicita de estos elementos, que se ven mermados por los incendios que favorecen la expansión de plantíos y uso pecuario, más la expansión difusa de la ciudad manifiesta en casa campestres. La preocupación por salvaguardar estos ecosistemas identitario es una demanda en crecimiento que este Atlas expone.

Fotografía 1.34. Vista de las faldas de Cerro Gordo.

Fuente: Captura propia.



Mapa 1.22. ANP y coberturas de vegetación densa.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.2. Caracterización del subsistema medio social

A la fecha en que se realiza este Atlas de Riesgos, recién inicia la etapa operativa del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2020, considerando el tiempo que debe transcurrir entre el levantamiento, procesamiento y publicación de la información, es por lo que este atlas utiliza los datos censales de INEGI 2010 y las proyecciones que realizó la Comisión Nacional de Población (CONAPO) para el período 2015-2030.

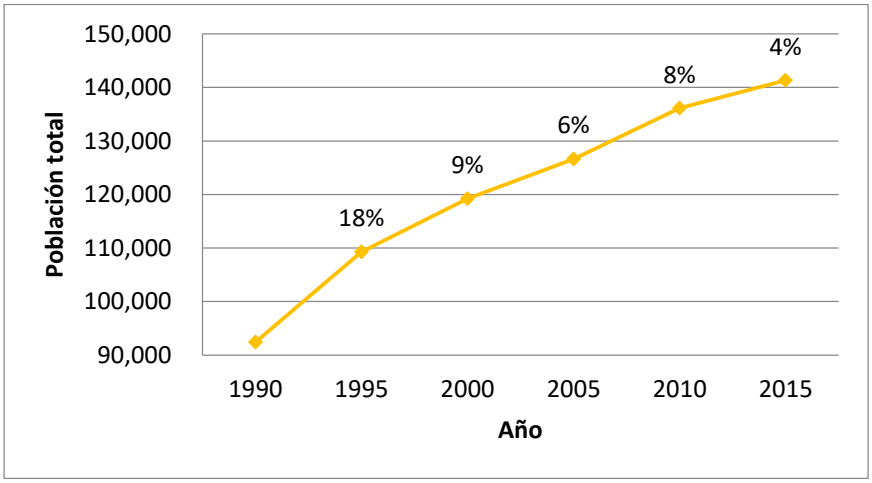
1.6.2.1. Dinámica demográfica

Conforme a los Censos y Conteos de Población y Vivienda de INEGI, desde la década de 1990 hasta el año de 2015, la población municipal ha presentado un constante crecimiento cada 5 años, siendo el más pronunciado el del período 1990-1995 del 18%, siendo este el año en el que se superan los cien mil habitantes. En los siguientes periodos el crecimiento oscila entre el 6% y 9%, teniendo una ligera reducción del 2010 al 2015 pues apenas crece un 4%, llegando a más de 140 mil personas.

Población total	Año					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Tepatitlán de Morelos	92,395	109,300	119,197	126,625	136,123	141,322
% Crecimiento Relativo	-	18	9	6	8	4

Tabla 1.44. Crecimiento demográfico, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 y 2015.



Gráfica 1.2. Crecimiento demográfico municipal, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: INEGI, 1990-2015.

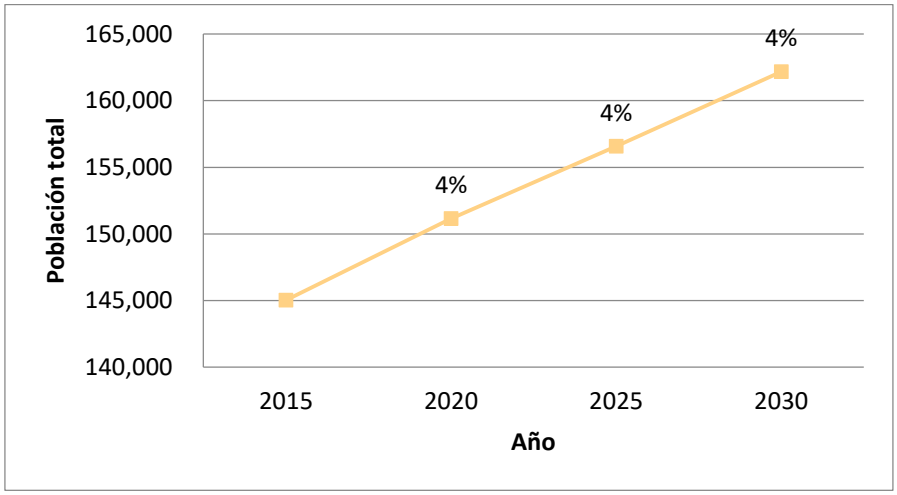
Según las proyecciones de la CONAPO (2018) para el 2030, se estima que cada periodo quinquenal mantenga un crecimiento constante del 4%, desacelerado comparado con el transcurrido desde la década de 1990. Proyectando que para este año el municipio supere los 150 mil habitantes, mientras que para el 2030 se alcancen los 162 mil.

Población total	Año			
	2015	2020	2025	2030
Tepatitlán de Morelos	145,008	151,133	156,567	162,175
% Crecimiento Relativo	-	4%	4%	4%

Tabla 1.45 Proyección del crecimiento de población por año en Tepatitlán de Morelos.

Fuente: CONAPO, 2018.

En el municipio, las manzanas habitadas tienen una densidad poblacional por hectárea mínima de 0.05 habitantes, un promedio de 101.87 y alcanzan una máxima de 941.67 personas.



Gráfica 1.3. Población proyectada por año, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAPO, 2018.

Densidad de población por manzana	
Mínima	0.05
Media	101.87
Máxima	941.67

Tabla 1.46. Densidad de población por manzana, habitantes por hectárea.

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.

Población total

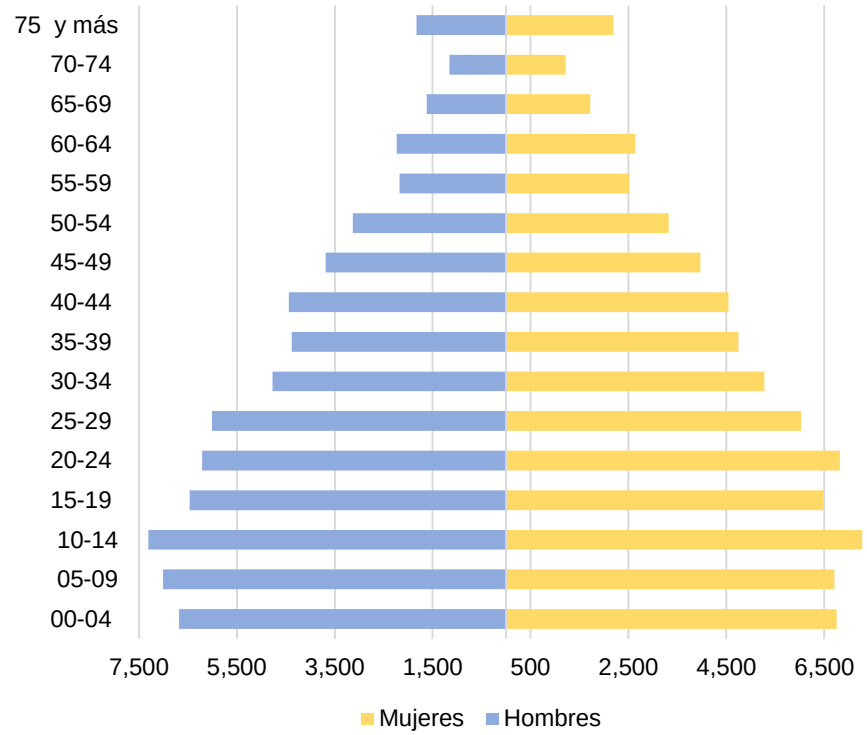
Para conocer las características fundamentales de una población es necesario identificar su distribución de acuerdo a los diferentes grupos de edad que la conforman. Dicho ejercicio conduce a la construcción de una pirámide de población donde se representa la cantidad de personas por sexo y edad. Así, una población sana, será aquella donde hay equilibrio entre los niños, jóvenes, adultos y adultos mayores; distribuyéndose de tal modo que la base de la pirámide resulte amplia y, en orden progresivo, hacia una punta más estrecha. Tal equilibrio se justifica desde el supuesto de que las personas en edad productiva sostienen con mayor facilidad a una población menor de adultos mayores y necesitan de un amplio grupo de jóvenes y niños que los sustituya con el transcurso del tiempo.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal realizada en 2015 por INEGI, el municipio tiene una población total de 141,322 habitantes, donde el 49% son de sexo masculino y el 51% restante pertenece al sexo femenino. Su pirámide de población revela que la mayor parte de los habitantes de Tepatitlán de Morelos se concentra en los grupos menores de 19 años (39%), a partir del grupo de edad de 20 a 24 años, la población femenina se mantiene ligeramente por arriba a la observada por los hombres. En tanto que después de los 30 años, existe una considerable disminución de la población para ambos sexos, manteniendo la punta de la pirámide angosta.

Grupo de edad	Población por grupo de edad	% Población por grupo de edad	Hombres	% Hombres	Mujeres	% Mujeres
00-04 años	13,433	10	6,681	5	6,752	5
05-09 años	13,722	10	7,010	5	6,712	5
10-14 años	14,586	10	7,311	5	7,275	5
15-19 años	12,949	9	6,463	5	6,486	5
20-24 años	13,028	9	6,209	4	6,819	5
25-29 años	12,033	9	6,006	4	6,027	4
30-34 años	10,052	7	4,774	3	5,278	4
35-39 años	9,125	6	4,377	3	4,748	3
40-44 años	8,982	6	4,436	3	4,546	3
45-49 años	7,654	5	3,684	3	3,970	3
50-54 años	6,456	5	3,131	2	3,325	2
55-59 años	4,694	3	2,177	2	2,517	2
60-64 años	4,879	3	2,238	2	2,641	2
65-69 años	3,339	2	1,622	1	1,717	1
70-74 años	2,369	2	1,154	1	1,215	1
75 años y más	4,021	3	1,827	1	2,194	2
Población total	141,322	100	69,100	49	72,222	51

Tabla 1.47. Población por sexo y por edad quinquenal en el municipio de Tepatitlán de Morelos, 2015.

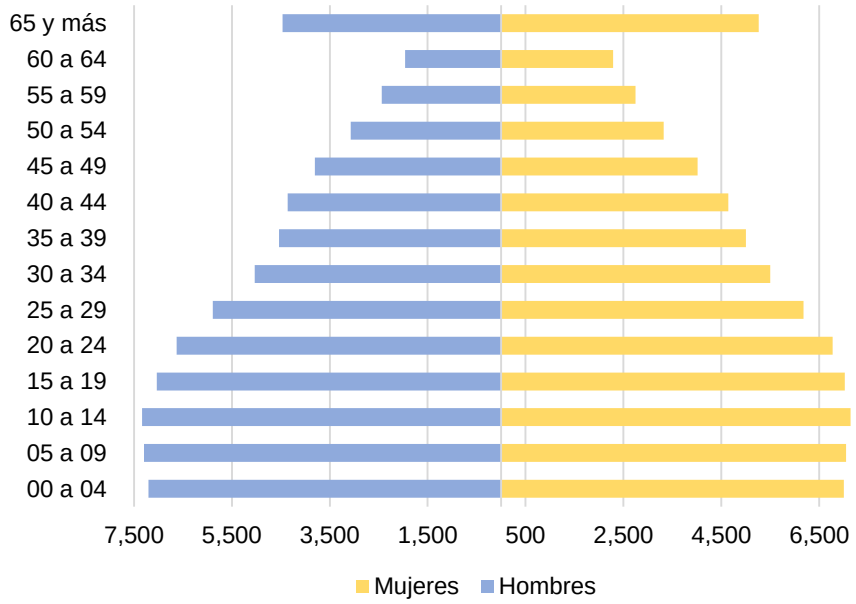
Fuente: INEGI, 2015.



Gráfica 1.4. Pirámide de población. Tepatitlán de Morelos, 2015.

Fuente: INEGI, 2015.

Por su parte, la CONAPO, en las proyecciones de población para las entidades federativas 2015-2030, consideró que para el 2015 la población total del municipio constaba de 145,008 habitantes, cantidad que tiene un sesgo de 3,686 personas superior al número de INEGI. La diferencia por sexo y grupo de edad es apenas sensible en cada categoría, sin embargo, la clasificación de la CONAPO generaliza a la población mayor a 65 años en la misma categoría, deformando su pirámide poblacional.



Gráfica 1.5. Pirámide de población. Tepatitlán de Morelos, 2015.

Fuente: CONAPO, 2018.

Distribución de la población según tamaño de localidad

Para el año de 2010 las localidades rurales (asentamientos menores a 2,500 habitantes) generalmente se distribuyen en áreas no urbanizadas en colindancia con suelos de aptitud agrícola. En Tepatitlán de Morelos estas albergan a un total de 19,154 habitantes distribuidos en 325 localidades.

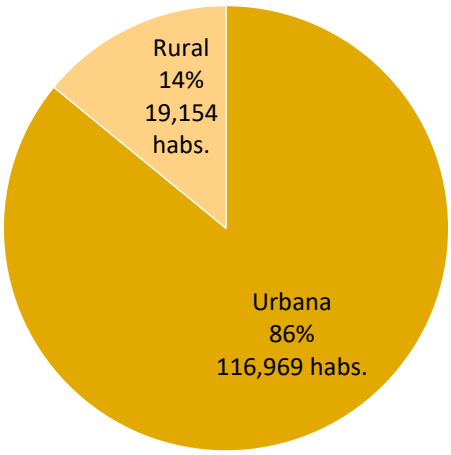
Los rangos con mayor número de localidades, que suman el 94% del total son las que tienen menos de 173 habitantes, logrando agrupar al 54% de los la población rural municipal. Mientras que, en el otro extremo, existe una localidad de 2,085 pobladores que por sí misma contiene el 11% de este grupo demográfico.

Rango de Habitantes	Número de localidades rurales	% Localidades rurales	Población total	% Población
1 a 54	238	73	4,295	22
55 a 173	67	21	6,203	32
174 a 436	16	5	4,367	23
437 a 958	3	1	2,204	12
959 a 2085	1	0	2,085	11
Total	325	100	19,154	100

Tabla 1.48. Población rural por tamaño de localidad en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

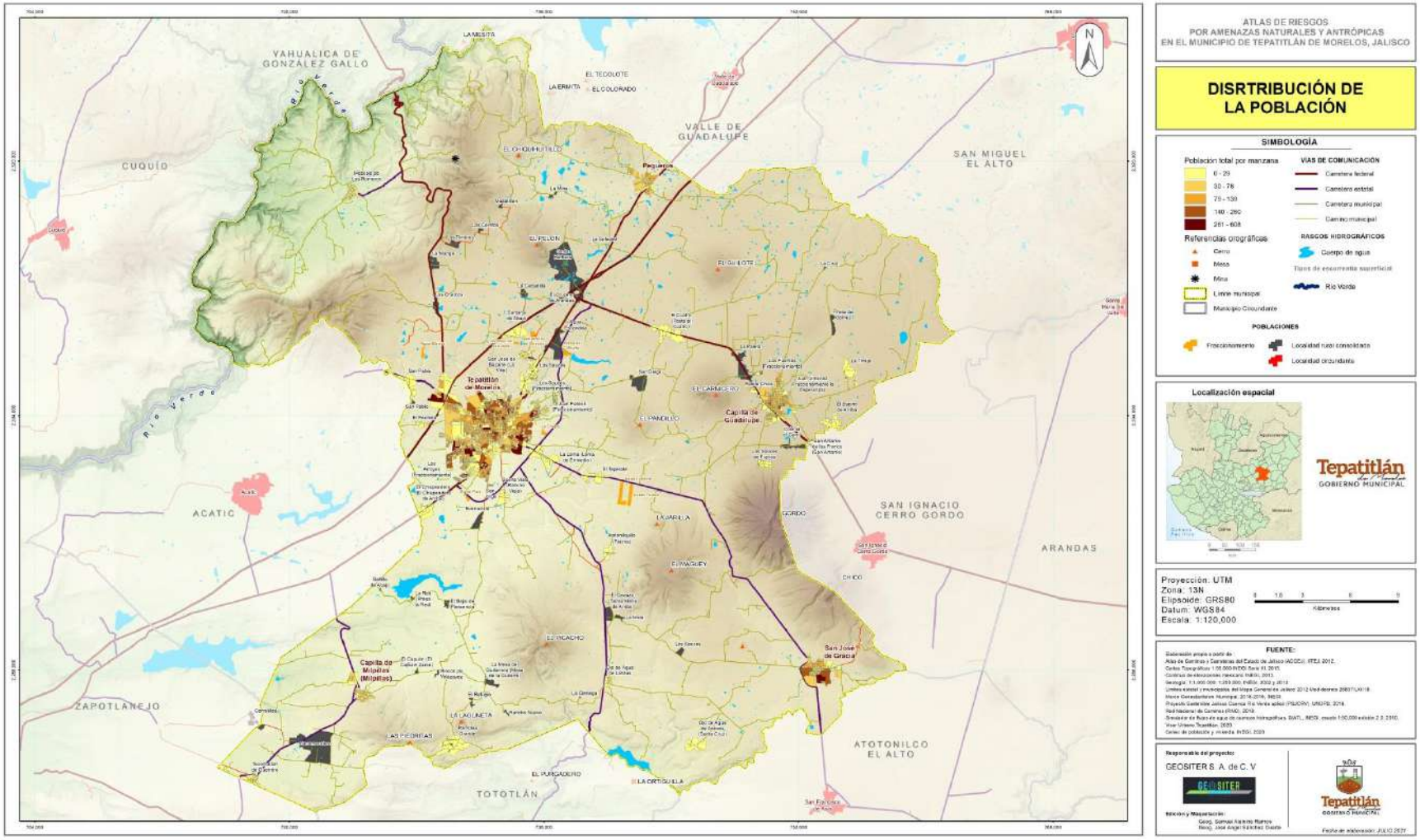
Fuente: INEGI, 2010.

De este modo, como indica la gráfica, tenemos que para el 2010, el 86% (116,969 habs.) de la población se encuentra en suelo urbano, mientras que únicamente el 14% (19,154 habs.) vive en las comunidades rurales dentro de Tepatitlán. Hecho que tras 10 años ha cambiado por la rápida aceleración del crecimiento de la cabecera municipal, provocando la urbanización de las localidades rurales adyacentes.



Gráfica 1.6. Población rural y urbana, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: INEGI, 2010.



Mapa 1.23. Distribución de la población.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.2.2. Características socioeconómicas

Empleo y ocupación

De acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal (2015), en Tepatitlán de Morelos el 56% de la población de 12 años y más se encuentra económicamente activa, de la que unas 58,723 personas reportaron tener un trabajo y 1,833 estar en busca de uno.

La población ocupada principalmente se desempeña en el sector servicios (33%) y en actividades comerciales (21%) y aunque ambas concentran el grueso de la población ocupada, el sector primario y secundario tiene una fuerte presencia en la estructura económica del municipio. Así, mientras que a nivel estatal la proporción de trabajadores en actividades agropecuarias es del 7%, en Tepatitlán la cifra se eleva diez unidades porcentuales (17%), en tanto que el sector secundario registra una participación igual a la observada por el estado de Jalisco (27%) y donde la industria manufacturera, principalmente de alimentos, es el subsector de actividad económica con mayor valor agregado censal bruto en el municipio.

Fotografía 1.35. Paisaje agrícola, Tepatitlán de Morelos.
Fuente: Captura propia.

Cabe agregar que un poco menos de la mitad de la población empleada se desempeña como comerciantes y trabajadores en diversos servicios, no obstante, nuevamente son los empleos vinculados a los quehaceres agropecuarios, la agroindustria

y los servicios técnico profesionales quienes diversifican la base laboral; de tal forma que en Tepatitlán de Morelos la cifra de trabadores agropecuarios se duplica respecto a la observada en Jalisco y la población laboralmente calificada, en gran medida se corresponde con los datos observados a nivel estatal.

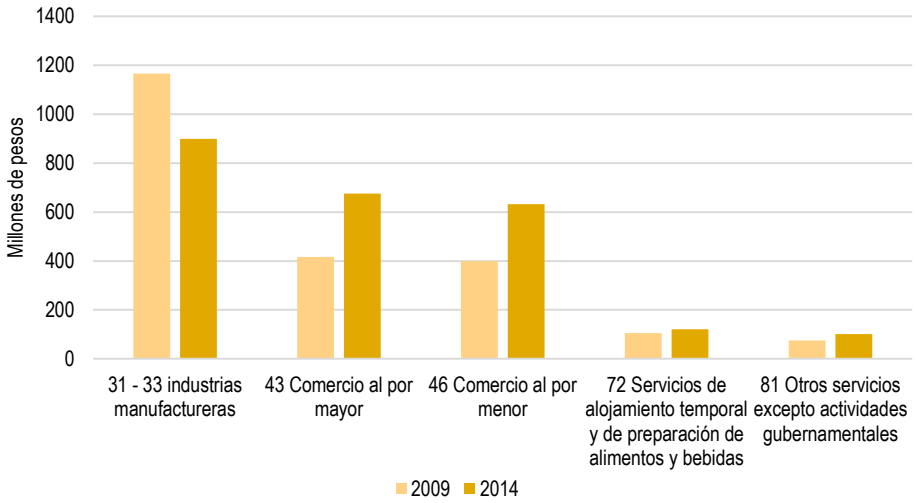
Alrededor del 61% del personal ocupado percibe más de dos salarios mínimos mensuales, un 20% entre uno y dos, y una pequeña parte de la población (8.71%) reportó ingresos que de acuerdo con la Comisión Nacional de Salarios Mínimos no rebasaban los 66.45 pesos por día de trabajo al primero de enero del 2015. Es precisamente ese sector de la población quien se muestra más susceptible a sufrir los estragos de un desastre ambiental y a quienes el CONEVAL identifica como población vulnerable por ingresos, misma que durante el periodo 2010-2015 experimentó una tasa de crecimiento del 10.01%. Lo anterior permite suponer que, pese a la diversidad de opciones laborales, en Tepatitlán el trabajo mal remunerado representa un obstáculo para el acceso efectivo a entornos de vida que propicien la seguridad y el bienestar social.

Población de 12 años y más según condición de actividad económica									
	Población de 12 años y más	Económicamente activa	%	Ocupada	%	Desocupada	%	No económicamente activa	%
Tepatitlán	108,755	60,556	55.68	58,723	96.97	1,833	3.03	47,978	44.12
Jalisco	6,108,235	3,256,882	53.32	3,136,363	96.30	120,519	3.70	2,834,957	46.41
Población ocupada según sector de actividad económica									
	Población ocupada	Primario	%	Secundario	%	Comercio	%	Servicios	%
Tepatitlán	58,723	10,103	17.20	15,911	27.10	12,228	20.82	19,364	32.98
Jalisco	3,136,363	239,857	7.65	854,024	27.23	657,838	20.97	1,336,402	42.61
Población ocupada según división ocupacional									
	Población ocupada	Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos	%	Trabajadores agropecuarios	%	Trabajadores en la industria	%	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	%
Tepatitlán	58,723	12,968	22.08	8,144	13.87	15,480	26.36	21,390	36.43
Jalisco	3,136,363	884,461	28.20	207,427	6.61	755,897	24.10	1,256,519	40.06

Tabla 1.49. Características económicas, 2015.

Nota: La categoría de datos *no especificados* no fue representada en la tabla por lo que la suma de los valores porcentuales puede no coincidir con el 100%.

Fuente: Elaboración propia a partir de tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).



Gráfica 1.7. Principales subsectores de actividad económica según el valor agregado censal bruto, 2009 y 2014.

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Económico 2014. Resultados Definitivos (INEGI).

	Población ocupada	Hasta 1 s.m.2	%	Más de 1 a 2 s.m.	%	Más de 2 s.m.	%
Tepatitlán	58,723	5,114	8.71	11,821	20.13	36,124	61.52
Jalisco	3,136,363	226,973	7.24	695,059	22.16	1,927,923	61.47

Tabla 1.50. Población ocupada según ingreso por trabajo, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).

	Año 2010	%	Año 2015	%	Tasa de crecimiento
Tepatitlán	9,690	6.88	15,616	11.12	10.01
Jalisco	465,951	6.20	718,135	9.00	9.04

Tabla 1.51. Población vulnerable por ingresos, 2010 y 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de tabulados del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010 y 2015) y Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010).

No obstante, una tendencia favorable es que en Tepatitlán la relación de dependencia económica, entendida como el número de personas que dependen económicamente por cada persona que trabaja, ha ido a la baja durante las últimas décadas. Mientras que en 1990 la dependencia y carga económica sobre alguien ocupado fue de 3.52 personas, durante el período 2000-2010 pasó de 2.67 a 2.48, y ya para el 2015 la cifra continúo disminuyendo hasta posicionarse en 2.41, lo que sugiere que han incrementado las posibilidades de experimentar un proceso de desarrollo socioeconómico de la mano de una

alta participación laboral y niveles de desempleo que se muestran relativamente estables pero con una ligera tendencia a la baja durante el último evento censal.

Año	Población total	Población económicamente activa ocupada	Relación de dependencia económica
1990	92,395	26,239	3.52
2000	119,197	44,604	2.67
2010	136,123	54,830	2.48
2015	141,322	58,723	2.41

Tabla 1.52. Relación de dependencia económica, 1990-2015.

Nota: La relación de dependencia económica se obtiene al dividir la población total entre la población económicamente activa ocupada.

Fuente: Elaboración propia a partir de Censos y Conteos de Población y Vivienda (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010) y tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).

Año	Población económicamente activa	Población económicamente activa desocupada	Tasa bruta de desempleo
1990	26,626	387	1.45
2000	44,823	219	0.49
2010	58,131	2,018	3.47
2015	60,556	1,833	3.03

Tabla 1.53. Tasa de desempleo, 1990-2015.

Nota: La tasa de desempleo resulta al dividir la población desocupada entre la población económicamente activa, multiplicada por una constante (100, 1000, 10000).

Fuente: Elaboración propia a partir de Censos de Población y Vivienda (INEGI, 1990, 2000, 2010) y tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).

Características de la vivienda

La vivienda es considerada dentro de los tres ejes de un análisis de riesgo: el peligro, la vulnerabilidad y los costos (CENAPRED, 2006: 11). Puesto que los lugares de residencia son los más sensibles a una exposición de riesgo además de que las características arquitectónicas se relacionan estrechamente con los efectos de un fenómeno atípico natural o antrópico.

En el municipio, según datos del Inventario Nacional de Vivienda de INEGI en el 2016, la densidad por hectárea de viviendas tiene un mínimo de 0.07, una media de 30.93 casas y alcanza un máximo de 350.

Densidad de vivienda por manzana	
Mínima	0.07
Media	30.93
Máxima	350.00

Tabla 1.54. Densidad de vivienda por manzana, casas por hectárea

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.

Para el 2016, se estima que existe un total de 36,993 viviendas en todo el municipio, excluyendo las móviles y los refugios, de las cuales el 81% (29,946 viviendas) se encuentran habitadas y únicamente el 19% (7,047 viviendas) se encuentran desocupados, dentro de lo que cabe vivienda de temporada o en estado de abandono. El 99% de los hogares tienen menos de 3 ocupantes por cuarto. Por su parte, en promedio cada vivienda alberga 4 habitantes.

Total de viviendas	Viviendas habitadas	Viviendas deshabitadas	Viviendas con menos de 3 ocupantes por cuarto	Viviendas con más de 3 ocupantes por cuarto	Promedio de habitantes por vivienda
36,993	29,946	7,047	36,731	262	4
% de viviendas	81%	19%	99%	1%	-

Tabla 1.55. Características municipales de vivienda en Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.

El 97% de las viviendas habitadas en el municipio cuentan con piso recubierto con cemento o firme, madera, mosaico u otro material. Igualmente, 97% de los hogares cuentan con luz eléctrica. El 95% de las viviendas particulares habitadas tienen disponibilidad de agua entubada, ya sea adentro del inmueble o en el terreno del mismo. Las viviendas con drenaje conectado a la red pública, a una barranca, grieta, río, lago o que cuentan con fosa séptica suman el 97%, así como las que tienen instalado un excusado, retrete, sanitario, letrina y hoyo negro.

Total de viviendas habitadas	Con piso recubierto	Con energía eléctrica	Con agua entubada	Con drenaje	Con servicio sanitario
29,946	28,906	29,112	28,578	28,994	29,002
% De viviendas habitadas	97%	97%	95%	97%	97%

Tabla 1.56. Características de la vivienda en Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.

Nivel socioeconómico

El nivel socioeconómico es una clasificación por Ageb propuesta por la AMAI (14 agosto 2019) de las condiciones sociales de la población a partir de sus características económicas, educativas y de acceso a bienes materiales de los hogares en las zonas urbanas. Dicha segmentación demográfica permite espacializar los resultados e identificar las áreas de mayor accesibilidad a equipamiento urbano y aquellos entornos donde coexisten más factores generadores de bienestar social. Es así que revela patrones de distribución de la población urbana con mayor y menor capacidad adquisitiva. Dicho indicador se construye a partir de variables socioeconómicas disponibles en el SCINCE del Censo Nacional de Población y Vivienda (2010).

Los niveles que considera la clasificación del AMAI (10 agosto 2019) se dividen en letras donde la A es la de mejor calificación y consiguientemente la E es la de condiciones menos favorables.

Nivel	Características de los hogares
A/B	En el 82% el jefe de familia tiene estudios profesionales.
	El 98% cuenta con servicio de Internet fijo.
	El 13% de su gasto es para la educación y el 25% es para alimentos.
C+	El 89% cuenta con uno o más vehículos de transporte.
	El 91% cuenta con servicio de Internet fijo.
	El 31% de su gasto es para los alimentos.
C	En el 81% el jefe de familia tiene estudios superiores a la primaria.
	El 73% cuenta con servicio de Internet fijo.
	El 35% de los gastos es destinado a la alimentación y sólo el 9% a la educación.
C-	En el 73% el jefe de familia cuenta con estudios superiores a la primaria.
	El 47% cuenta con servicio de Internet fijo.
	El 38% del gasto es para alimentos.
D+	En el 62% el jefe de familia cuenta con estudios superiores a la primaria.
	El 19% cuenta con servicio de Internet fijo.
	El 41% de los gastos son para la alimentación y solamente el 7% para educación.
D	En el 56% el jefe de familia tiene estudios hasta la primaria.
	El 4% tiene servicio de Internet fijo.
	El 46% del gasto es para la alimentación.
E	En el 95% el jefe de familia no aprobó la educación primaria.
	Únicamente el 0.1% tiene servicio de Internet fijo.
	El 52% de su gasto es para alimentos y se le destina hasta el 5% a la educación.

Tabla 1.57. Principales características por nivel socioeconómico.

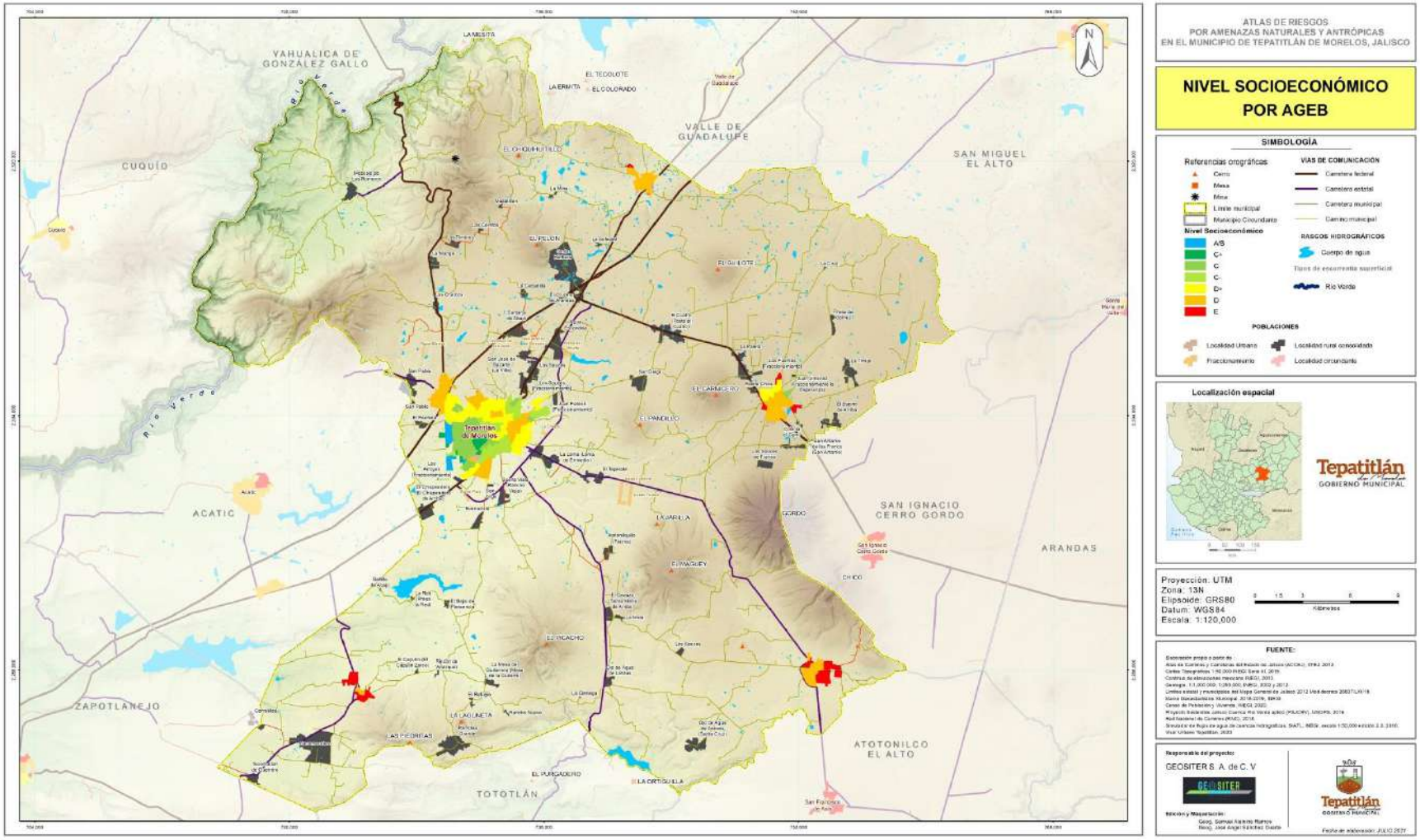
Fuente: AMAI, 10 agosto 2019.

El ejercicio llevado a cabo para Tepatitlán reveló que la presencia de niveles socioeconómicos más altos A/B es nula. Mientras que los niveles medio-alto apenas atiende al 5% de la población, 1% para C+ y 4% en C. Los niveles medio-bajo son los que tienen mayor peso demográfico al concentrar el 62% de la población urbana municipal, D+ contiene el 20% y D, el 42%. Por su parte, el nivel más bajo (E) refiere el 27%, siendo los habitantes con menor capacidad adquisitiva.

Nivel socio-económico	Población total	% Población total
A/B	39	0
C+	1,182	1
C	4,390	4
C-	6,799	6
D+	23,705	20
D	49,690	42
E	31,164	27
Total	116,969	100

Tabla 1.58. Población urbana por nivel socioeconómico en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: INEGI (SCINCE), 2010.



Mapa 1.24. Niveles socioeconómicos por AGEB.

Fuente: Elaboración propia.

Grado de marginación

El grado de marginación es una medida que representa un proceso excluyente del desarrollo y del disfrute de sus beneficios, además, permite diferenciar a las entidades de acuerdo a las carencias de la población, como resultado de la poca accesibilidad a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, percepción insuficiente de ingresos y residencia en localidades pequeñas. Por su parte, el índice de marginación es la unidad sintética global de la marginación socioeconómica. Entendiéndose como un fenómeno multidimensional, se construye a partir de indicadores de carencias o déficit en educación, vivienda, ingresos monetarios y de distribución de la población (CONAPO, 2015 y De la Vega, et al., 2011).

Primeramente, se consideran los datos arrojados por el Censo Nacional de Población y Vivienda de INEGI en el 2010, donde se separa a la población urbana de la población rural y posteriormente se toman los indicadores de la CONAPO en el 2015 a una escala municipal.

En Tepatitlán el 99% de la población urbana presenta al menos un grado de marginación, concentrándose el 61% en el medio, seguida por el bajo con 21% y sólo el 12% tiene un grado alto para el 2010. Por otro lado, la población rural, a un nivel general, el 96% de sus habitantes sufren de algún grado de marginación, siendo el nivel medio el más alto con el 50%, seguido por el alto con el 32%. El 14% de los residentes tienen un nivel bajo o muy bajo.

Población urbana			**Población rural**		
Grado de marginación	Población urbana	**% población urbana**	**Grado de marginación**	**Población urbana**	**% población rural**
Alto	14,018	12%	Alto	6,084	32%
Medio	71,651	61%	Medio	9,637	50%
Bajo	24,568	21%	Bajo	1,888	10%
Muy bajo	5,927	5%	Muy bajo	776	4%
Población con algún grado de marginación	116,164	99%	Población con algún grado de marginación	18,385	96%
Población urbana total	116,969	86%	Población rural total	19,154	14%
Población urbana y rural			136,123		

Tabla 1.59. Grado de marginación de población urbana y rural en Tepatitlán de Morelos, 2010.

Fuente: SCINCE 2010, INEGI.

Para el 2015, la CONAPO calcula el índice de marginación por entidad federativa y municipio, donde se señala que en Tepatitlán la marginación social es baja.

Índice de marginación	Grado de marginación
-1.37	Muy bajo

Tabla 1.60. Índice de marginación y grado de marginación municipal de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015, CONAPO.

1.6.2.3. Características educativas

Según la CONAPO, en el 2015 la población municipal de Tepatitlán, mayor de 14 años analfabeta es el 4.7% respecto del total, que se traduce en 6,741 habitantes. Por su parte, los habitantes del mismo grupo de edad con la primaria incompleta son el 21.7%, es decir, son 30,709 personas.

Población total	Población de 15 años o más analfabeta	Población de 15 años o más sin primaria completa
141,322	6,741	30,709
% Población total	4.7%	21.7%

Tabla 1.61. Población de quince años o más analfabeta o con primaria incompleta, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015, CONAPO.

Por su parte, INEGI en el 2015 señala que la mayor parte de la población mayor de 14 años, el 79.6%, tiene una educación hasta el nivel medio, de siete a doce años de estudio. Seguida por la que cursó de uno a seis años con el 16.15%. Por su parte, los habitantes sin grado académico apenas son el .21% de la población total, mientras que la que tiene un nivel universitario son el 3.32%.

Nivel educativo	Rango de años aprobados de estudio	Población total	% Población
Sin grado educativo	0	252	0.21
Básica	1 a 6	19,425	16.15
Media	7 a 12	95,811	79.67
Universitaria	13 a 16	3,890	3.23
Sin datos	SD	882	0.73

Tabla 1.62. Población por nivel educativo, Tepatitlán de Morelos 2015.

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.

1.6.2.4. Características fisionómicas-funcionales

Para el 2010, en el Censo de Población y Vivienda se encontró que, en las localidades urbanas, el 4% de su población contaba con algún tipo de discapacidad, concentrándose el 1.64% en los habitantes entre los 15 y los 56 años, seguida con un 1.57% por los adultos mayores de 60 años. Los niños menores de 14 años únicamente representan el 27%. En las localidades rurales, la población con alguna discapacidad es el 3%, siendo los habitantes entre 15 y 56 años son el 1.1% de esta población, seguidos por los mayores de 60 años con el .9%. Los menores de 14 años con discapacidad, únicamente son el 0.1% de la población rural. De las 567 personas, solo 268 cuentan con derechohabiencia a servicios de salud.

Para el 2016, en el Inventario Nacional de Vivienda realizado por INEGI, en el municipio, los habitantes que tienen discapacidades que los limitan físicamente son el 3% de la población total municipal, es decir, 3,485 personas.

Población urbana	Población con discapacidad	Por rango de edad			Con derechohabiencia
		0 a 14 años	15 a 56 años	Más de 60 años	
116,969	4,468	315	1,922	1,831	2,951
% Población urbana	4%	0.27%	1.64%	1.57%	2.52%
Población rural	**Población con discapacidad**	**Por rango de edad**			**Con derechohabiencia**
		0 a 14 años	**15 a 56 años**	**Más de 60 años**	
19,154	567	28	216	181	268
% Población urbana	3%	0.1%	1.1%	0.9%	1.4%

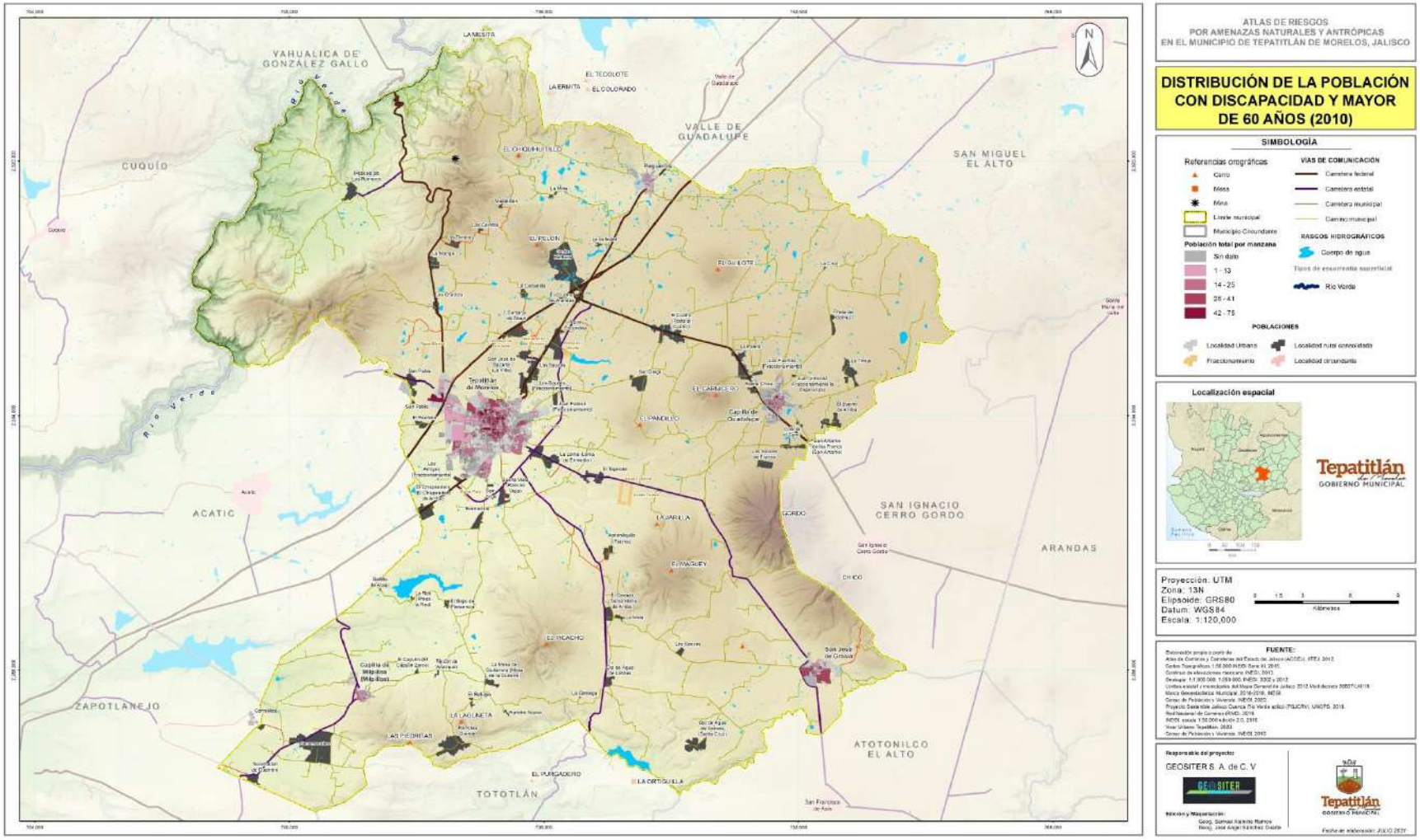
Tabla 1.63. Población urbana con discapacidad por rango de edad y con derechohabiencia en servicios de salud, Tepatitlán de Morelos.

Fuente: SCINCE 2010, INEGI.

Población total	Población con limitaciones físicas
120,260	3,485
% Población total	3%

Tabla 1.64. Población con limitaciones físicas en Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016, INEGI.



Mapa 1.25. Población con discapacidad.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.2.5. Características idiomáticas

En Tepatitlán la población que habla alguna lengua indígena es un grupo minoritario, sólo 250 personas de las 127,799 que conforman la población de 3 años y más, reportó hablar una lengua indígena y español. Son los jóvenes y adultos cuyas edades van desde los 15 a 54 años quienes concentran dicha característica, sin embargo, se reitera la ausencia de un conjunto de población que debido a su desconocimiento del idioma español pudiera verse más afectado en caso de un siniestro.

Grupos quinquenales de edad	Población de 3 años y más	Condición de habla indígena					
		Habla lengua indígena				No habla lengua indígena	No especificado
		Total	Habla español	No habla español	No especificado		
Total	127,799	250	87	1	162	127,109	440
03-04 años	5,572	7	0	0	7	5,455	110
05-09 años	14,395	19	1	0	18	14,315	61
10-14 años	14,110	12	0	0	12	14,061	37
15-19 años	14,268	22	6	0	16	14,214	32
20-24 años	12,686	19	12	0	7	12,625	42
25-29 años	10,905	27	12	0	15	10,852	26
30-34 años	9,750	21	9	1	11	9,700	29
35-39 años	9,582	26	8	0	18	9,530	26
40-44 años	8,225	22	13	0	9	8,188	15
45-49 años	6,700	16	6	0	10	6,679	5
50-54 años	5,450	21	8	0	13	5,417	12
55-59 años	4,113	9	3	0	6	4,100	4
60-64 años	3,571	13	4	0	9	3,544	14
65 años y más	8,472	16	5	0	11	8,429	27

Tabla 1.65. Condición de habla indígena y condición de habla española por grupos de edad, 2015.

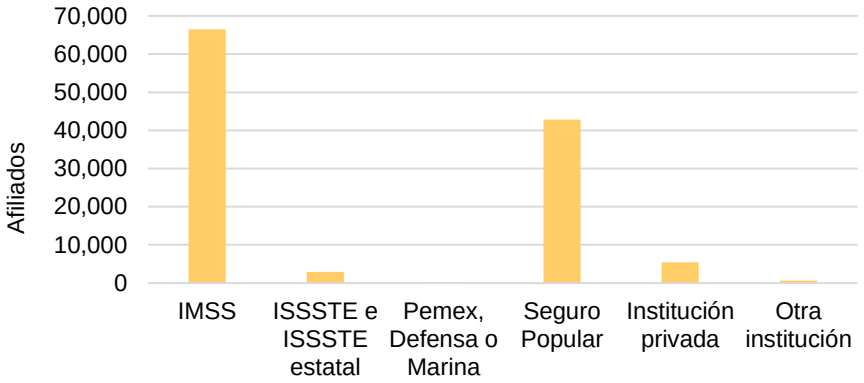
Fuente: Elaboración propia a partir de Censo Población y Vivienda (INEGI, 2010).

1.6.2.6. Características vitales

Derechohabiencia a servicios de salud

De acuerdo con cifras de la Encuesta Intercensal (2015), el 81.24% de la población municipal se encuentra afiliada a algún servicio de salud y el 18.76% restante, que equivale a 26,401 personas, no cuentan con adscripción a ninguna institución médica. Más de la mitad de los derechohabientes están afiliados al IMSS (57.91%) y un poco más de la tercera

parte al desaparecido Seguro Popular (37.33%), lo que significa que, en Tepatitlán, la seguridad social depende mayormente de las prestaciones laborales que ofrece el trabajo formal y otro gran sector de la población lo hizo desde una política pública que buscaba brindar protección universal sin importar la condición laboral.



Gráfica 1.8. Condición de afiliación a servicios de salud, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).

Finalmente es importante señalar la existencia de un importante déficit de médicos entre la población. De acuerdo con la OCDE (2017), México tiene 2.4 médicos por cada 1000 habitantes frente al promedio de 3.4 que se estimó para los países integrantes de la organización, por lo que dicha situación indudablemente afecta la frecuencia y calidad de la atención medica recibida. Es así, que dicho escenario se agrava en el municipio dado que la tasa de médicos por cada mil habitantes no supera las dos unidades.

Año	Médicos por cada 1,000 habitantes
2005	1.2
2006	1.5
2007	1.5
2008	0.9
2009	1.9
2010	1.9

Tabla 1.66. Médicos por cada mil habitantes, 2005-2010.

Fuente: Elaboración propia a partir de INAFED.

Mortalidad

La tasa bruta de mortalidad expresa “la frecuencia con que ocurren las defunciones en una población dada” (CELADE, 2009) y se obtiene al dividir el número de defunciones entre la población total por mil. En la década de 1990 el indicador registró cinco muertes por cada mil habitantes y a lo largo de los siguientes quinquenios se mantuvo relativamente estable hasta el año de 2005, cuando la tasa sufrió un ligero cambio y pasa de 5.45 a 6.55 defunciones por cada mil personas.

Año	Población total	Defunciones generales	Tasa bruta de mortalidad
1990	92,395	467	5.05
1995	109,300	544	4.98
2000	119,197	606	5.08
2005	126,625	690	5.45
2010	136,123	891	6.55
2015	141,322	936	6.62

Tabla 1.67. Defunciones generales, 1990-2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas Vitales-Mortalidad (INEGI).

Las principales causas de muerte para los cortes temporales 2010 y 2015, corresponden, en orden de importancia, a enfermedades del aparato respiratorio; enfermedades isquémicas del corazón y aquellas relacionas con padecimientos endocrinos y metabólicos. Por lo que respecta a defunciones accidentales o violentas, éstas representan el 10.33% y el 3.42% del total de los decesos registrados para ambos años, siendo la vía pública (calles o carreteras) el principal sitio donde ocurrió la lesión que causó la muerte.

Sitio de ocurrencia de la lesión	2010	%	2015	%
Vivienda particular	9	9.78	4	12.50
Calle o carretera (Vía pública)	51	55.43	17	53.13
Área deportiva	0	0.00	0	0.00
Escuela u oficina pública	0	0.00	0	0.00
Otro	4	4.35	0	0.00
Vivienda colectiva	0	0.00	1	3.13
Área comercial o de servicios	0	0.00	0	0.00
Área industrial (taller, fabrica u obra)	1	1.09	0	0.00
Granja (rancho o parcela)	4	4.35	2	6.25
No especificado	23	25.00	8	25.00
Total	92	100.00	32	100.00

Tabla 1.68. Defunciones generales, 2010-2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas Vitales-Mortalidad (INEGI).

1.6.3 Características sintéticas del territorio

Se considera como características sintéticas del territorio las estrategias oficiales de ocupación del mismo basadas en una suma de análisis de los tópicos ambientales, es decir los instrumentos de planeación territorial soportados en análisis de aptitud del suelo. La metodología de este presente Atlas parte de la convicción, que el análisis del riesgo se encuentra intrincadamente relacionada con el análisis de aptitud del suelo por medio de la suma de variables. Prueba de ello son los escenarios estratégicos de planeación que ilustran la estructura urbana necesaria, la clasificación de áreas y su derivada zonificación, parte de su viabilidad responde al aseguramiento de la ausencia de peligro, es decir a la certeza del riesgo presentado y analizado. El uso del suelo se restringe en la medida que elementos o dinámicas amenazantes sean inevitable o esperables.

Para este Atlas se consultaron fuentes oficiales como el repositorio virtual del Ayuntamiento, específicamente el contenido correspondiente al Artículo 15 de la Ley de Transparencia. Reconociéndose así los instrumentos de planeación territorial expeditos y así ingresar su contenido al análisis del riesgo.

Con el fin de poder orientar el análisis sobre los instrumentos de planeación territorial de ámbito urbano, se re-conceptualizó según su escala de proceso los dos tipos de instrumentos expedidos para Tepatitlán:

- Planes de Desarrollo Urbano Centro Población (PDUCP): refieren a porciones territoriales en expansión y por ende con necesidad de regulación, los centros de

población pueden entenderse como localidades de clasificación urbana con un grado de consolidación e integración. Dicho crecimiento exponencial regido por la propia dinámica acumulativa economía de la localidad, amerita distinguir los riesgos en zonas colindantes o los procesos genético de siniestros si se pretende dar certidumbre a la zonificación estratégica proyectada. En Tepatitlán de las cinco localidades urbanas registradas por INEGI solo una no cuenta con un PDUCP que es Capilla de Milpillas. La cabecera es la única que tiene una actualización fruto de la presión de los agentes territoriales, las otras distan de nuevos ajustes.

- Planes Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU): corresponde a la escala de procesos que designan o seleccionan un lugar o sector del territorio geométricamente representado con ciertas pretensiones de ser ocupado. Su encuadre topográfico es planeado con la intención de especificar el orden espacial de elementos que guardan cierta armonía uniforme a un proyecto de ocupación relevante. Existen casos donde la valoración es de corte patrimonial, habitacional, industrial o mixta. Se diferencia de los PDCP por su contenido que amerita una mayor especificación, como la designación de zonificación secundaria o viabilizar el emplazamiento de proyectos donde no se aplique un PDUCP. Tepatitlán cuenta con cinco PPDU, uno de ellos sobre el centro histórico de Tepatitlán cabecera, dos de extensión urbana y los dos restantes de índole industrial.

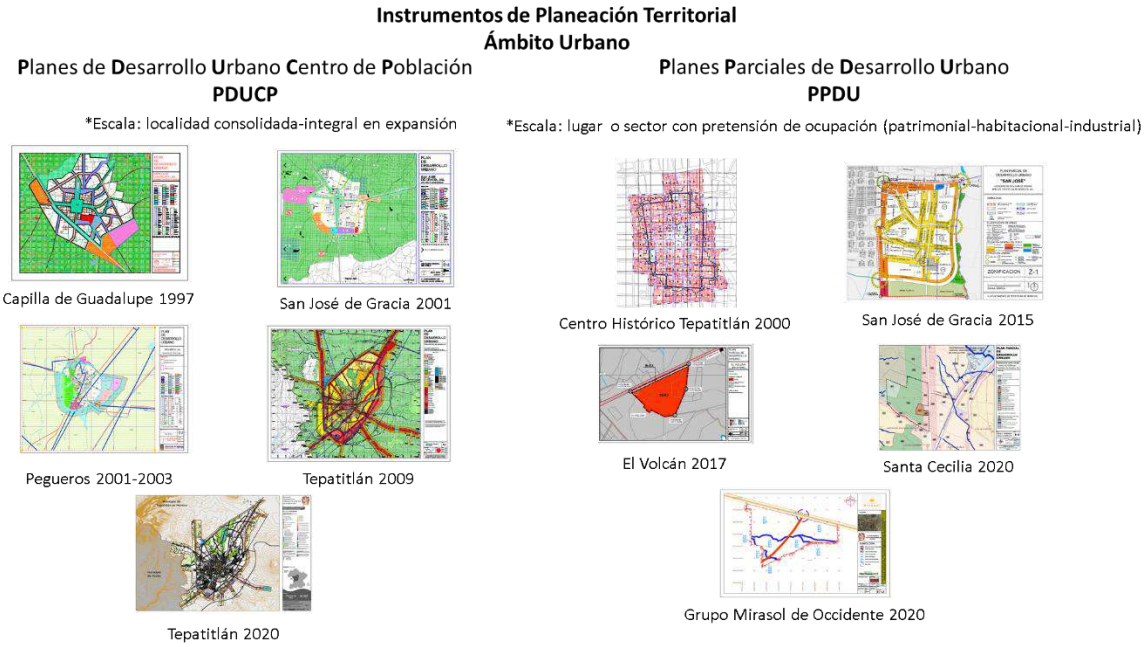


Figura 1.19. Instrumentos de Planeación Territorial Ámbito Urbano.

Fuente: Página web Ayuntamiento de Tepatitlán Artículo 15.

-

- Estos instrumentos de planeación urbana son de segundo orden derivados del Programa Municipal de Desarrollo Urbana (PMDU) que determina la zonificación primaria a escala municipal. Los PDUCP se centran en el sistema de ciudades dentro del municipio, mientras que los PPDU corresponden a sectores de la ciudad, ambos tipos de instrumentos se sustentan sobre la zonificación secundaria.
- El Atlas de Riesgo como el Programa de Ordenamientos Ecológico Local (POEL) proporcionan un basamento a los instrumentos del ámbito urbano, ya que son considerados por ley instrumentos de referencia, aportando los parámetros para condicionar el desarrollo urbano bajo términos de factibilidad del desarrollo (fuera de zonas de riesgo) y sustentabilidad.
- Este grupo de estudios conforman el Sistema Integral de Planeación Municipal, muchos municipios en la nación no cuentan con el paquete completo o el orden de su confección no es el adecuado. Dentro de la Gestión Integral del Riesgo (GIR) y el Análisis Integral del Riesgo (AIR), se considera que toda cartografía de carácter resolutorio de estos distintos instrumentos identifica peligros, amenazas y riesgos, pero solo el Atlas de Riesgo condensa una evaluación más pormenorizada.

Figura 1.20. Sistema Integral de Planeación Municipal.

Fuente: Elaboración propia, interpretación de leyes.

2. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS

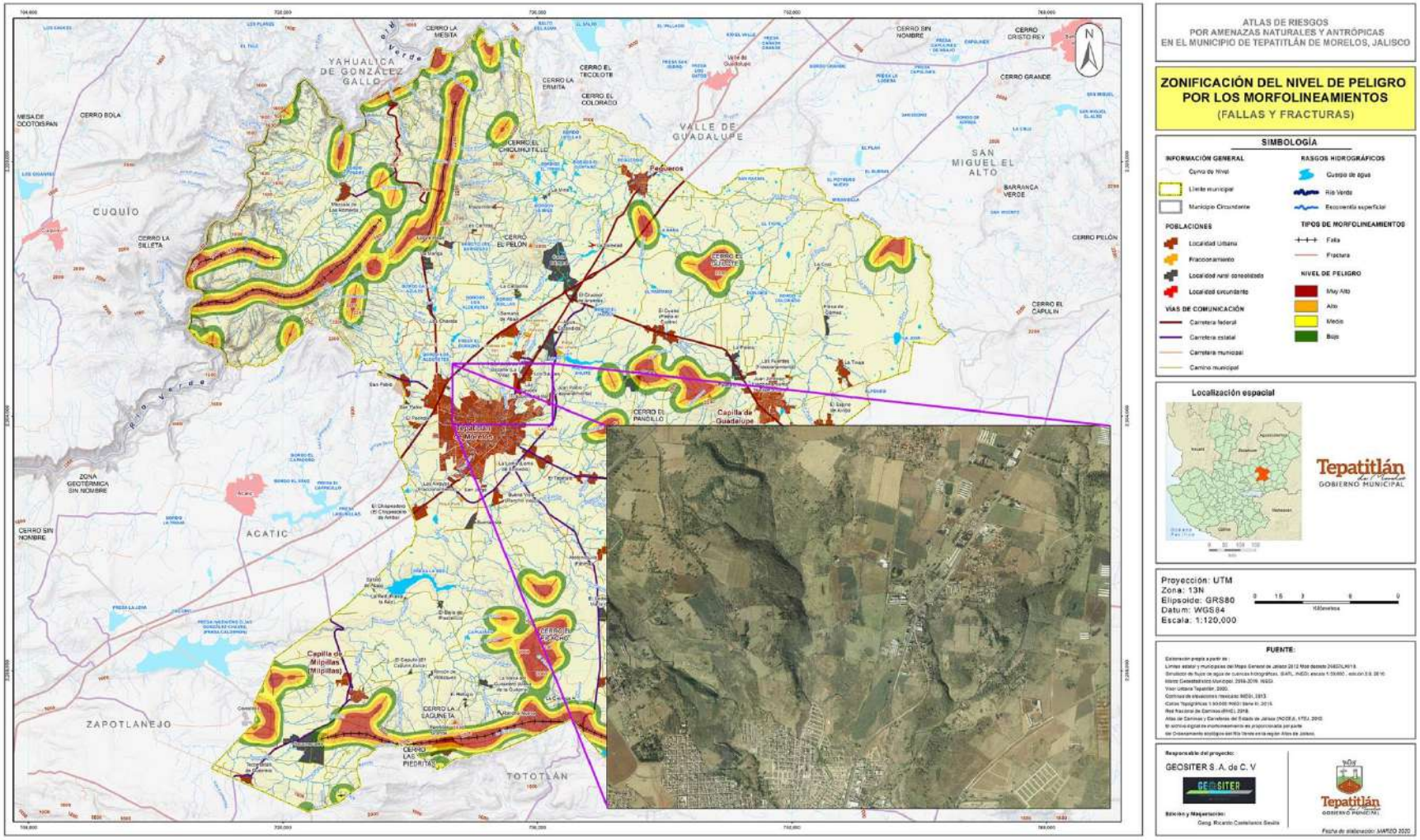
2.1. FALLAS Y FRACTURAS

El municipio de Tepatitlán de Morelos presenta una serie de morfolineamientos que se encuentran distribuidos a lo largo de su área de jurisdicción. Estas disecciones estructurales, están relacionadas principalmente por los emplazamientos epirogénicos, en relación con la Faja Volcánica Transmexicana y con la deformación ejercida por parte de la subducción de la placa Norteamericana y con la placa del Pacífico (bloque de Jalisco); véase en el capítulo I, en el subcapítulo de Geología.

Generalmente estas discordancias estructurales están presentes y con cierta severidad y peligrosidad, aunque su incidencia está relacionada de manera indirecta para condicionar la severidad y potencializarse con otro tipo de peligros, tal como es el caso de la inestabilidad de la vertiente por los procesos gravitacionales, amplificación de los movimientos telúricos y la formación sufusión (hundimientos y/o agrietamiento).

Dentro del área de estudio se puede apreciar que hay varios tipos de morfolineamientos, que son las fallas activas y las fallas pasivas, y las fracturas (diaclasamientos). Las fallas pasivas, son aquellas que no presentan desplazamientos aparentes y son activadas cuando se generan movimientos telúricos aparentes en la zona con base a fallas activas y principales. Por otro lado, las fallas activas son aquellas que pueden presentar movimientos imperceptibles, además pueden desencadenar microsismos en una región determinada (enjambres sísmicos).

Los morfolineamientos que se encuentran localizados dentro del área de estudio, se localizan principalmente en las zonas de mayor deformación de la corteza terrestre, como son los sistemas montañosos, aparatos volcánicos aislados y en las fosas tectónicas (Mapa 2.1).



Mapa 2.1. Zonificación del nivel de peligro por los morfolineamientos.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. SISMOS

Los sismos también conocidos como movimientos telúricos, es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sobre la corteza terrestre (Pedroza, 1996).

Los movimientos telúricos son atribuidos principalmente a las fallas activas. Además, se producen de manera periódica o esporádica, es decir, donde se presentó un sismo seguramente volverá a ocurrir en otro periodo, con la misma fuerza que el anterior por lo menos, pero no se puede determinar es en qué momento sucederá.

La República Mexicana cuenta con un total de 65,535 eventos de sismo registrados de 1911 al 2020; de los cuales, 43,826 son de eventos de menor magnitud y representan el 66.87% de los sismos que se han presentado en el país. Sin embargo, solamente los sismos de mayor magnitud tienen una cuantificación de 291 sismos y representa el 43.13%.

Los sismos más representativos en la región occidental de la República Mexicana en cuanto a magnitud, y que han generado mayor número de pérdidas materiales y de vidas humanas, son los sismos que se manifestaron en los años de 1875, 1912, 1932, 1941, 1995y 2003.

2.2.1. Zonificación del peligro por los fenómenos sísmicos

De acuerdo con la regionalización del peligro por las incidencias ocasionadas por los movimientos telúricos en nuestro país, por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE; citado en CENAPRED, 2006); el municipio de Tepatitlán se encuentra localizado en la región B. Esta región se caracteriza por presentar sismos de magnitud que van de media a alta pero no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo en periodos de retorno de 10 y 100 años.

El estado de Jalisco se caracteriza por grandes calamidades relacionadas con los movimientos telúricos de gran magnitud, tal como fueron los ocurridos los días 3 junio de 1932 con un Ms=8.2 y el 18 de junio del mismo año con Ms=7.8.

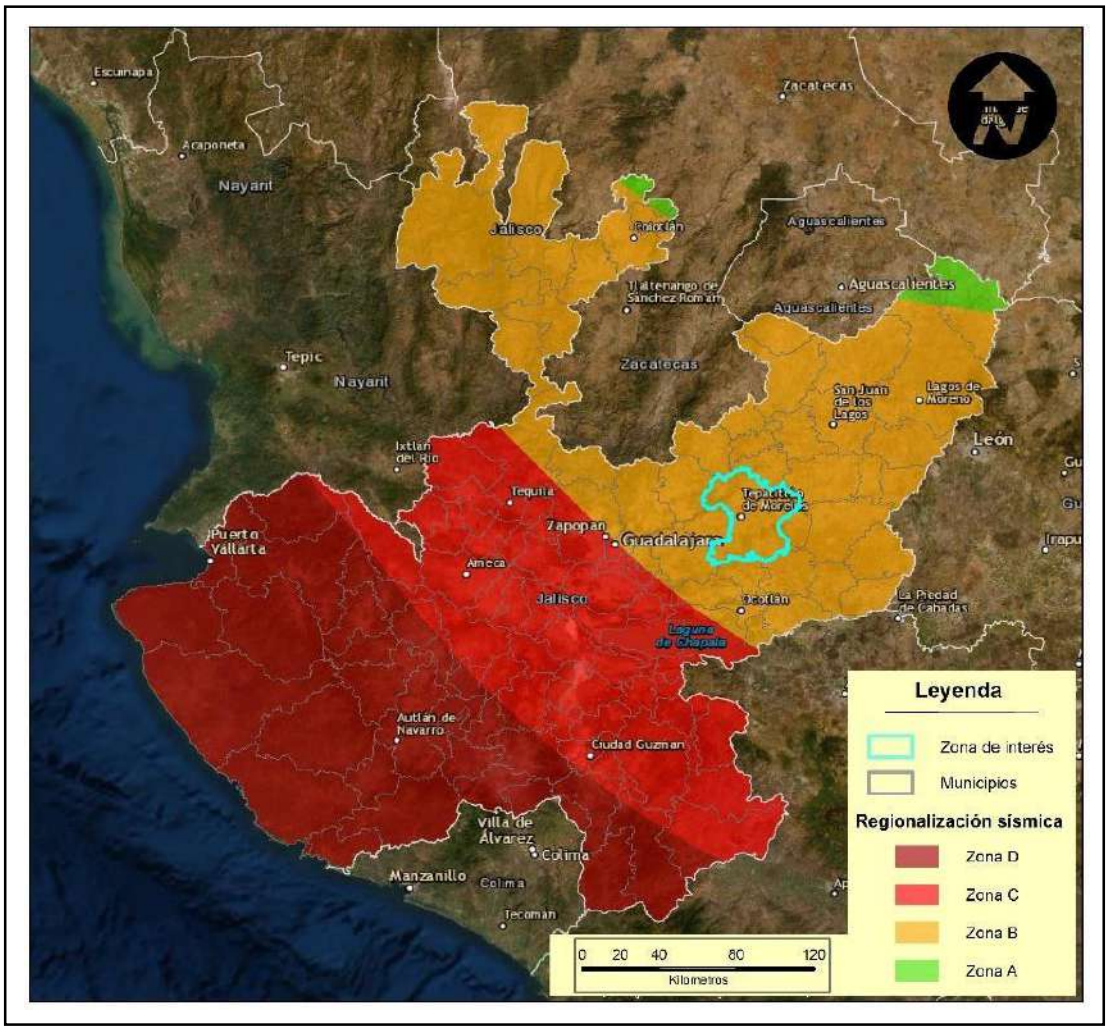


Figura 2.1. Regionalización de los diferentes niveles peligros por la magnitud sísmica para el estado de Jalisco.

Fuente: Atlas Nacional de riesgo, 2020.

2.2.1.1. Aceleración Sísmica

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una cuantificación directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio (g = 9.81 m/s2). Los daños estructurales están íntimamente relacionados con la velocidad y la aceleración símica, y no con la magnitud del temblor. En terremotos moderados, la aceleración es un indicador preciso de los daños que se podrían generar por la inestabilidad del suelo. Mientras que en los movimientos telúricos de mayor aceleración, las pérdidas materiales serán mayores. En la siguiente Tabla se aprecian los intervalos de intensidad sísmica a lo largo del estado de Jalisco y sus respectivos periodos de retornos en 10, 100 y 500 años.

PERIODOS DE RETORNO (AÑOS)	ACELERACIONES MÁXIMAS (M/S^2)
10	80-103
50	149-235
100	190-298
500	405-585
1000	492-711

Tabla 2.1. Periodos de retorno y aceleraciones máximas.

Fuente: CENAPRED, 2006.

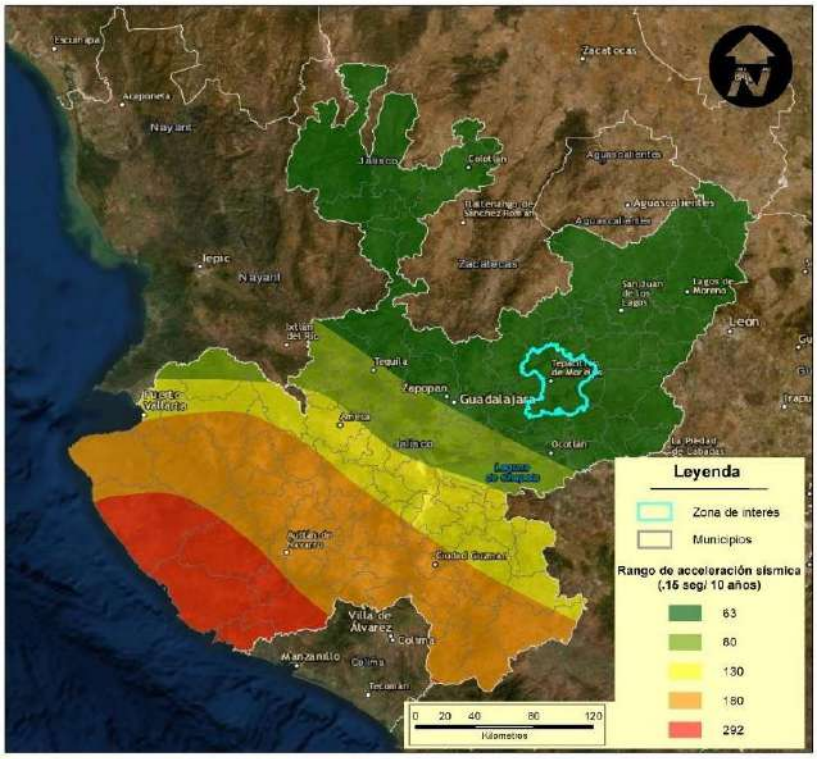


Figura 2.2. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 10 años.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo, 2020.

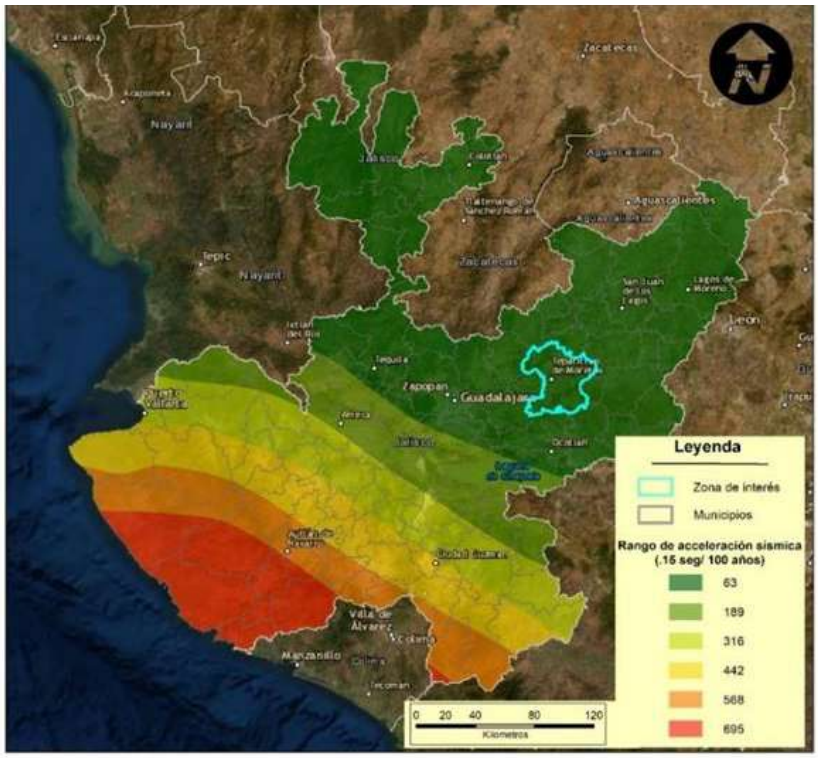


Figura 2.3. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 100 años.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo, 2020.

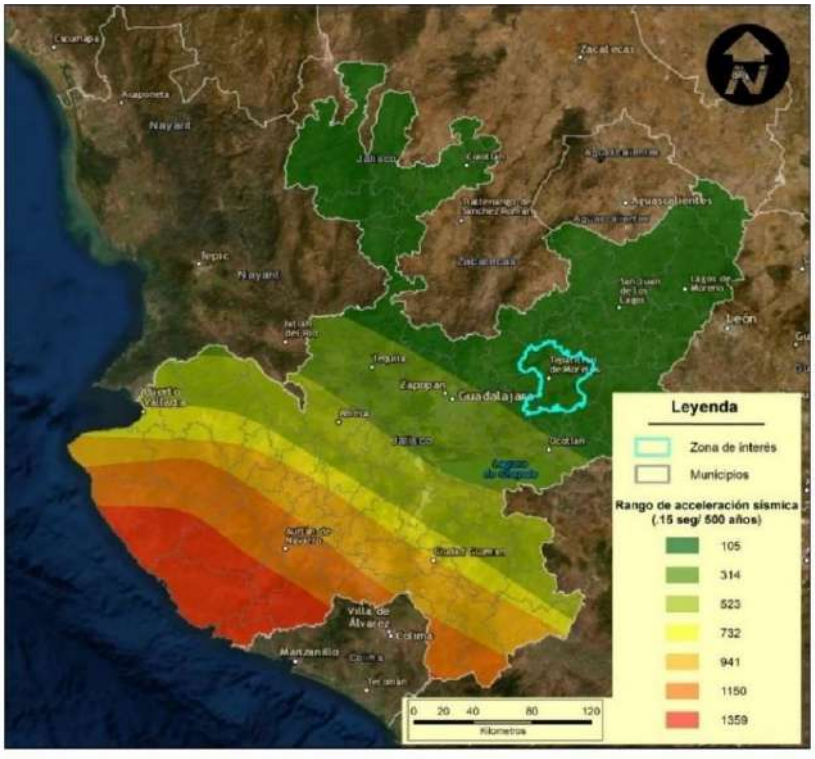


Figura 2.4. Valores de aceleración máxima del terreno para periodo de retorno de 500 años.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo, 2020.

Estudios realizados en 2006 por parte de CENAPRED, concluyeron que los daños generados por los movimientos telúricos están influenciados directamente por la aceleración sísmica. Además, las características físicas del suelo y de las unidades litológicas, infieren en la amplificación de las ondas sísmicas y la intensidad; los edificios y la infraestructura urbana fueron afectados por la velocidad y la aceleración, y no por la magnitud del temblor.

Por otra parte, las cuestiones de longevidad de la construcción también es un factor detonante para generar daños, pérdidas materiales y de vidas humanas, ya que las construcciones más antiguas son más propensas a presentar daños o a colapsar; no soportan las sobrecargas y las presiones estructurales ejercidas por las ondas sísmicas. Además, la negligencia de permitir la construcción en zonas no aptas y/o que no cumplen las normas establecidas para la construcción, también son factores cruciales que causan pérdidas.

En la siguiente tabla se aprecian los diferentes tipos de intervalos de afectaciones que están influenciados por la aceleración sísmica para el estado de Jalisco.

ACELERACIÓN SÍSMICA (G)	POTENCIAL DE DAÑO
< 0.1 - 3.4	Ninguno
3.4 - 8.1	Muy leve
8.1 - 16	Leve
16 - 31	Moderado
31 - 60	Moderado a fuerte
60 - 116	Fuerte
> 116	Muy fuerte

Tabla 2.2. Nivel de peligro por el tipo de la aceleración sísmica.
Fuente: CENAPRED, 2001.

Con base al cuadro y las figuras anteriores, se puede sintetizar que el municipio de Tepatitlán de Morelos se encuentra categorizado, de ser propensa a manifestarse aceleraciones sísmicas de 80 m/s (PR de 10 años; sismos ordianarios), y pueden presentarse aceleraciones de 100 m/s hasta de 189 m/s, con periodos de retorno de 500 años; a estos eventos telúricos de mayor proporción se les conoce como “The big one”.

MUNICIPIO	A MÁXIMA (GAL) PARA Tr=10 años	A MÁXIMA (GAL) PARA Tr=100 años	A MÁXIMA (GAL) PARA Tr=500 años
Tepatitlán Jalisco	63	63	105

Tabla 2.3. Periodos de retorno por la aceleración sísmica en el municipio de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2. Magnitud Sísmica

Las escalas de magnitud sísmica se usan para describir la fuerza o el "tamaño" general de un terremoto. Generalmente se determinan a partir de las mediciones de las ondas sísmicas de un terremoto registradas en un sismograma. Estas varían según el tipo y componente de las ondas sísmicas medidas y los cálculos utilizados.

Según varios autores, los sismos se pueden manifestar en diversas magnitudes, principalmente de acuerdo a la génesis de liberación de energía, la profundidad, orientación y amplitud.

A continuación, se describen los efectos típicos de los sismos en sus diversas magnitudes, cerca del epicentro de acuerdo a la escala establecida por parte de Richter (Tabla 2.4).

MAGNITUD EN ESCALA RICHTER EN GRADOS	EFECTOS DEL TERREMOTO
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos enáreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
Mayor de 8	Destrucción total a comunidades cercanas

Tabla 2.4. Escala de magnitud sísmica de Richter.

Fuente: CENAPRED, 2001.

Con base a la captura de los registros históricos y con un rango temporal de 107 años, de 1911 al 2020; se tiene con un total de 73, 445 eventos telúricos, de los Con base a la captura de los registros históricos y con un rango temporal de 109 años, de 1911 al 2020;

se tienen un total de 73,445 eventos telúricos, de los cuales, el año 2015, presentó el mayor número de eventos registrados en esta región, con un total de 104, un evento de gran magnitud en los estados de Jalisco y Colima en la actualidad, fue en el año del 2003 con una magnitud de 7.6 en la escala de Richter. Por otra parte, el sismo de mayor magnitud en dichos estados durante el siglo XX, fue en el año de 1932; con 8.1 grados en la escala de Richter, dicho año ocurrieron 5 sismos en total.

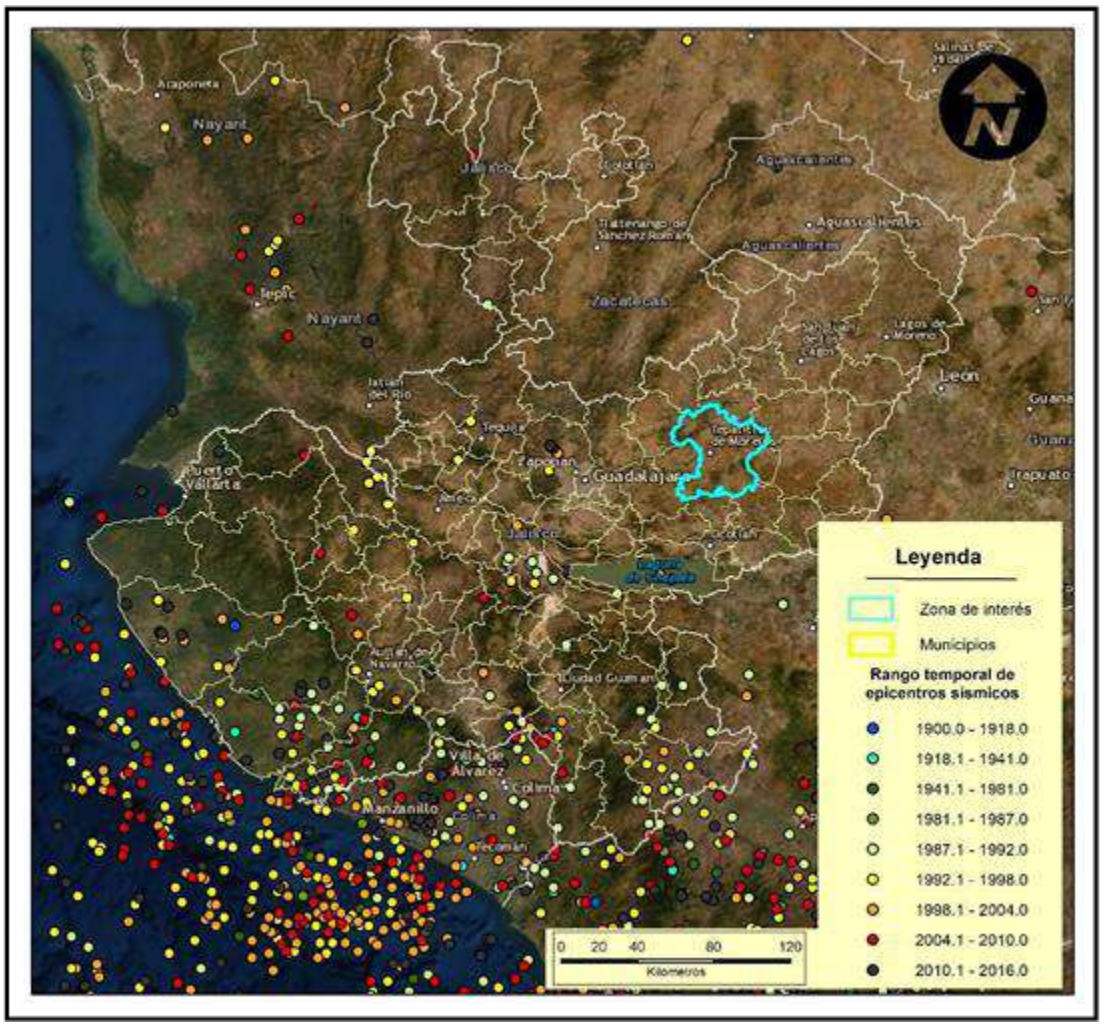


Figura 2.5. Distribución espacial de los epicentros en la región occidental de la República Mexicana.
Fuente: Servicio Sismológico nacional (SSN) (2020).

Año	TOTAL DE EVENTOS	Año	TOTAL DE EVENTOS
2015	104	1994	33
1995	99	1986	15
2002	98	1979	14
2003	80	1980	12
2013	75	1981	8
2001	72	1974	7
2007	71	1975	7
1989	68	1982	7
2012	68	1983	7
1997	67	1976	6
2006	65	1932	5
2000	61	1978	5
1988	58	1987	5
2004	57	1984	3
2009	53	1900	2
1992	51	1977	2
2010	51	1908	1
1991	47	1911	1
2008	47	1918	1
2014	47	1921	1
1996	46	1925	1
1999	46	1933	1
1990	42	1934	1
1998	42	1935	1
2005	40	1941	1
2011	40	1973	1
1985	37	2016	1
1993	35		

Tabla 2.5. Cuantificación de eventos por actividad sísmica expresada manera anualmente, desde 1911 a 2015.

Fuente: Elaboración propia con base a los registros históricos por parte de SSN, 2020.

Fotografía 2.1. Perdida materiales durante el sismo de 1995 en la ciudad de Colima, Colima.
Fuente: https://diariodecolima.com/noticias/detalle/2019-01-21-a-16-aos-del-primer-gran-sismo-del- siglo

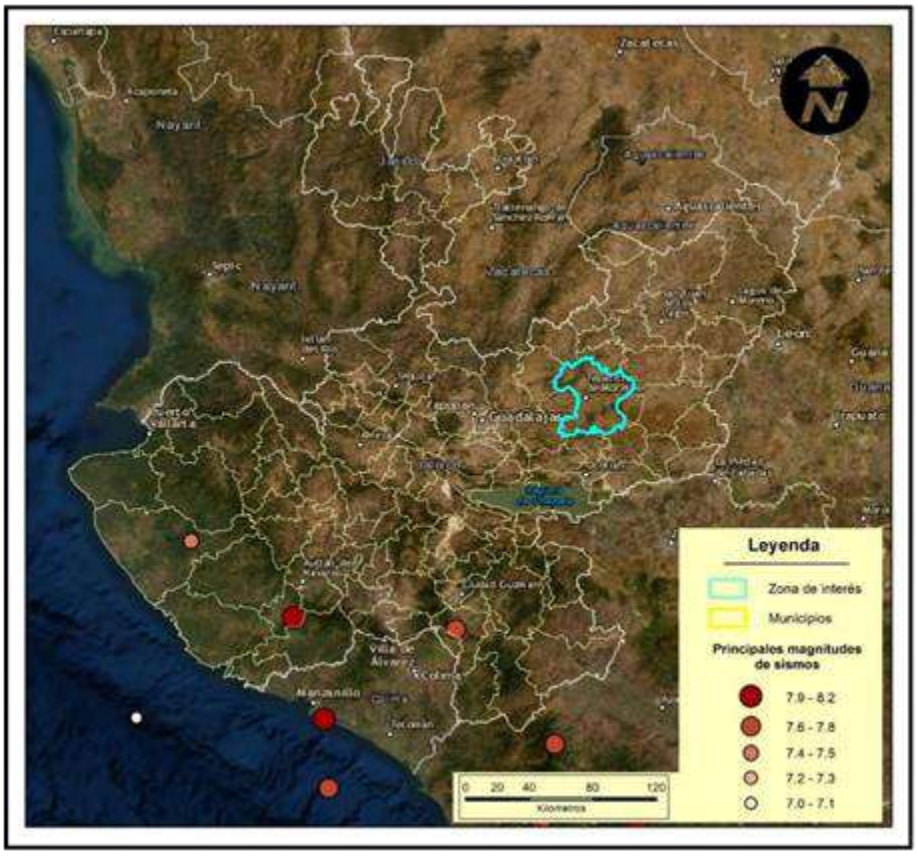


Figura 2.6. Distribución espacial de los epicentros y el tipo de magnitud manifestado.
Fuente: Elaboración propia con base a los registros históricos por parte de USGS, 2020.

Con base a la siguiente tabla 6, se pudo obtener la estimación del periodo de retorno de las magnitudes que se podrían presentar en el estado de Jalisco. Los sismos de

magnitudes de 8 a 8.2 tienen un periodo de retorno de 63 años aproximadamente. En cuanto los sismos de magnitudes de 7.4 a 7.8 tienen una ocurrencia aproximada de 30 a 54 años y por último, las magnitudes sísmicas de 7.3 a 7 tienen una ocurrencia aproximada de 23 a 30 años para que se pueda presentar nuevamente la liberación de energía endógena.

Año	MAGNITUD
1932	8.2
1985	8.1
1995	8
1932	7.8
1911	7.6
1941	7.6
1973	7.6
1985	7.6
2003	7.6
1900	7.4
1981	7.3
1997	7.1
1934	7
1986	7
2000	7

Tabla 2.6. Distribución espacial de los epicentros y el tipo de magnitud manifestado.
Fuente: Elaboración propia con base a los registros históricos por parte de USGS, 2020.

2.2.1.3. Intensidad Sísmica

La intensidad sísmica es la medida cualitativa que mide a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras; en relación con la velocidad y la aceleración del temblor, por lo que no está totalmente determinada por su magnitud, sino que se basa en sus consecuencias empíricamente observadas.

La escala de Mercalli se basó en la simple escala de diez grados formulada por Michele Stefano Conte de Rossi y François-Alphonse Forel. La escala de Rossi-Forel era una de las primeras escalas para medir la intensidad de eventos sísmicos. En décadas anteriores fue modificada por diversos autores y finalmente en el año de 1932 fue mejorada

por Charles Richter, con la finalidad de reflejar con mayor precisión los daños causados por los sismos. Por estos cambios generados, en la actualidad la escala se conoce como, “la escala de Mercalli Modificada” (MM). En la siguiente tabla, se aprecian las modificaciones para estivar el grado afectaciones que puede presentar un sismo de acuerdo a la percepción de daños generados.

Escala	Descripción
I.	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV.	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V.	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de arboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI.	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII.	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII.	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX.	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
X.	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos, destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI.	Pocas o ninguna obra de mampostería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII.	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Figura 2.7. Escala de intensidad sísmica de Mercalli Modificada-Abreviada.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED, 2001.

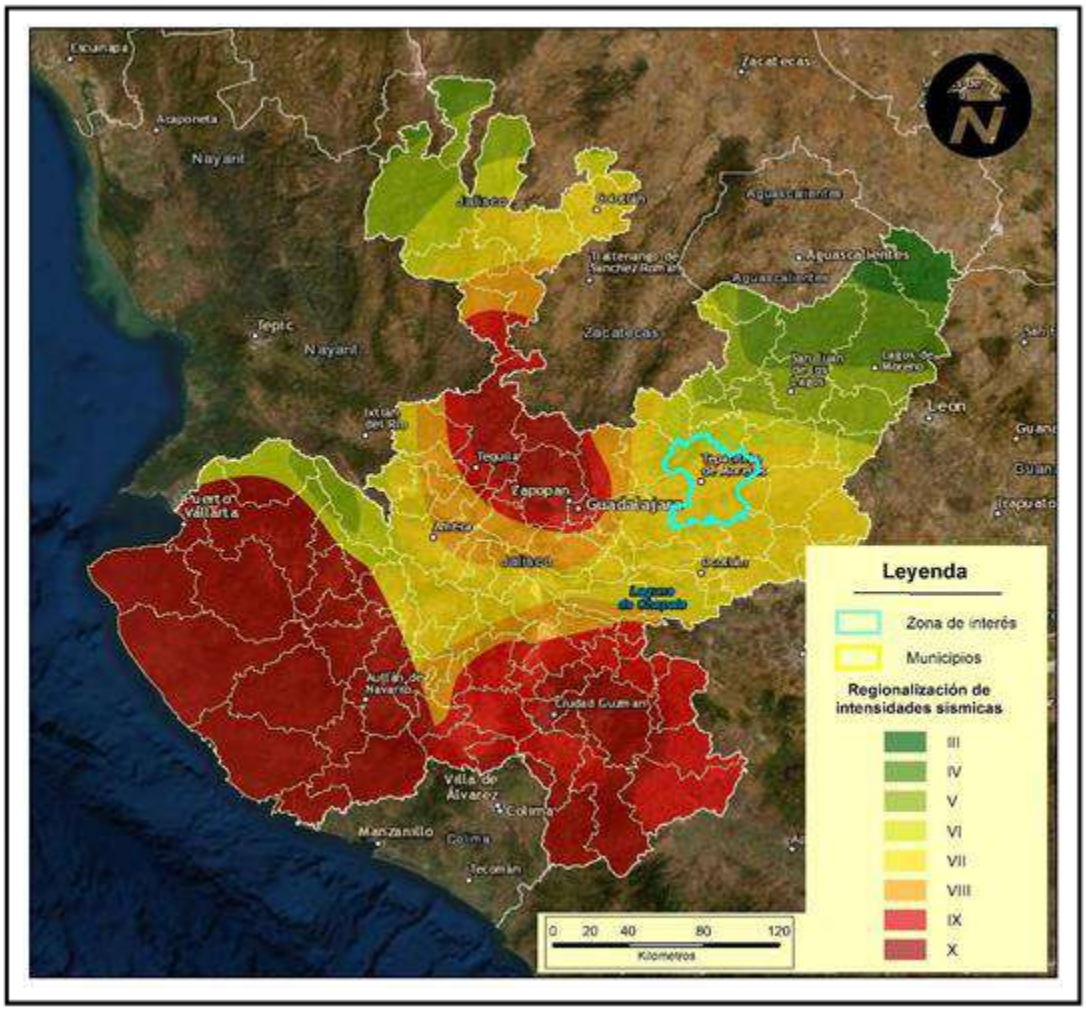


Figura 2.8. Regionalización por los diferentes tipos de intensidades que se podrían presentar en el estado de Jalisco.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED, 2020.

ESCALA DE MERCALLI	ACELERACIÓN SÍSMICA (G)	PERCEPCIÓN DEL TEMBLOR	POTENCIAL DE DAÑO
I	< 0.1	No apreciable	Ninguno
II-III	0.1 - 1.1	Muy leve	Ninguno
IV	1.1 - 3.4	Leve	Ninguno
V	3.4 - 8.1	Moderado	Muy leve
VI	8.1 - 16	Fuerte	Leve
VII	16 - 31	Muy fuerte	Moderado
VIII	31 - 60	Severo	Moderado a fuerte
IX	60 - 116	Violento	Fuerte
X+	> 116	Extremo	Muy fuerte

Tabla 2.7. Escala de percepción sísmica y los posibles daños ocasionados por la intensidad sísmica.

Fuente: CENAPRED, 2006.

Uno de los principales sismos que se han manifestado en la República Mexicana con repercusiones históricas en el estado de Jalisco y que no está relacionado directamente por la liberación de energía sino por la subducción entre la placa oceánica del Pacífico con respecto con la placa Norteamericana, es el sismo que se presentó en el año de 1875.

Este acontecimiento ocurrió más precisamente el día de 18 de Febrero de 1875. Su genesis de liberación de energía está relacionado con la interacción de dos placas continentales (riffs continentales); con la placa Norteamérica y con el Bloque de Jalisco. Además, su epicentro se manifestó dentro en el área de jurisdicción del municipio de San Cristóbal de la Barranca.

Este evento telúrico se caracteriza por haber sido catastrófico al alcanzar los niveles máximos de severidad sísmica; con una intensidad de X y en el municipio de Tepatitlán, tuvo una percepción del nivel de severidad de VII.

AÑO	INTENSIDAD
11/02/1875	IV
18/02/1875	VII
23/02/1875	I - IV
14/07/1875	I - IV
05/08/1875	I - IV
19/01/1900	I - IV
19/07/1927	V
25/07/1927	V
9/10/1995	IV

Tabla 2.8. Severidades Sísmicas más representativas para el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Fuente: Elaboración propia.

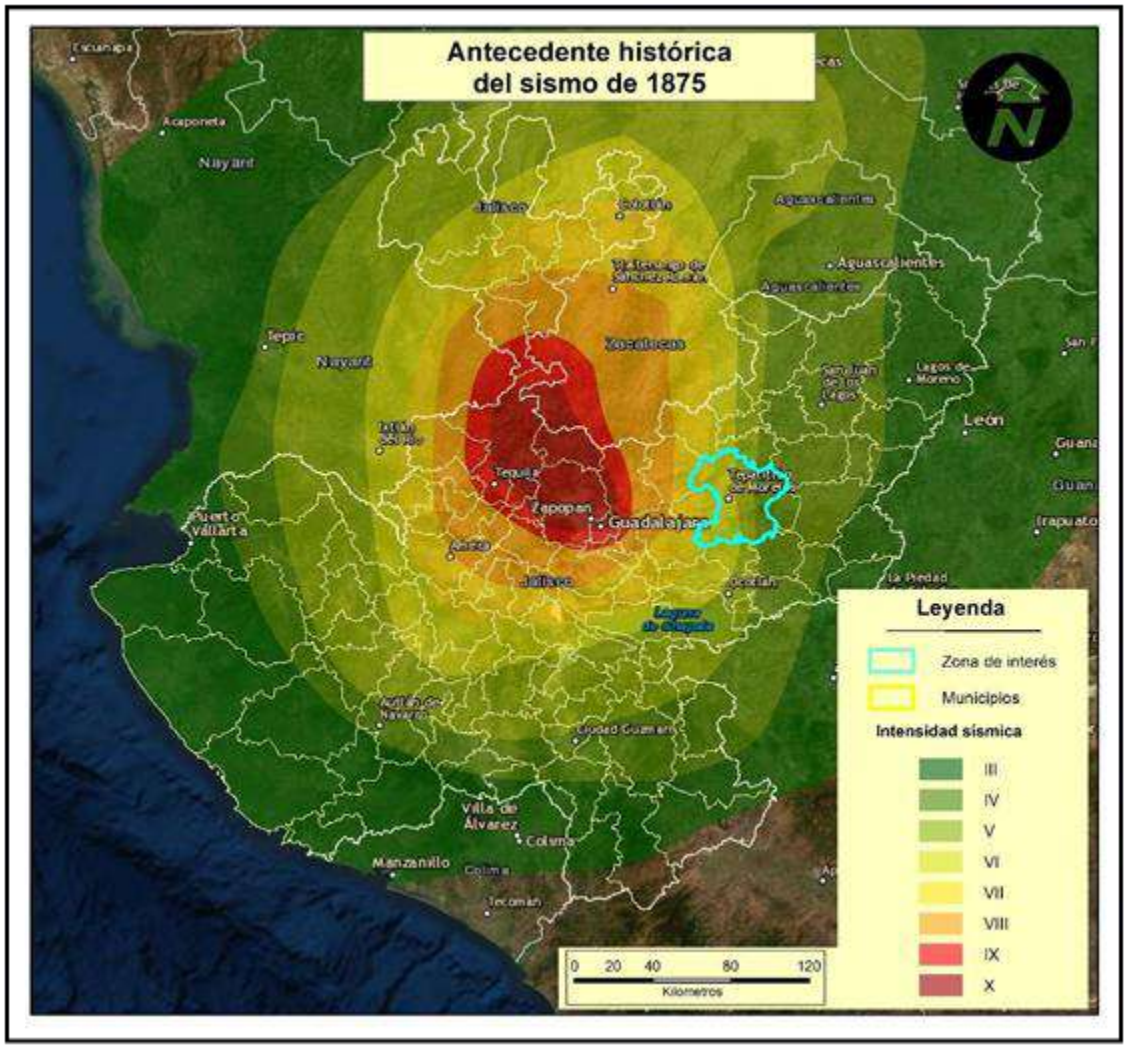


Figura 2.9. Evento más representativo por las Intensidades sísmicas que se manifestó en el estado de Jalisco, por el día de 18/02/1875.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, 2020.

2.3. ZONIFICACIÓN DE LOS PELIGROS POR LOS PROCESOSGRAVITACIONALES

2.3.1. Derrumbes

Se trata de un proceso natural donde la tierra se mueve, se cae o se desplaza porque ha perdido su estabilidad en lugares montañosos. El tipo de material movilizado son partículas no consolidadas de paquetes litológicos, suelos y materiales orgánicos bajo el efecto de la gravedad. El ambiente para que este tipo de fenómeno perturbador ocurra, por lo general se exhiben en planos inclinados mayores de 60 grados y están relacionadas con

la actividad epirogénicas, por la disección litológica o también conocida como morfolineamientos (fallas y fracturas); como zonas con debilidad de la pendiente. Además, por la descompensación litológica; que pude estar influenciada por los procesos exógenos de la superficie terrestre. Por otra parte, también pueden ser inducidas por la acción del hombre, las actividades antropogénicas tales como canteras, aperturas de vialidades, entre otras.

Fotografía 2.2. Perspectiva panorámica del fraccionamiento que se encuentra urbanizado en una zona propensa para derrumbes.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 2.3. Zona afectada por la inestabilidad de la pendiente.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 2.4. Desmonte por la acción de la actividad humana para la construcción de uso inmobiliario.

Fuente: Captura propia.

Una de las zonas que presentan con mayores incidencias de derrumbes, se encuentra localizado a lo largo de la carretera San Juan de los Lagos – Tepatitlán. En esta zona se caracteriza por presenta una dinámica ocurrente en desprendimiento y caída libre a lo largo del corredor vial. Este tipo de fenómeno, su principalmente génesis es atribuido principalmente por la descompensación estructural de los paquetes litológicos en consecuencia por la apertura de la vialidad vehicular y se ha acelerado la incidencia de este fenómeno, por disposición de los litológicos para erosionarse (coluviones) y ser transportados por la acción de la gravedad; esta dinámica de la vertiente es atribuido principalmente, por el contacto directo con los agentes atmosféricos.

Fotografía 2.5. Desmonte por la acción de la actividad humana para la construcción de uso inmobiliario.

Fuente: Captura propia.

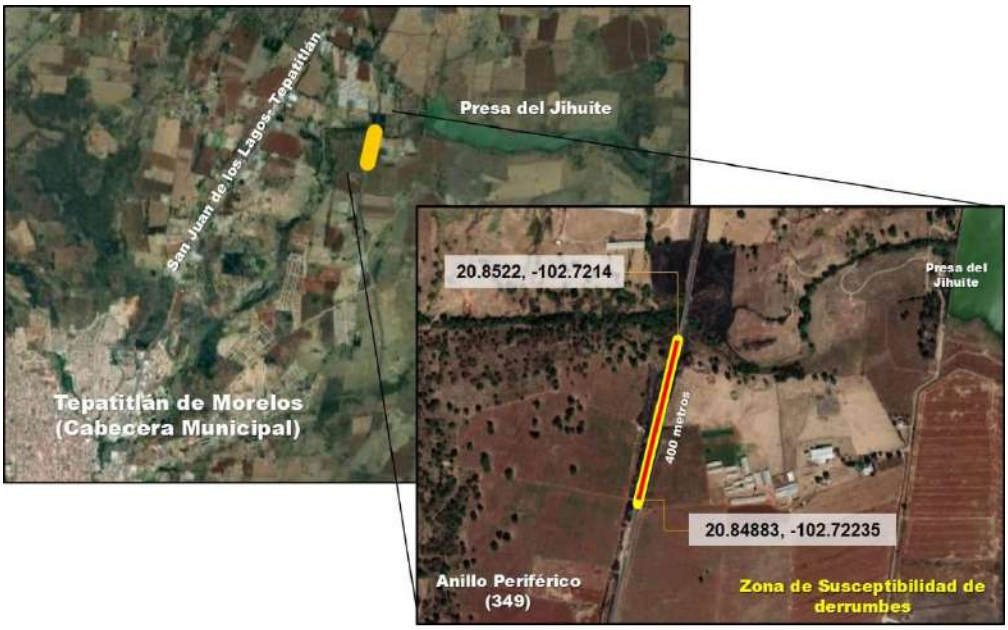


Figura 2.10. Zona de incidencia la ocurrencia de derrumbes por la carretera San Juan de los Lagos - Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios relacionados por parte de Cruden y Varnes (1996), resaltan la importancia que representan las condiciones físicas de la pendiente, causantes de inestabilidad y desencadenar los procesos gravitacionales. Además de las características físicas de las rocas y de los suelos para disponer los elementos movilizados por la gravedad (los coluviones o los regolitos). Por otra parte, también concluyeron que generalmente los derrumbes se repiten en lugares donde ya han ocurrido previamente, ya que en estas áreas se denomina como caras activas o puntos de debilidad para generar partículas inestables, por su alta meteorización y erosión.

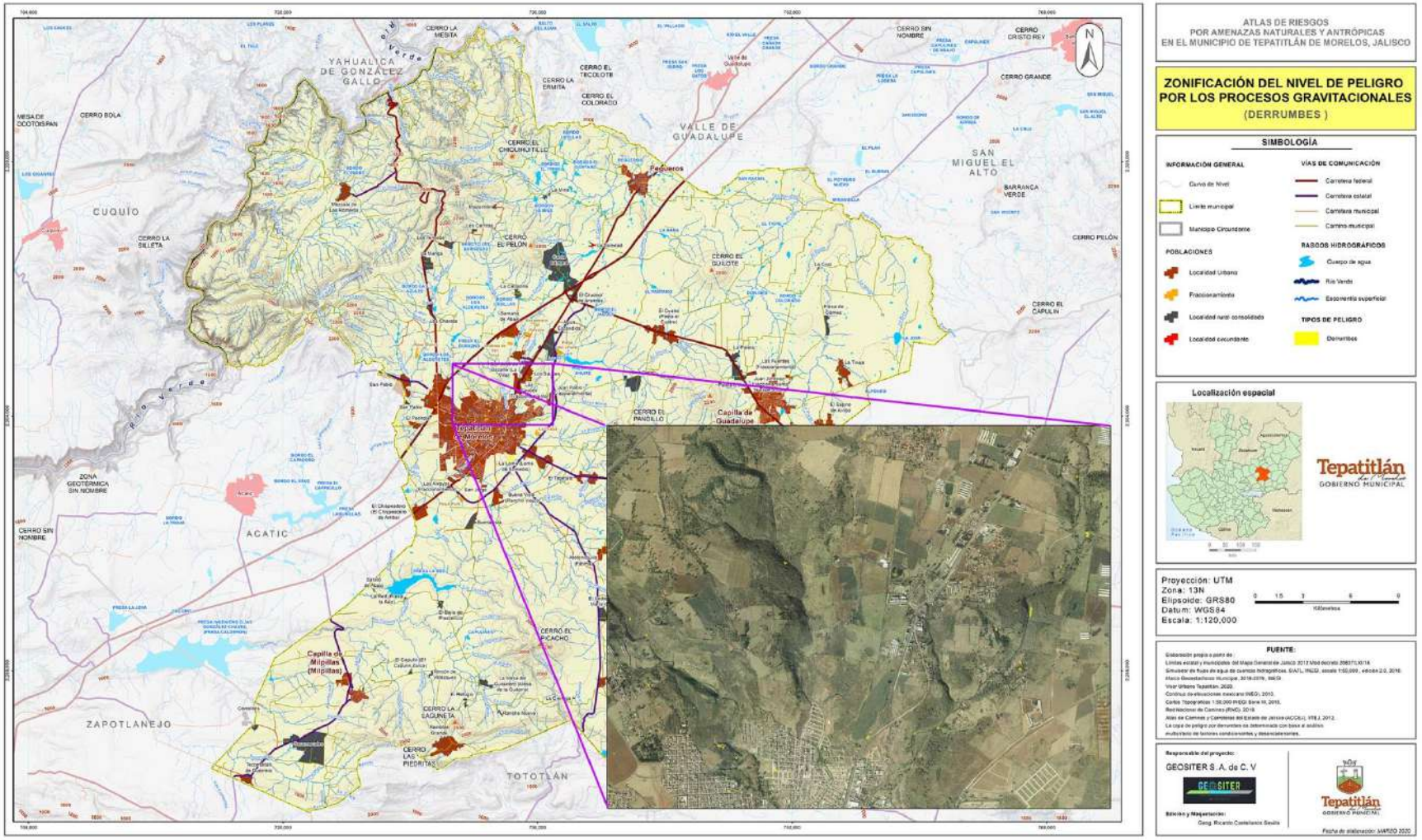
Causas geológicas-roca o suelos
Materiales débiles, inestables o sensibles.
Materiales afectados por el clima del área.
Orientación de grietas.
Contraste de la permeabilidad y/o rigidez de los materiales-grado de licuefacción.
Causas morfológicas
Movimiento tectónico o volcánico.
Erosión de un glaciar.
Erosión subterránea.
Cambios en la pendiente de carga o cresta de montaña
Eliminación de la vegetación (por fuegos forestales o sequía).
Desgaste del terreno por congelación y descongelación.
Causas humanas
Excavación de la pendiente/ladera.
Deforestación.
Minería.
Vibración artificial.
Fuga de agua de la residencia o filtraciones en el terreno por pozos sépticos.

Tabla 2.9. Factores que condicionan la inestabilidad de la pendiente.

Fuente: Turner, 1996.

En el siguiente Mapa se pueden apreciar las zonas susceptibles a los procesos de denudación sobre la vertiente que generan los derrumbes. Aunque, este fenómeno no presenta una cobertura tan amplia de exposición, y su localización espacial es puntual, discontinua y aislada.

Sin embargo, tanto los derrumbes y los deslizamientos se presentan por los coluviones no consolidados de manera estacionaria, posteriormente al ser reactivadas por el agente hidrometeorológico (precipitación de alta intensidad de corta duración o por la precipitación prolongada de baja intensidad) provocando el agente perturbador, como es el caso del gasto sólido o también conocido como “flujo de corriente”.



Mapa 2.2. Zonificación del peligro por los procesos gravitacionales (derrumbes y caída).

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. Deslizamientos

Los deslizamientos o también conocidos como procesos de remoción en masa, en donde el suelo o roca no consolidada es desplazado a lo largo de la pendiente, por la fuerza gravedad y también como factor indirecto, la interacción del agua. Además, sus génesis sobre la vertiente están influenciados por las topoformas de las estructuras rectilíneas y cóncavas; con un azimut mayor de 20° y menores de 60° (Mapa 2.3).

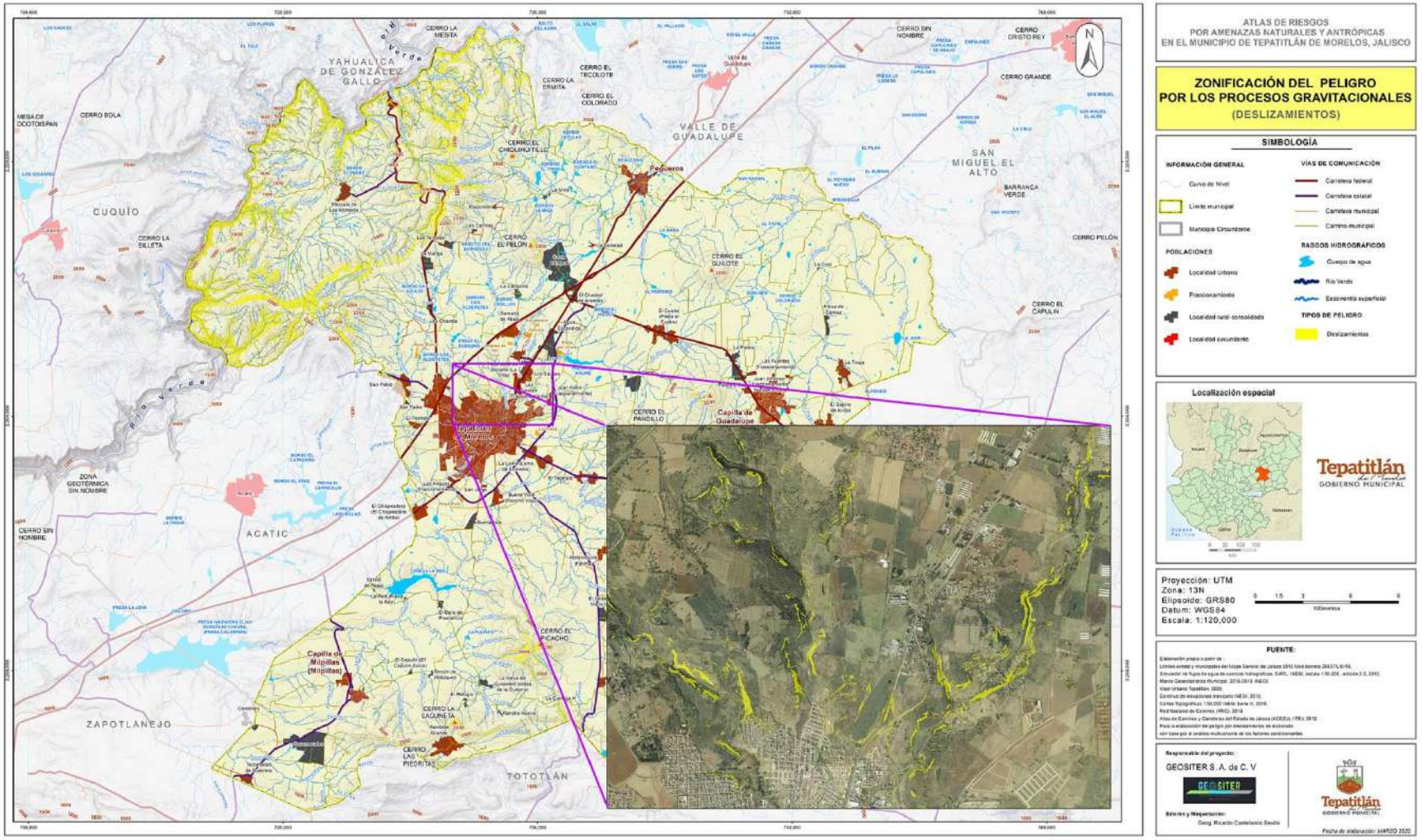
Por otra parte, hay varios tipos de procesos de remoción en masa, dependiendo el tipo de material movilizado, el porcentaje de humedad en el material y en relación con sus factores detonantes, por lo general se agrupan en tres tipos, que son los siguientes:

Deslizamiento de tipo rotacional: se caracterizan debido a que la caída del material se encuentra en una ladera o superficie de forma cóncava, es decir, hacia arriba de forma de cuchara o concha, por lo general los deslizamientos rotacionales, ocurren en los suelos blandos con demasiadas cantidades de partículas de arcilla, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas.

Deslizamientos de tipo traslacional: ocurren cuando el material geológico se desplaza sobre una superficie plana, con un movimiento de rotación mínimo, normalmente se determinan deslizamientos superficiales débiles en sus formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de cambio por el estado de meteorización de las rocas.

Deslizamientos rotacionales múltiples: Este tipo de proceso gravitacional se caracteriza por desarrollar con dos o más unidades de deslizamientos, además por lo general se desarrollan mejor en laderas abruptas

El municipio está constituido principalmente por una superficie plana (pendiente menor de 3 grados de azimut) y están atribuidas por las morfoestructuras de penillanuras y llanuras. Estas estructuras con una cobertura total de 77,823.85 Ha y representa el 56% de su área de jurisdicción.



Mapa 2.3. Zonificación de la susceptibilidad por los procesos gravitacionales (Deslizamientos).

Fuente: Elaboración propia.

GRADOS DE PENDIENTE	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
0-3	77,823.85	56.08
3.1-6	27,632.56	19.91
6.1-18	25,887.25	18.65
18.1-45	7,028.87	5.06
45.1- 76.5	399.71	0.29

Tabla 2.10. Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

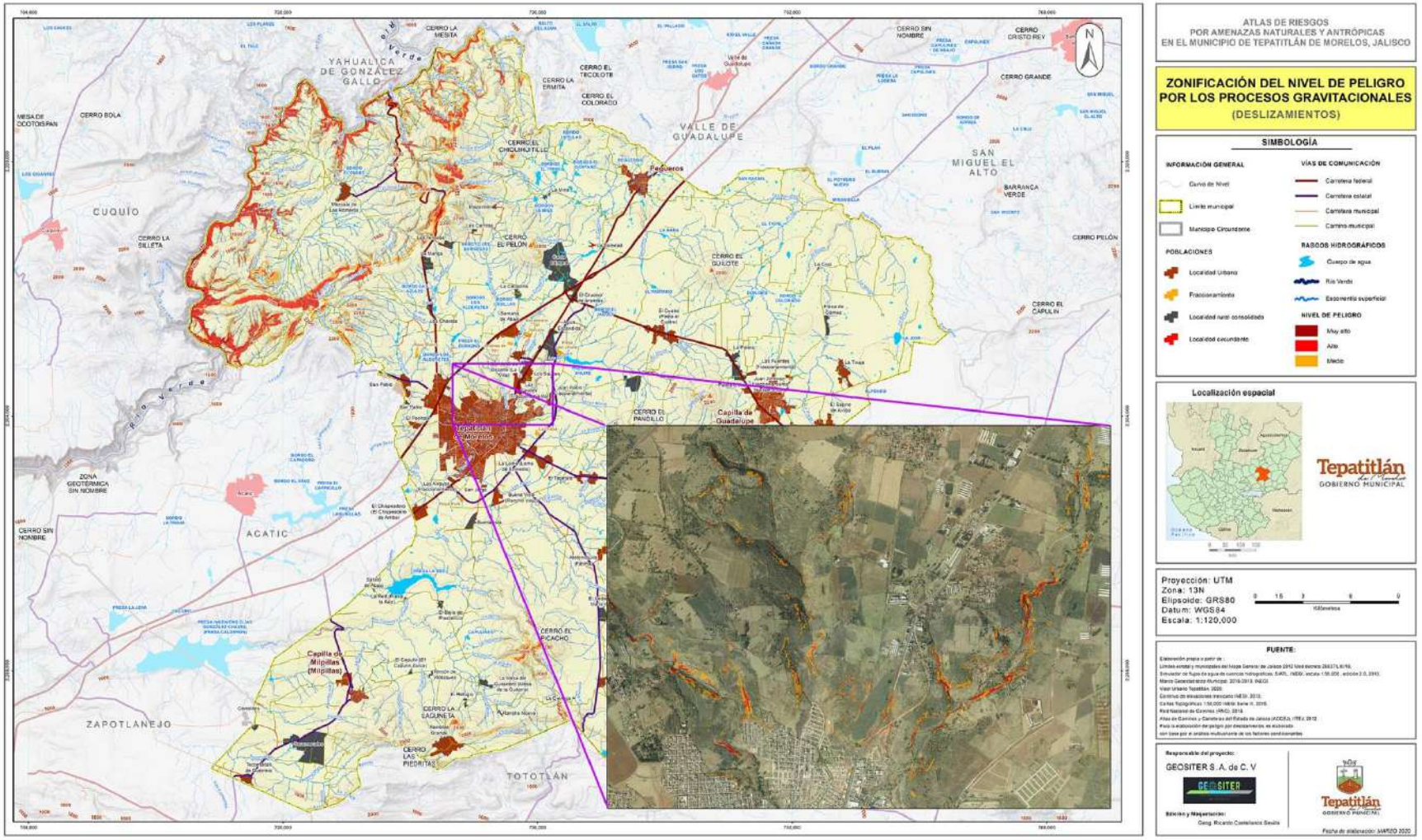
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la principal zona en donde se concentra la mayor distribución de la población se encuentra localizado en la zona de topoforma de Lomerío (tabla 2.11); por lo que representa una zona óptima para su urbanización, ya que su extensión cuenta con una cobertura total de 63,861.7 Ha y representa el 46% de la superficie total. Además, por su inclinación favorece con un azimut de 2.3 grados. Y además por las circunstancias históricas que representa en la cabecera municipal como una zona importante para la concentración de la población, casi el 80% de la cobertura total.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Lomerío	**Lomerío de basalto**	63,861.7	46.4
Sierra	**Escudo volcanes**	38,158.3	27.8
	Escudo volcanes		
	Escudo volcanes		
	Sierra con laderas de escarpa de falla con mesetas		
Llanura	**Llanura de piso rocoso o cementado**	17,623.3	12.8
Valle	**Valle de laderas tendidas**	9,784.6	
	Valle de laderas escarpadas con lomerío		7.1
Meseta	**Meseta basáltica con lomerío**	7,007	5.1
Cañón	**Cañón típico**	1,061	0.8

Tabla 2.11. Tipos de topoformas para el municipio de interés.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 2.4. Zonificación del nivel de peligro por los procesos gravitacionales (Deslizamientos).

Fuente: Elaboración propia.

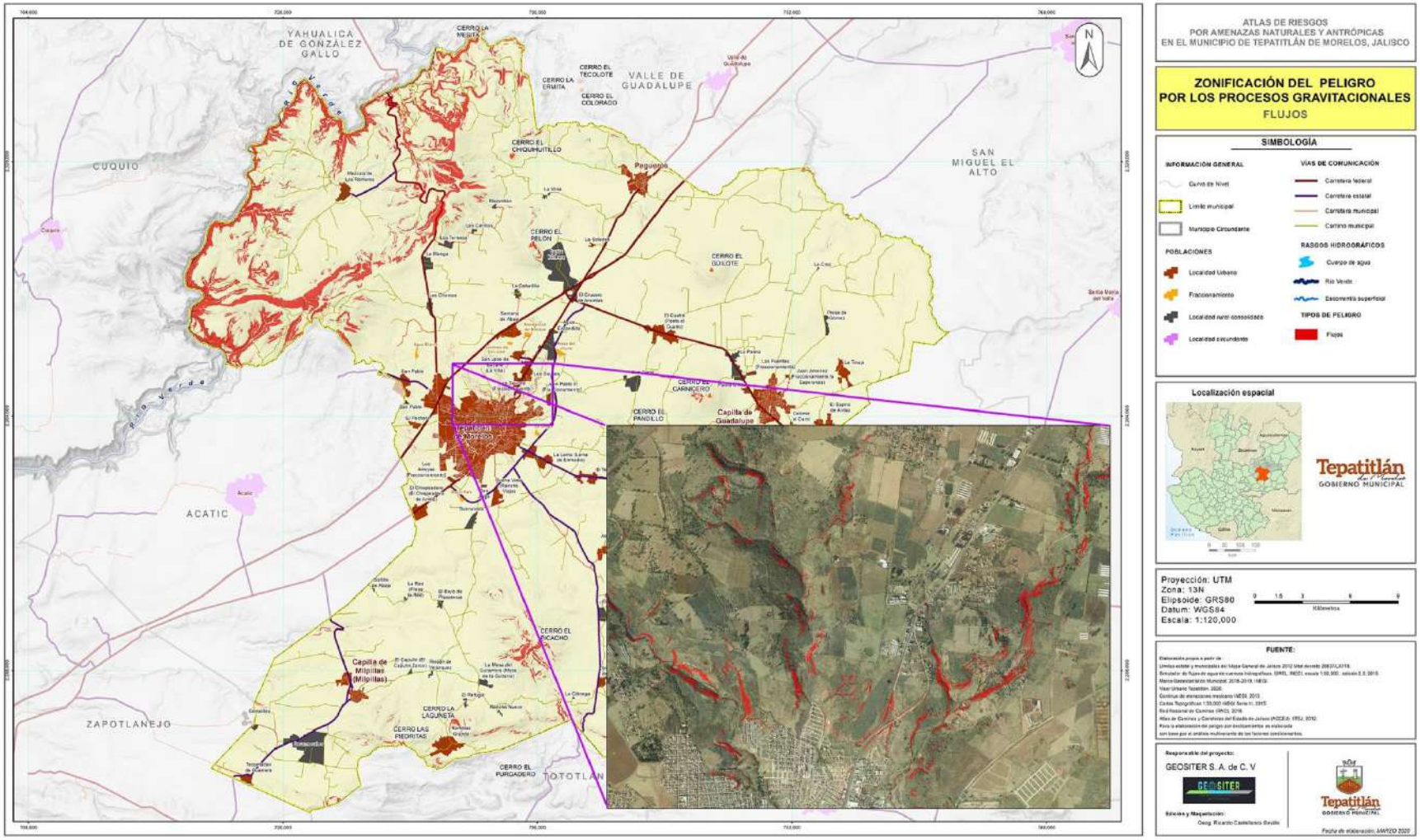
Sin embargo, entre las zonas que están proyectadas para el crecimiento urbano, la porción norte de la cabecera municipal se caracteriza por presentar alto grado de inclinación y por sus condiciones físicas y morfoestructurales, es una zona propensa en la que ocurren deslizamientos de diversos tipos. Estos sitios, se consideran como zonas no aptas para la construcción, ya que el grado de inclinación es desfavorable y la ocurrencia de los deslizamientos que es recurrentemente.

2.3.3. Flujos

Los flujos son un proceso relacionado con la denudación de la vertiente y uno de los principales factores para el modelado del relieve (Gerber Molly B. 2004). De acuerdo con los estudios realizados por parte de Turner A.K, (1996), los flujos se originan principalmente en pendientes abruptas, entre los 25° a los 65°. Generalmente eventos gravitacionales se originan en zonas desprovistas de vegetación y por las condiciones óptimas por la inestabilidad de la vertiente; las características físicas de los paquetes litológicos y el tipo de suelos, mientas que la lluvia intensa sería un factor detonante. Además, se caracterizan por ser relativamente rápidos, por lo general se movilizan a velocidades de entre 0.5 y 70 m/s, siendo capaces de recorrer distancias de 200 mts a 10 km (Cannon Susan H et al. 2007), y están compuestos principalmente de suelo y regolito o coluviones con abundante cantidad de agua.

Los estudios realizados por parte de Cruden (1996), han concluido que hay una variedad de tipos de flujos y que cada uno de ellos se diferencian por el tipo de material movilizado, el ambiente de su formación y el porcentaje del agua suspendida dentro de las partículas de sedimentos no consolidados desplazados, de tal manera se exponen los siguientes tipos de flujos:

- **Flujo de Barro (Mudflow):** Constituido al menos en un 50% de su peso por partículas tamaño arena, limo y arcilla, siendo muy húmedo y que escurre de forma rápida (Pedroza Gilsanz Javier et al., 1996).
- **Avalancha de detritos (Debris Avalanche):** Corresponde a un flujo de detritos rápido o muy rápido (Gutiérrez, 2008).



Mapa 2.5. Zonificación del nivel de peligro por los procesos gravitacionales (Flujos).

Fuente: Elaboración propia.

- **Flujo de Tierra (Earthflow):** Movimiento de materiales de granulometría más fina o rocas con contenidos significativos en arcilla, secos o saturados (Giraud Richard E.2005).

- **Lahares:** Corriente de barro o detritos que se origina en las laderas de un volcán como consecuencia de la remoción y acarreo de depósitos volcánicos producido por lluvias intensas y por el deshielo de las zonas glaciales (Strahler, A. N.; Strahler, A.H., 2005).

- **Debris Flows:** es un fenómeno geológico que está relacionado con los procesos gravitacionales. Generalmente este tipo de fenómeno se caracteriza en movilizar masas de tierra cargadas de agua y rocas fragmentadas corren por las laderas de las montañas, se dirigen hacia los canales de la corriente, arrastran objetos en suscaminos y forman depósitos espesos y fangosos en los pisos del valle. Los flujos deescombros, descienden por canales empinados comúnmente alcanzan velocidadesque superan los 10 m / s (36 km / h), aunque algunos flujos grandes pueden alcanzarvelocidades mucho mayores (Cannon Susan H et al. 2007). Los flujos de escombroscon volúmenes de hasta 100,000 metros cúbicos ocurren con frecuencia en regiones montañosas de todo el mundo (Giraud Richard E. 2005).

- **Flujos de corrientes:** Es un flujo que tiene las mismas características que los flujosde detritos (debris flows), sin embargo, se diferencia por la cantidad de concentración de sedimentos entre 20% y 40% en el volumen total del material movilizado (Murcia y Marcías, 2005).

Dentro del área de jurisdicción del municipio de Tepatitlán de Morelos, los fenómenos más recurrentes en relación con los procesos gravitacionales, son los flujos corrientes. Generalmente este tipo denudación de la pendiente, se originan a lo largo del sistema hidrológico y uno de las unidades hidrológicas más problemáticas con estas incidencias es la microcuenca Tepatitlán. está unidad hidrológica está constituida por una serie de bifurcaciones y fluyen a lo largo de la cabecera municipal por una serie de sistemas de Nanocuencas vinculadas entre sí; conformando así un importante sistema de descarga del régimen hidrológico y para el gasto sólido, para el desgaste de los aparatos volcánicos por los procesos de denudación; que se encuentran localizados hacia el norte del municipio.

De acuerdo con el testimonio por parte del Oficial Abimael Velázquez Lupercio de Protección Civil; uno de los eventos perturbadores que se han presenciado en la cabecera municipal fue una importante inundación acompañada de un excesivo arrastre de

sedimentos (gasto sólido o flujo de corriente). Este evento ocasionó una serie de estragos dentro de la cabecera municipal, se cuantificaron pérdidas de bienes materiales a lo largo del corredor del río Tepatitlán y afortunadamente no hubo pérdida de vidas que lamentar y este percance se manifestó en el año de 2003 por una intensa lluvia de corta duración.

También el oficial de Pc resalta que generalmente este evento es recurrente durante la temporada de lluvias. Además, estos siniestros difieren entre sí, en cada temporal y el tipo de evento que se manifiesta durante el periodo, en cuanto a la intensidad de la tormenta y el tiempo entre cada evento de igual o de mayor magnitud; para que se generen las inundaciones y el arrastre de sedimentos, ya se tiene el conocimiento que existe un ciclo del fenómeno que se manifiesta de manera ordinaria.

Sin embargo, este tipo de acontecimientos de menor magnitud también son de consideración para intervenir e implementar las medidas de mitigación correspondientes, ya que si no se hace la limpieza del canal (desasolvamiento) antes de cada temporal de lluvias y de un posible evento significativo puede ocasionar afectaciones colaterales, por la disminución de captación del canal y teniendo un riesgo mayor, aún si el evento que se presente sea de baja intensidad.

El siniestro que se manifestó en el año del 2003, es un claro ejemplo de lo que se podría presentar en esta zona por ocurrencia del fenómeno perturbador del flujo corriente. Para este acontecimiento, según Protección Civil de Tepatitlán se requirieron por lo menos 10 camiones de volteo para transportar los sedimentos recogidos a lo largo de las zonas afectadas

3. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo industrial, cuyo objetivo es lograr un desarrollo tecnológico, equitativo y sustentable, se requiere del uso de sustancias químicas que faciliten los procesos y permitan la obtención de nuevos productos con mayor valor agregado.

Sin embargo, en la creación de nuevas sustancias y productos se pueden generar incidentes, los cuales deben ser adecuadamente registrados, referente a las situaciones que se repitieron una y otra vez.

Se han registrado casos de incidentes donde las sustancias químicas peligrosas se producen conforme a la normatividad nacional y a los estándares internacionales de seguridad. Es por ello que, cuando no se le da el seguimiento correspondiente al registro de incidentes, es probable que se presenten grandes desastres tecnológicos ocasionados por la imprudencia o descuido del mismo proceso.

La principal actividad industrial en el municipio de Tepatitlán es la industria manufacturera y se cuenta con 2 fábricas de Tequila, además de que existen yacimientos de manganeso. Estos escenarios se consideran desafiantes para su territorio, entre ellos, la susceptibilidad a eventos que pueden ocasionar desastres, que, de acuerdo a su origen, pueden ser de tipo natural o antropogénicos (actividades humanas).

El territorio de Tepatitlán está expuesto a varios peligros de carácter químico-tecnológico, principalmente por la importante actividad industrial que presenta, de la cual, gran número de las actividades son catalogadas como altamente riesgosas, incluyendo la presencia de ductos, vías de ferrocarril e importantes carreteras, lo que implica que de forma permanente, se almacenen, utilicen y transporten un gran número de sustancias y materiales peligrosos por lo que existe un riesgo potencial de accidentes donde involucren diversos tipo de sustancias.

La prevención de desastre es un instrumento de planificación del desarrollo que permite intervenir las limitaciones impuestas por eventos de alto riego y evitar que la propia acción del hombre produzca desastres.

Para evitar estos riesgos, uno de las herramientas que se utiliza son los Atlas Municipales de Riesgos. Este instrumento se aplica para los fenómenos perturbadores de carácter natural.

Como instrumento de planificación, las acciones y medidas de prevención buscan intervenir en eventos que potencialmente pueden ocurrir, con el fin de reducir al mínimo sus consecuencias, siendo necesario adelantar los siguientes puntos.

- Desarrollar el conocimiento sobre lo que puede pasar, es decir sobre los riesgos existentes, lo que está expuesto a dicho peligros y por consiguiente, lo que puede perderse en caso de manifestarse.
- Desarrollar los instrumentos de intervención necesarios, de acuerdo con el peligro existente, para evitar o reducir al mínimo los daños que este puede causar.
- Desarrollar la capacidad organizativa necesaria para el manejo de dichos instrumentos de forma tal que la intervención sea coherente, oportuna, coordinada y eficaz.

3.2. ANTECEDENTES

Existen antecedentes de accidentes químicos de gran magnitud, solo por mencionar algunos: el caso BOPHAL en la India, que ocasiono la muerte de más de 2,000 personas y dejo más de 20,000 heridos por una nube toxica; el accidente de San Juan Ixhuantepec (San Juanico) en la Ciudad de México, que ocasionó la muerte de 650 personas y dejó heridas a más de 6,400.

Los criterios que han sido tomados como base para realizar una clasificación de los accidentes tecnológicos más críticos a nivel mundial, están basados en el número de personas muertas o afectadas por este tipo de eventos, por los ecosistemas que resultan dañados o por el impacto adverso que causan en los ríos, los lagos o los mares, la contaminación del subsuelo y el incremento de los contaminantes en el ambiente (CENAPRED, 2006). En la Fotografía 1 se puede apreciar los recuentos históricos y mundiales sobre los accidentes que se han presentado a nivel mundial.

Fotografía 3.1. Explosión de una refinería en India. Este percance se presentó en el año 2004, dejando como víctimas occisas a 16 personas.

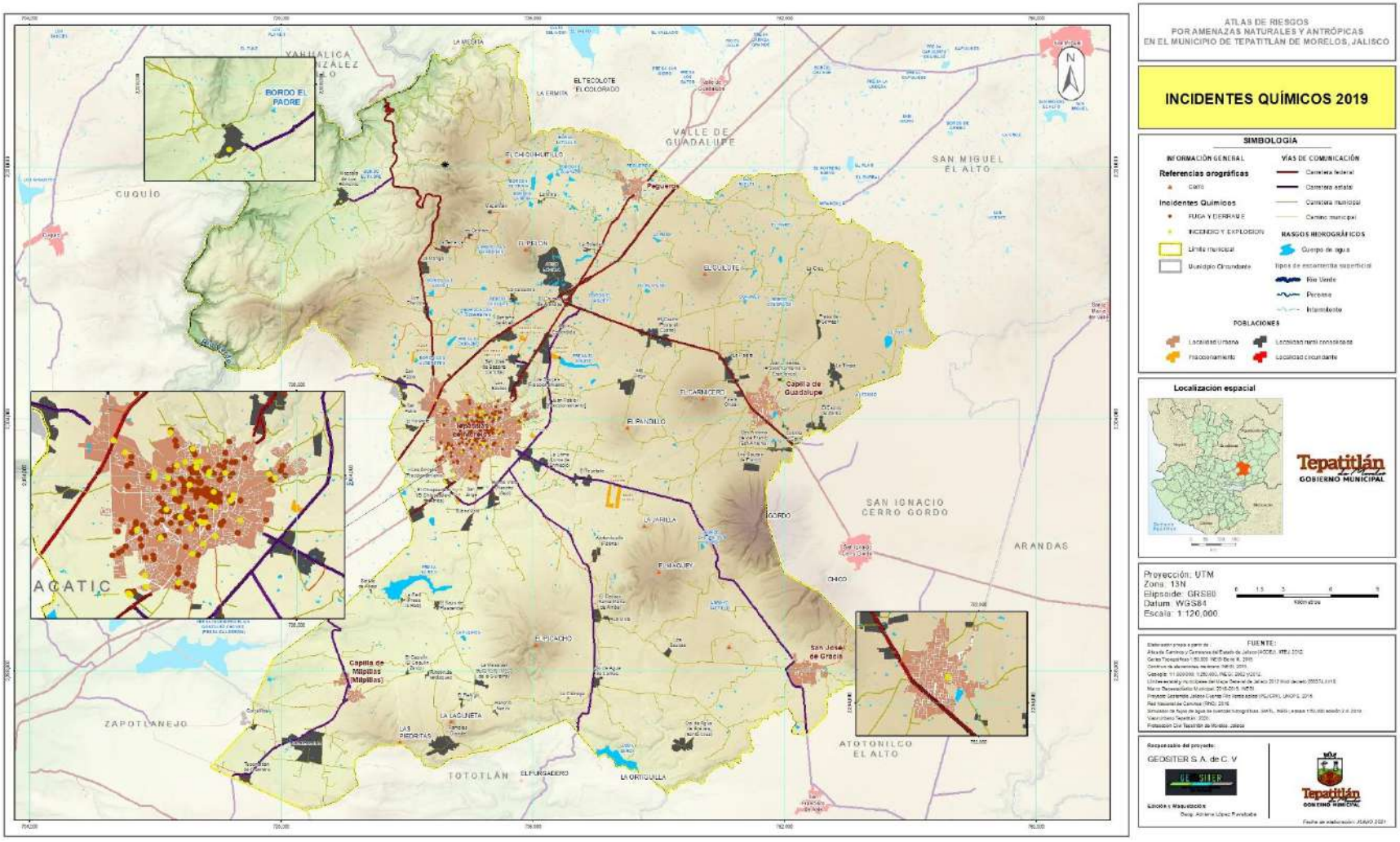
Fuente: https://www.prensalibre.com/internacional/Explosion-gasoducto-India deja16_muertos_0_1164483573.html.

En el municipio de Tepatitlán se tiene un registro por parte de protección civil con incidentes desde el año de 1995 al año en curso. La Tabla 3.1 muestra algunos incidentes del tipo químico-tecnológicos ocurridos durante el año 2019 clasificados en dos tipos de incidentes: fuga y derrames e incendios y explosiones. Tales incidentes se pueden localizar en el Mapa 3.1.

INCIDENTES QUÍMICOS REPORTADOS A PC, 2019	
TIPO DE INCIDENTE	**CANTIDAD**
DERRAME DE LIQUIDOS PELIGROSOS	4
EXPLOSIÓN EN CASA HABITACIÓN	2
FUGA DE GAS L. P.	164
FUGA EN TANQUE DE OXIGENO	1
FUGAS Y DERRAMES	5
FUGAS Y DERRAMES, GAS L. P.	1
FUGAS Y DERRAMES, HIDROCARBUROS	2
INCENDIO EN BODEGA	1
INCENDIO EN BODEGA DE CARBON	1
INCENDIO EN CASA HABITACION	31
INCENDIO EN COMERCIO	4
INCENDIO EN VEHICULO	6
OLOR A GAS L. P.	8
TOTAL	**230**

Tabla 3.1. Incidencias del tipo químico-tecnológico, 2019.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.1. Localización de incidentes químico-tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente han ocurrido una sucesión de incidentes a lo largo del municipio, tomando en cuenta como ejemplo el pasado accidente en un comercio ubicado en la Carretera Tepatitlán- Arandas Km 12+800, Delegación Capilla de Guadalupe, Municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco. En el cual, se encontraban en inventario cuatro tanques de gas L.P con capacidad de 5000L c/u. Dado a que el incidente no produjo alguna falla en ninguno de los tanques pudiendo causar alguna explosión o BLEVE, se pudo controlar sin mayores repercusiones. A continuación, se modelo en el programa ALOHA, la simulación en caso de la explosión sucesiva de los 4 tanques estacionarios de gas L.P que se encontraban dentro del área de peligro, asi mismo, se hizo un conteo de la población en riesgo en el área del buffer a modo de riesgo físico y amortiguamiento. Esta se representó en la Figura 3.1, Tabla 3.2.

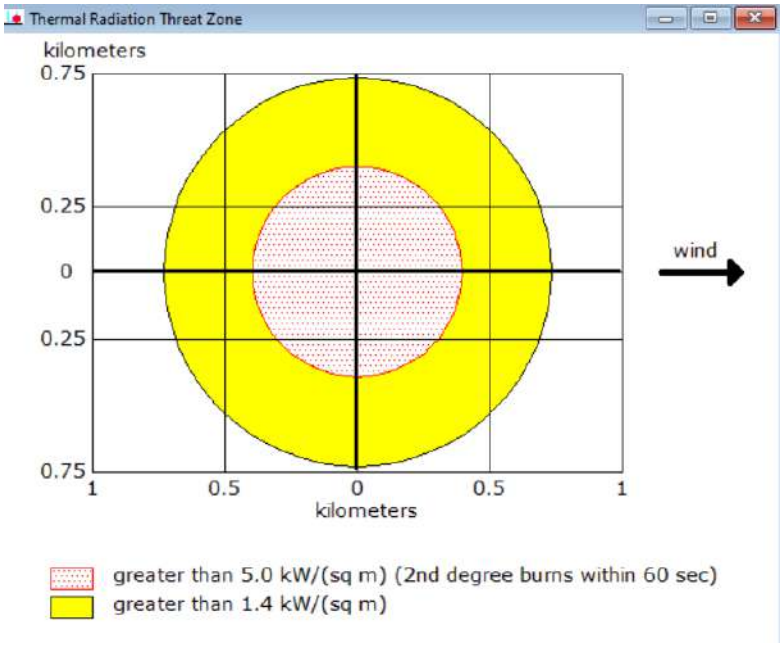


Figura 3.1. Área afectada en caso de una explosión de tipo BLEVE.

Fuente: Elaboración propia.

Área	Población afectada manzanas urbanas	Población localidades rurales consolidadas	Población localidades rurales no consolidadas
Zona de riesgo	66	127	0
Zona de amortiguamiento	166	165	8

Tabla 3.2. Población afectada en zona de riesgo y zona de amortiguamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3.2. Incendio en comercio local alcanzando a causar daños a los tanques estacionarios de gas L.P.
Fuente: Protección Civil.

3.3. MARCO CONCEPTUAL

Los accidentes relacionados con sustancias químicas pueden ser ocasionados por diversas causas, entre las que se incluyen las producidas por fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, entre otros tipos de amenazas). Además, por factores antropogénicos por las indiligencias operativas: fallas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas, en el proceso del tráfico de

sustancias riesgosas. También, en el manejo y transporte de sustancias químicas pueden presentarse, como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

• Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas.

• Liberación de líquidos o sólidos peligrosos.

• Liberación de sustancias Inflamables (incendios) o explosivas.

Sustancias peligrosas. - Son elementos y compuestos químicos que presentan algún riesgo para la salud, para la seguridad o el medio ambiente. En el año 2005 se calculaba que existían unas 30000 sustancias químicas de uso cotidiano, sin conocer a mediano ni largo plazo los posibles efectos para la salud. Algunas de estas sustancias peligrosas son llamadas PBDE o polibromodifeniléteres.

Tóxico. - Una sustancia tóxica es cualquier sustancia capaz de producir un efecto nocivo en los seres vivos, para que esto ocurra es necesario que el organismo se ponga en contacto con la sustancia tóxica, lo cual se puede presentar a través de la inhalación (lo que respiramos), la ingestión (lo que comemos o bebemos) o vía cutánea (contacto con la piel y ojos o cortes en la piel).

La toxicología se puede dividir en las siguientes áreas:

• La toxicología ocupacional, que estudia los efectos nocivos producidos por los agentes químico contaminantes del ambiente de trabajo sobre la salud del hombre.

• La toxicología por medicamentos, que es la que se ocupa de los efectos nocivos en el uso de las sustancias como medicamentos.

• La toxicología por alimentos, que trata de los efectos adversos sobre la salud por los agentes químicos presentes en los alimentos.

• La toxicología ambiental, que estudia los efectos nocivos producidos por los contaminantes ambientales.

Como sustancias inflamables y explosivas son consideradas todas aquellas sustancias que en cantidades tales que, de producirse una liberación ya sea por fuga o derrame de las mismas, provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 metros de longitud en torno a las instalaciones o medio de transporte dados,

y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5 lb/pulg^2 en esta misma franja.

Las personas, los bienes materiales y el medio ambiente que se encuentran próximos a un establecimiento industrial en el que se utilizan sustancias peligrosas, están expuestos al riesgo por la sola presencia de dicha instalación y de las sustancias que se manejan. Por lo cual, es importante estimar el nivel de peligro potencial de una actividad industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales, mediante la estimación de la magnitud del daño y la probabilidad de su ocurrencia.

Combustión o Fuego: Es una reacción química en la cual una sustancia se combina con un agente oxidante y libera energía. Parte de la energía liberada es utilizada para sostener la reacción.

Ignición: Puede ser causada cuando la mezcla flamable entra en contacto con una fuente de ignición con energía suficiente, o cuando un gas reacciona a una temperatura alta para causar que el gas evolucione hasta la combustión.

Temperatura de autoignición (AIT): Es la temperatura a la cual una mezcla inflamable es capaz de extraer energía del ambiente para su propia ignición.

Flash Point (FP): El flash point de un líquido es la temperatura más baja a la cual, el mismo puede generar suficiente vapor para formar una mezcla que se puede encender con el aire. En el flash point, el vapor puede quemarse, pero durante poco tiempo. El flash point generalmente se incrementa con un incremento en la presión.

Fire Point: Es la temperatura más baja para la cual un vapor, por encima de un líquido, continúa quemándose una vez que se enciende; la temperatura del fire point es por lo general mayor a la del flash point para el mismo material. Límites de Flamabilidad (LFL y UFL): las mezclas de vapor – aire pueden solamente encenderse y quemarse dentro de un rango especificado de composiciones. La mezcla no puede quemar cuando la composición es más baja que el límite bajo de flamabilidad (lower flammable limit, LFL). Por otro lado, la mezcla no es combustible cuando la composición es demasiado rica, es decir por encima del límite alto de flamabilidad (upper flammable limit, UFL).

3.3.1. Análisis de riesgo, peligro, vulnerabilidad; afinidades y divergencias

El análisis de riesgo permite caracterizar de manera cualitativa y cuantitativa los riesgos, abarcando desde eventos frecuentes de bajo impacto hasta eventos mayores poco frecuentes. Los componentes o técnicas del proceso de análisis de riesgos permiten identificar los mayores factores que contribuyen al riesgo y, por lo tanto, se pueden hacer recomendaciones y ayudar en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas para su disminución.

El análisis de riesgo puede variar en profundidad, desde un estudio elemental hasta uno de gran detalle, que tome en cuenta el número de incidentes considerados, a la manera en que se obtienen las frecuencias y probabilidades, así como los modelos empleados para la determinación de las consecuencias. El número de incidentes considerados puede variar de acuerdo con las clases de éstos: incidente menor (zona de afectación limitada), incidente mayor (zona de afectación media) o incidente catastrófico (zona de afectación extensa).

El análisis de riesgo proporciona información sobre:

• Eventos precursores y causas potenciales de accidentes.

• Probabilidad de liberación de una sustancia peligrosa y de que exista cualquier condición ambiental inusual, o la posibilidad de incidentes simultáneos.

• Tipo de daño o lesión a la población y los grupos de riesgo asociados.

• Tipos de daños para el ambiente.

3.3.2. Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos es un proceso que permite la identificación de peligros potenciales en el sistema analizado, comprender los riesgos específicos a ser manejados y realizar una jerarquización en términos de las características del riesgo, éstas pueden expresarse de manera cualitativa o cuantitativa. La evaluación de riesgos está dirigida a determinar:

• Los riesgos que se presentan

• Los efectos adversos que pueden presentar estos riesgos

• La magnitud del riesgo

Los elementos aceptados de manera general son:

• Análisis de alcances y selección de objetivos

• Identificación de eventos

• Análisis de consecuencias

• Estimación o valoración del riesgo

El análisis de consecuencias permite estimar o cuantificar los daños hacia las personas, los bienes materiales y el medio ambiente, siendo de vital importancia en el marco de Protección Civil.

3.3.3. Actividades consideradas de alto riesgo

En la clasificación de las actividades como altamente riesgosas, se deberá tomar en cuenta la clasificación (CRETIB) que es sugerida y dispuesta por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente LGEEPA, es decir: “Las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios”.

A la fecha, y a partir de 1988 en que se publicó la Ley, han sido publicados en el Diario Oficial de la Federación dos listados de actividades altamente riesgosas que hablan sobre sustancias tóxicas, explosivas e inflamables y de contar con la presencia de al menos una de ellas en las actividades, en cantidad igual o superior a las cantidades referidas en dichos listados (cantidades de reporte), dan pie a ser clasificadas como actividades con alto riesgo.

De acuerdo con las características de peligrosidad de las sustancias químicas, su distribución en la República Mexicana y las cantidades de almacenamiento, las 14 sustancias que representan mayor peligro en México son expuestas en las Tabla 3.3 y Figura 3.2:

• Gas L.P	• Acetona
• Amoniaco	• Alcohol metilo
• Ácido sulfúrico	• Alcohol propílico e isopropílico
• Cloro	• Propano
• Hexano	• Acetato de etilo
• Gasolina	• Óxido de etileno
• Nitrógeno	• Ácido fluorhídrico

Tabla 3.3. Sustancias consideradas de alto riesgo por la República Mexicana.

Fuente: CENAPRED, 2001.

Figura 3.2. Estados de la República Mexicana que almacenan sustancias químicas más peligrosas y grado de peligro por estado.

Fuente: CENAPRED, 2001.

3.3.4. Primer listado de actividades altamente riesgosas

De acuerdo con la Secretaría de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, hace referencia del primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, que explica, que aquellas actividades asociadas con el manejo de sustancias toxicas, inflamables, explosivas, reactivas, corrosivas o biológicas, éstas constituirán el sustento para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, previstos en el artículo 147 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, mismos que deberán observarse en la realización de dichas actividades. A continuación, se describe los siguientes artículos:

Artículo 1o.- Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte.

Artículo 2o.- Para los efectos de este ordenamiento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que, al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Sustancia peligrosa: Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia tóxica: Aquélla que puede producir, en organismos vivos: lesiones, enfermedades, implicaciones genéticas o muerte.

Artículo 3o.- Con base en lo previsto en el artículo primero, se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas, que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias de un contenido mínimo pero que por su nivel de peligro es considerable. Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejen volúmenes iguales o superiores a las cantidades reportadas en la siguiente Tabla 3.4:

Cantidad a partir de 1 kg	
Sustancia en estado gaseoso	
Ácido cianhídrico	Hexafluoruro de telurio
Ácido fluorhídrico- (fluoruro de hidrógeno)	Ozono (2)
Arsina	Seleniuro de hidrógeno
Cloruro de hidrógeno	Óxido nítrico
Diborano	Tetrafluoruro de azufre
Dióxido de nitrógeno Flúor	Cloro
Fosgeno	Tricloruro de boro

Sustancia en estado líquido	
Acroleína	Dioxolano
Alil amina	Fluoruro cianúrico
Bromuro de propargilo	Furano
Disulfuro de metilo	Isocianato de metilo
Butil vinil éter	Metil hidracin
Carbonilo de níquel	Metil vinil cetona
Ciclopentano	Pentaborano
Clorometil metil éter	Sulfuro de dimetilo
Cloruro de metacriloilo	Tricloroetil silano

Tabla 3.4. Sustancias más comunes que manejan las industrias.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. METODOLOGÍA

Para la determinación del riesgo como agente perturbador en el manejo de las sustancias peligrosas por parte de las industrias y el trasporte de elementos químicos ya sea por vías de comunicación y vías férreas, se implementará con la metodología establecida por parte de CENAPRED, tomando como referencia lo establecido en la LEGEEPA y su Reglamento, así como las Normas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social que apliquen de acuerdo al giro de cada establecimiento.

Sustancia en estado sólido	
2 Clorofenil tiourea	Dixitoxin
2,4 Ditiobiuret	Epn
4,6 Dinitro-cresol	Estricnina
Ácido becen arsénico	Fenamifos
Ácido cloroacético	Fluoroacetamida
Ácido fluoroacético	Fósforo (rojo, amarillo y blanco)
Ácido metil-carbamilo	Fosmet
Ácido tiocianico 2-benzotiánico	Hexacloro naftaleno
Aldicarb	Metil anzifos
Arseniato de calcio	Monocrotofos (azodrín)
Bis clorometil cetona	Paraquat-metasulfato de vanadio
Bromodiolona	Piridina, 2 metil, 5 vinil
Carbofurano (furadán)	Fósforo de zinc
Cloroplatinato de amonio	Hidruro de litio
Cloruro de dicloro benzalkonio	Metil paration
Carbonilos de cobalto	Oxido de cadmio
Cianuro de potasio	Paraquat
Cianuro de sodio	Pentadecilamina
Cloruro crómico	Pentóxido de arsénico
Cloruro platinoso	Pentóxido de fósforo
Cobalto	Pentóxido
Cobalto (2,2-(1,2-etano)	Pireno
Dicloro xileno	Seleniato de sodio
Didisocianato de isoforona	Tetracloruro de platino
Endosulfan	Trióxido de azufre
Estereato de cadmio	Sulfato de estricnina
Fenil tiourea	Sulfato taloso
Complejo de organorodio	Sulfato de talio
Decaborano	Tetracloruro de iridi
Difacionona	Tetraóxido de osmio
Dimetil-p-fenilendiamina	Tiosemicarbazida
	Triclorofón

A continuación, se describen de una manera simplificada, los procesos para la elaboración del peligro y la modelación de las sustancias peligrosas:

1. Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas.
2. Identificar la trayectoria, longitud y diámetro de las tuberías que transportan sustancias Peligrosas.
3. Determinar las rutas de transporte y distribución de sustancias y materiales peligrosos
4. Utilizar las nuevas tecnologías para modelación de la liberación de materiales peligrosos: nube tóxica, inflamable y explosión.
5. Determinar la exposición de la población que podría ser afectada por la liberación de la sustancia peligrosa.

3.4.1. Identificación de instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas

Con base a la información publicada por parte de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y la Secretaría de Gobernación, se implementará la lista establecida de las actividades altamente riesgosas, publicadas en el año de 1992. Con base en esta información preliminar se procederá a depurar las industrias que manejan ese tipo de sustancia peligrosa dentro del municipio de Tepatitlán de Morelos.

Posteriormente, se geo-referenciarán las instalaciones altamente peligrosas con base a la sustancia de alto riesgo que maneja, además se toma en cuenta la cantidad y modo de almacenamiento de cada sustancia. Por otra parte, es indispensable para geo-referenciar las industrias en un Sistema de Información Geográfica (SIG), esto puede hacerse con el uso de un GPS (Global Positioning System, sistema de posicionamiento global) para determinar los elementos espaciales sobre un mapa digital y dinámico para referenciar de una manera geográfica.

De acuerdo con la estandarización por parte de CENAPRED, 2001. A continuación, se describen las instalaciones riesgosas para su estudio:

- Refinerías.
- Instalaciones industriales.
- Almacenamiento de gas LP.
- Terminales de autotransporte de carga.
- Plantas potabilizadoras de agua.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Plantas de refrigeración.
- Terminales de ferrocarriles: patios de maniobras, áreas de almacenamiento, etc.
- Plantas para tratamiento y/o disposición de residuos.
- Aeropuertos.
- Comercios.
- Gasolineras.
- Estaciones de carburación.
- Almacén de materiales pirotécnicos.
- Hospitales que manejan materiales radioactivos.

3.4.2. Identificación de la trayectoria, longitud y diámetro del gasoducto Villa de Reyes – Aguascalientes –Guadalajara, en los estados de San Luis Potosi, Aguascalientes y Jalisco

Se utilizó como referencia la información proporcionada por FERMACA, empresa encargada del diseño, construcción, operación y mantenimiento del gasoducto Villa de Reyes – Aguascalientes – Guadalajara, en los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes y Jalisco.

El proyecto consiste en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de un gasoducto con capacidad de 886 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD). La longitud aproximada del gasoducto es de 305 km y 36 pulgadas de diámetro.

El gasoducto se interconecta con el gasoducto Tula - Villa de Reyes y al gasoducto La Laguna – Aguascalientes. Este sistema abastece de gas natural a las nuevas centrales de generación de la zona.

Otros parámetros que se deben tomar en cuenta con base a la guía establecida por parte de CENAPRED, 2006, son los siguientes:

• Válvulas de seccionamiento.
• Cruces con: vías de ferrocarril, caminos, carreteras y cuerpos de agua (ríos, arroyos, pantanos, etcétera).
• Ramales y sus características.
• Señalización y sus características.
• Estaciones de bombeo y compresión.
• Estaciones de medición.
• El tipo de sustancia trasportada

La extensión A total del gasoducto y su extensión que atraviesa el municipio de Tepatitlán se presentan en la Tabla 3.5. Asimismo, en la Tabla 3.6, se presenta información referente al número de válvulas totales a lo largo del gasoducto y las válvulas correspondientes a la extensión que pasa por Tepatitlán.

Gasoducto	Extensión (km)	Porcentaje
Extensión Total	342.47	100
Zona 13 Ruta E3C99E	128.49	37.52
Zona 14 Ruta 375A61	213.98	62.48
Extensión en Tepatitlán	21.02	6.14
Zona 13 en Tepatitlán	21.02	6.14
Zona 14 en Tepatitlán	0	0

Tabla 3.5. Extensión del gasoducto.

Fuente: Elaboración propia.

Gasoducto	No. de válvulas	Porcentaje
Válvulas totales	345	100
Válvulas en Tepatitlán	22	6.38

Tabla 3.6. Válvulas en el gasoducto.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.1. Identificación de la sustancia transportada

Para identificar los diferentes tipos de sustancias que son transportados en cada uno de los ductos, se tomará en consideración los códigos de colores y otras medidas contenidas en "NRF-009-PEMEX-2001", con la finalidad de identificar los productos transportados por tuberías o contenidas en tanques de almacenamiento. Los ductos para la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo deben estar señalizados de acuerdo con la "NOM-003-ASEA-2016 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos". Además, se determina las características físicas de las sustancias, ya que son parámetros importantes para la simulación del peligro. A continuación, se describen las características generales del gas natural:

• Estado físico del material: líquido, gas, dos fases (líquido y gas).

• Presión de operación, en libras sobre pulgada cuadrada o kilogramos sobre centímetro cuadrado.

3.4.2.2. Identificación de sustancias y materiales peligrosos transportados

Tomando como referencia las normas NOM-002-SCT/2011 "Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados" y NOM-004-SCT/2008 "Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales

y residuos peligrosos" .emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se contemplará la información del sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos, que deben portar carteles de identificación de cada una de las unidades de trasporte (Figuras 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6).

Según la Guía de Respuesta en Casos de Emergencia (1) se establece que para el transporte de materiales peligrosos deberá incluirse la siguiente información, indispensable para realizar acciones de protección contra accidentes:

- Número de identificación de 4 dígitos de las Naciones Unidas o NA
- Denominación correcta para el Transporte
- Clase de peligro o número de la división
- Grupo de envase y/o embalaje
- Nuero de teléfono de repuesta a emergencias
- Información que describe los peligros del material

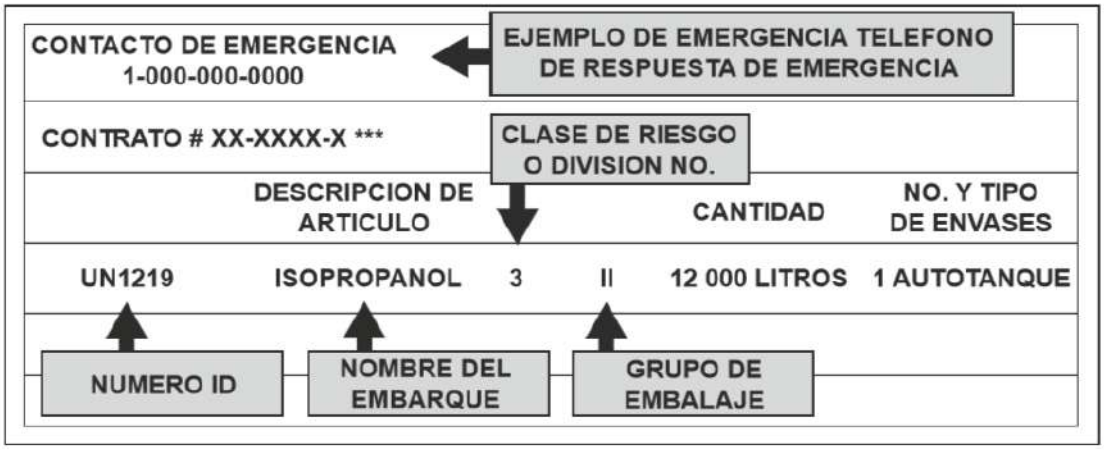


Figura 3.3. **Ejemplo de documento de embarque.**

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010. Diario Oficial de la Federación, 09 de agosto de 2010.

El número de identificación de las Naciones Unidas o UN puede incluirse en forma de rombo o sobre un fondo naranja y debe mostrarse a los extremos y lados de un autotanque, vehículo o carrotanque como se muestra a continuación:

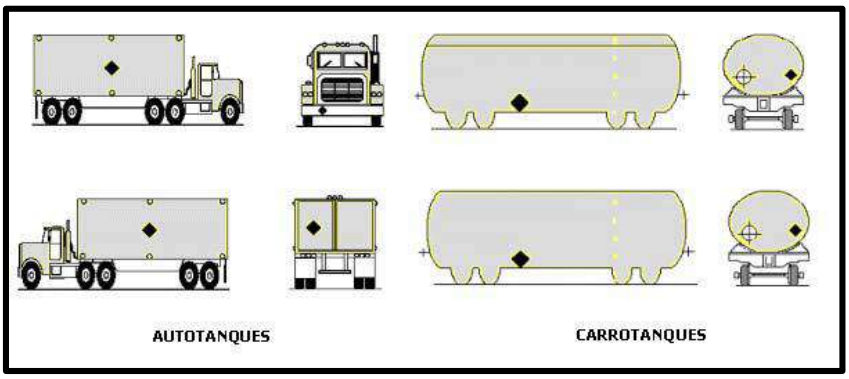


Figura 3.4. Ubicación de carteles para el transporte de sustancias y materiales peligrosos en autotransporte.

Fuente: CENAPRED, 2006.

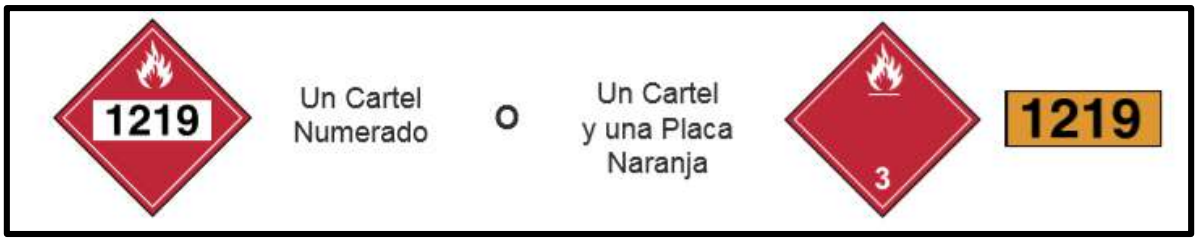


Figura 3.5. Ejemplo de rombos para el transporte de sustancias peligrosas.

Fuente: CENAPRED, 2006.

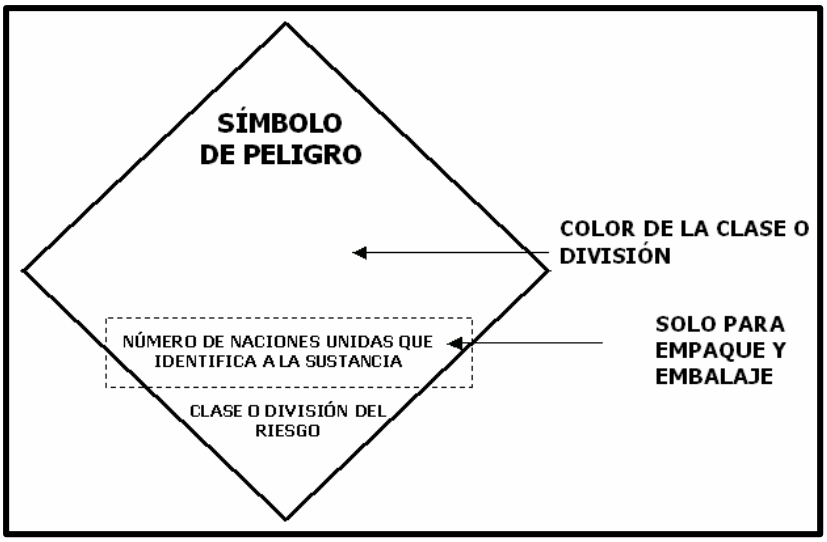


Figura 3.6. Rombo de transporte.

Fuente: CENAPRED, 2006.

Esta información permitirá determinar el tipo de sustancia o material peligroso que es transportado de acuerdo al número de las Naciones Unidas (UN), con base al Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados o la Guía de Respuesta a

Emergencias (secciones amarilla y azul). La identificación de las sustancias y materiales peligrosos que se transportan se deberá realizar para cada uno de los medios de transporte terrestre (autotransporte y ferroviario) en las carreteras o vías férreas de interés.

3.4.3. Utilización de las nuevas tecnologías para la modelación de la liberación de materiales peligrosos: nube tóxica, inflamable y explosiva

Para la realización de la simulación y modelado de accidentes potenciales, se utilizó el programa ALOHA Versión 5.4.7. Este programa está diseñado para el manejo de respuesta de accidentes químicos, así como para la planificación y entrenamiento. Incorpora técnicas que podrían considerarse refinadas, como un modelo para el manejo de gases densos.

El programa es apto para evaluar el impacto que tienen derrames o fugas de materiales tóxicos, inflamables y explosivos, procedentes tanto de tanques de almacenamiento como de ductos, permitiendo definir zonas de afectación y de exclusión para diferentes escenarios.

Por otra parte, es un software que ayuda a estimar eventos a partir de las características de la sustancia química liberada, condiciones atmosféricas y las circunstancias de la liberación. Además, grafica la nube de dispersión de los gases, las ondas de sobrepresión o la radiación térmica de un evento, la cual se puede trazar sobre un mapa en MARPLOT, o con imágenes satelitales de otras instancias y sobre el mismo mapa, permitiendo localizar la zonas susceptibles y vulnerables por la simulación de los radios de afectación por un accidente químico.

El uso de este programa es muy común para simular accidentes en el manejo, transporte o almacenamiento de sustancias peligrosas, debido a los efectos que provocan en caso de un accidente, como es en el caso de la liberación de un gas o vapor tóxico proveniente de una fuga o derrame de un líquido que se evapora y la posible exposición de gente a concentraciones de un gas o vapor que puedan afectar severamente la salud o incluso provocar la muerte.

ALOHA es un programa reconocido por La Secretaría de Gobernación, a través del Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) por la SEMARNAT, por la

Dirección Estatal de Protección Civil entre otras dependencias y es ampliamente utilizado en México para el modelado y simulación de accidentes con sustancias químicas.

3.4.4. Información meteorológica para el modelado de las sustancias peligrosas

Con base a la información proporcionada por CONAGUA, se determinaron los factores meteorológicos que inciden en la propagación de las sustancias peligrosas sobre el ambiente, dependiendo del tipo de incidente que podría afectar al medio ambiente y principalmente a los seres vivos, ya sea por nube tóxica, incendio y por explosión. Se decidió tomar en cuenta la información meteorológica en la estación climática de Tepatitlán, con un rango temporal de 12 meses del año 2016; con los insumos de dirección y velocidad del viento, así como, con la humedad relativa, y temperatura promedio.

3.4.4.1. Velocidad anual promedio de los vientos

El viento es el movimiento en masa del aire de acuerdo con las diferencias de presión atmosférica.

En meteorología, se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón. El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geo-astronómicas de la Tierra.

Debido a la falta de información, en la que no se proporcionan datos de la velocidad de viento, se empleó el programa history+. La simulación del archivo de history+ proporciona acceso a simulaciones climáticas para cualquier lugar en el mundo. Esto permite obtener información sobre el tiempo de ayer o la historia meteorológica de los últimos años. Dado a que el Archivo meteorológico presenta los datos de simulación y no los datos medidos para el área seleccionada. Los datos no se comparan con los datos medidos de una estación meteorológica (porque en más de 99% de los lugares de la Tierra,

las mediciones no están disponibles). Datos de simulación con alta predictibilidad pueden reemplazar mediciones. Para las áreas o datos con menos previsibilidad, la simulación no puede sustituir a las mediciones y no puede ser utilizada como una prueba clara. Por lo que, de acuerdo a la información establecida por parte del programa history+, en el año 2016, se tiene una velocidad promedio de 8 km/ h, y una dirección promedio de viento hacia Noroeste como se puede apreciar en la Tabla 3.7. La velocidad máxima registrada se presentó en el mes de abril, en la cual se cuantificó con una velocidad de 11 km/h (Figura 3.7), y para la más baja se registró una velocidad de 5.4 kilómetros por hora.

Mes	Velocidad promedio de viento [Km/h]
Enero	9
febrero	10
Marzo	10
Abril	11
Mayo	10
Junio	9
Julio	5
Agosto	5.4
Septiembre	6
Octubre	6
Noviembre	7
Diciembre	7
Promedio	**8**
Dirección promedio de viento	NO

Tabla 3.7. Velocidad promedio de vientos, 2016.

Fuente: Elaboración propia.

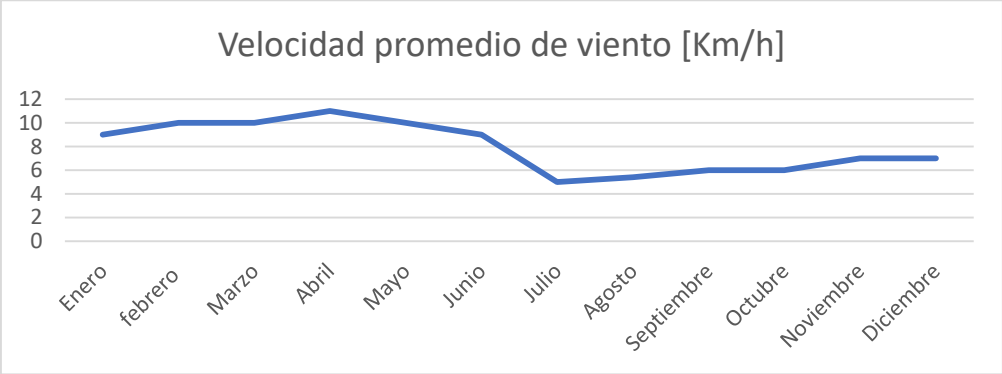


Figura 3.7. Velocidad de vientos estación de Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.2. Temperatura anual promedio

De acuerdo con la información recabada por parte de la estación climática de la estación de Tepatitlán, y con base al promedio de meses en el año 2016, se estableció la temperatura media predominante del área, misma que se muestra en la Tabla 3.8 y Figura 3.8. La temperatura máxima registra fue en el mes de mayo con una temperatura de 23.629°C y una temperatura mínima en el mes de enero de 14.193°C. con lo que se obtiene un promedio de 19.2°C.

Mes	Temperatura promedio mensual [°C]
Enero	14.193
febrero	16.232
Marzo	17.548
Abril	20.518
Mayo	23.629
Junio	22.283
Julio	20.903
Agosto	21.233
Septiembre	20.875
Octubre	19.612
Noviembre	17.1
Diciembre	16.759
Promedio	**19.2**

Tabla 3.8. Temperatura promedio mensual, 2016.

Fuente: Elaboración propia.

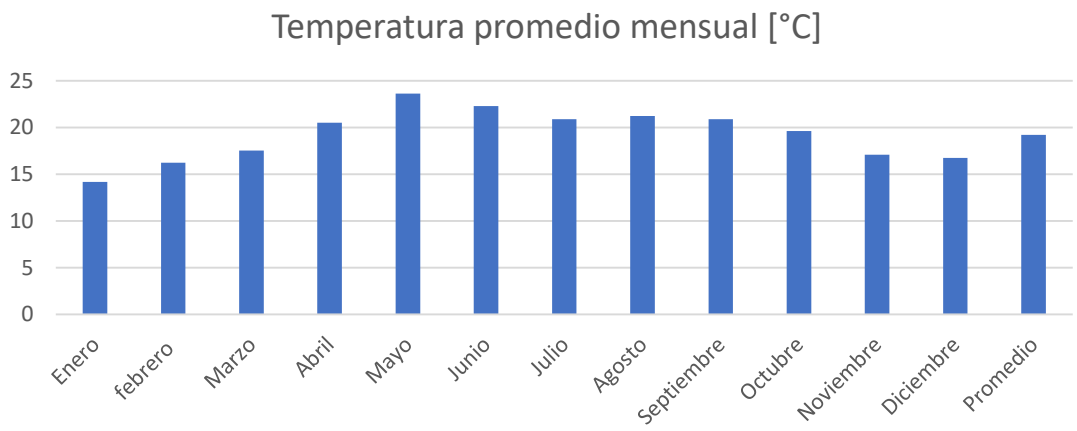


Figura 3.8. Temperatura promedio mensual 2016.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.3. Humedad relativa promedio [%]

Debido a la falta de información sobre la Humedad Relativa, también se empleó el programa history+, del cual se determinó, para el año 2016, una humedad relativa promedio de 53%, como se puede apreciar en la Tabla 3.9 y la Figura 3.9.

Mes	Humedad relativa promedio [%]
Enero	46
febrero	42
Marzo	35
Abril	34
Mayo	37
Junio	48
Julio	71
Agosto	68
Septiembre	72
Octubre	72
Noviembre	65
Diciembre	45
Promedio	**53**

Tabla 3.9. Humedad relativa promedio, 2016.

Fuente: Elaboración propia.

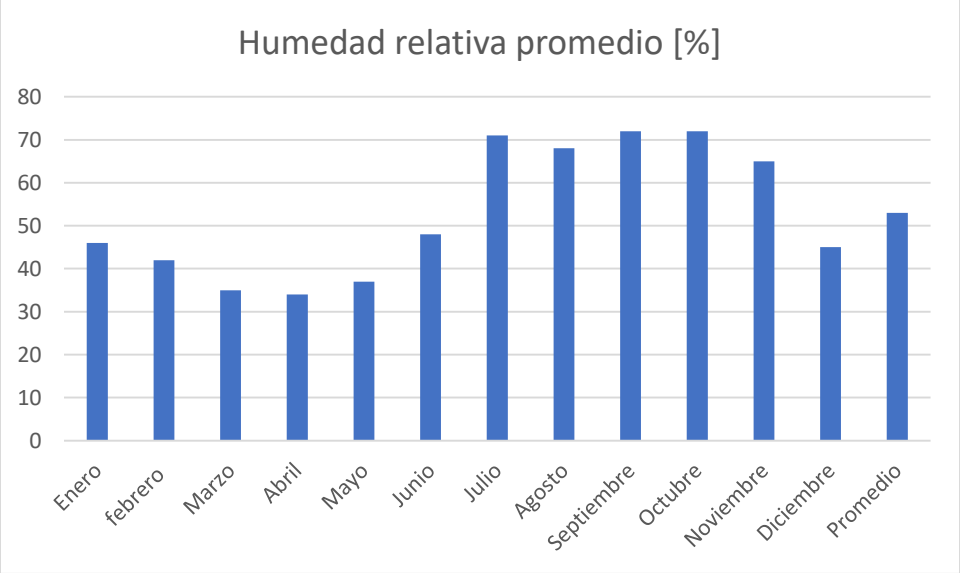


Figura 3.9. Humedad relativa promedio, 2016.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.4. Comparación de condiciones meteorológicas por estación del año

Para las simulaciones y modelado de accidentes potenciales, es necesario aplicar las peores condiciones meteorológicas posibles en el municipio, por lo que, este apartado se dividió en estaciones del año para mayor aglomeración de datos. A continuación, en las siguientes Figuras 3.10, 3.11 y 3.12 se muestran por separado cada una de las condiciones meteorológicas mencionadas anteriormente.

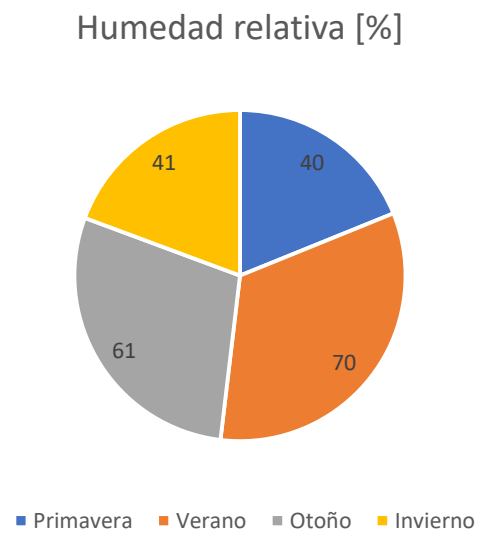


Figura 3.10. Humedad relativa promedio por estación del año.
Fuente: Elaboración propia.

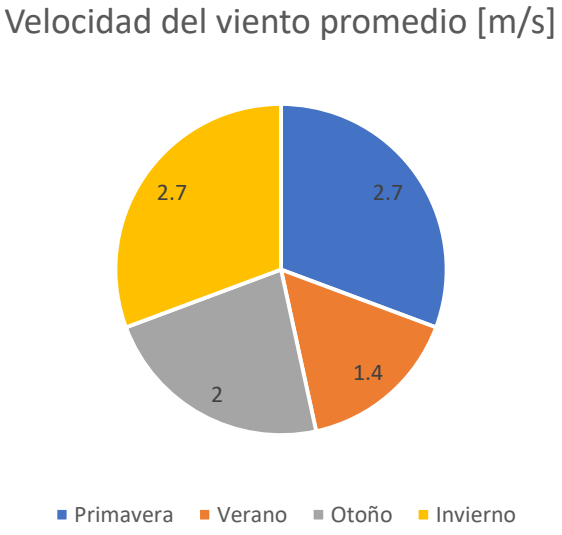


Figura 3.11. Velocidad de viento promedio por estación del año.
Fuente: Elaboración propia.

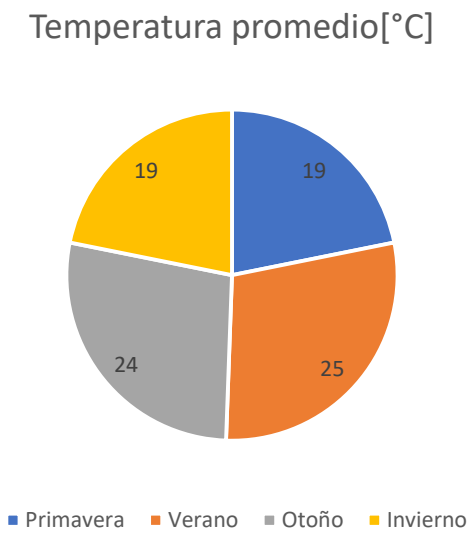


Figura 3.12. Temperatura promedio por estación del año.

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la Tabla 3.10 muestra que en las estaciones de primavera e inverno se manifiestan condiciones meteorológicas muy similares, caracterizadas por bajas temperatura y humedad relativa; y aunque la velocidad del viento es mayor que en las otras estaciones del año, aún siguen siendo bajas. Estas condiciones meteorológicas provocan la presencia de atmósferas altamente estables, las cuales están consideradas como las peores condiciones para la dispersión de gases en la atmósfera, razón por la cual se utilizaron solo estas dos estaciones del año para realizar las simulaciones en este trabajo.

Estación del año	Humedad relativa [%]	Velocidad del viento promedio [m/s]	Temperatura promedio[°C]	Dirección del viento
Primavera	40	2.7	19	NO
Verano	70	1.4	25	NO
Otoño	61	2	24	NO
Invierno	41	2.7	19	NO

Tabla 3.10. Comparación de condiciones meteorológicas por estación del año.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS POR ACTIVIDADES O INSTALACIONES DE ALTO RIESGO

Para la identificación de las instalaciones de alto riesgo ubicadas dentro del municipio de Tepatitlán se recabó y se estructuró una base de datos proporcionada por parte del cuerpo de Protección Civil de Tepatitlán, en la Gerencia de Inspección. En la identificación y análisis de riesgos, se tomó como referencia lo dispuesto en la LEGEEPA, en específico el primer y segundo listado para la clasificación de actividades altamente riesgosas, y las siguientes normas referentes a seguridad y riesgos en los centros de trabajo y estaciones de servicio:

- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad- Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales. Condiciones y procedimientos de seguridad y salud en el trabajo.
- NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas- Funcionamiento- Condiciones de seguridad.
- NOM-026-STPS-2008, Colores, señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-005-ASEA-2016, Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.
- NOM-004-ASEA-2017, Sistemas de recuperación de vapores de gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público de gasolinas- Métodos de prueba para determinar la eficiencia, mantenimiento y los parámetros para la operación.
- NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
- NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.

Se consideraron 86 industrias que operan dentro del municipio actualmente y que de acuerdo a la Dirección de Protección Civil y Bomberos municipal, poseen en mayor o menor medida alguna sustancia o sustancias que pudieran presentar un peligro potencial, no sólo para los confines espaciales de la empresa y sus trabajadores, sino dada una situación de fuga, derrame o reacción reactiva, pudiera convertirse en un peligro externo, es decir, afectar también a la población e infraestructura circundante. Dichas empresas se ubican geográficamente en el Mapa 3.2. Así mismo, en la Tabla 3.11 se presenta el listado de las empresas.

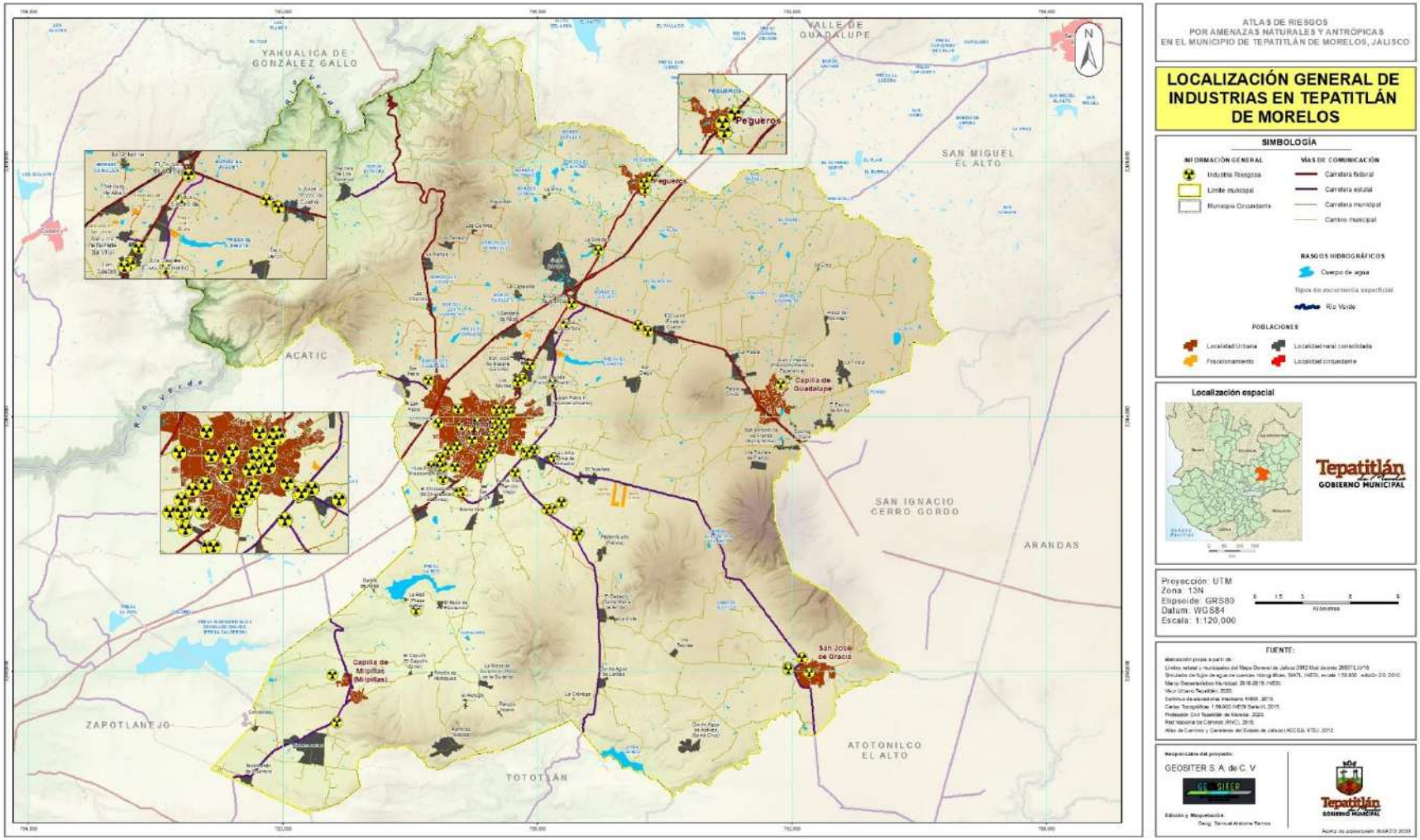
RAZÓN SOCIAL	GIRO	EJE X	EJE Y
2-Centro Lechero Cooperativo De Los Altos, S.C.L.	Lechera	-102.771834	20.80819
Agroindustria Guadalajara	Agroindustria	-102.585301	20.8373503
AGROINDUSTRIAS AVICOLAS S.A. DE C.V.	Agroindustria	-102.7185	20.7719
Agroindustrias Avícolas S.a. De C.v.	Agroindustria	-102.574713	20.6817241
Alimentos Finos de Occidente	Alimentos	-102.761708	20.8101395
Anodizados Tepa	Metal mecánica	-102.749735	20.8253332
Auto Gas de los Altos	Gasolinera	-102.770637	20.8149688
AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	Alimentos	-102.7802	20.7785
Bio Pappel Packaging Tepatitlán	Papel	-102.777786	20.778759
Hotel Plaza Centro	Hotelería	-102.758286	20.8147469
Centro Medico Alteño	Centro Medico	-102.780989	20.8045711
CITY OPERADORA TEPATITLÁN, S.A. DE C.V.	Hotelería	-102.767095	20.7933769
DE ANDA GRUPO INDUSTRIAL SA DE CV	Metal mecánica	-102.760593	20.8008889
Desppo Laboratorio	Laboratorio	-102.78676	20.8021185
Destiladora Los Sauces, S.a. De C.v.	Destiladora	-102.759203	20.8169193
Destiladora Santa Virginia	Destiladora	-102.727474	20.7682651
Destiladora Santa Virginia SA de CV	Destiladora	-102.7244	20.7685
DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	Gasera	-102.7464	20.7894
E.S. E07837 Grupo Gasolinero Álvarez S.A de C.V.	Gasolinera	-102.745196	20.8044193
FV Industrias México S. de R. L. de C. V.	Agroindustria	-102.855999	20.649009
GANADERIA Y AVICOLA, S.A. DE C.V.	Agroindustria	-102.80704	20.7122015
GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	Gasera	-102.757	20.8252

GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	Gasera	-102.5707	20.6735
GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSRIAL LA PUERTA"	Gasera	-102.7345	20.8021
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.	Gasera	-102.754059	20.8190434
Gas Express Nieto, Tepatitlán Jalisco	Gasera	-102.734469	20.8021282
Gasolinera Pemex	Gasolinera	-102.738986	20.80047
Gasolinera y Servicios los Sauces	Gasolinera	-102.736608	20.8498396
GASOLINERA Y SERVICIOS LOS SAUCES SA DE CV	Gasolinera	-102.7408	20.8432
Gas Express S.A. de C.V.	Gasera	-102.790041	20.7861556
GRUPO MEDICO TITANIC, S.A. DE C.V.	Centro Médico	-102.791611	20.7983226
Hospital Real San Lucas	Centro Médico	-102.778154	20.8161414
Hospital Vicentita	Centro Médico	-102.757587	20.8106627
Hotel Jet Express	Centro Médico	-102.74409	20.8407272
HOTEL REAL ALTEÑO	Centro Médico	-102.758507	20.814271
INDUSTRIALIZADORA DE AGAVE TIERRA BLANCA S.A. DE C.V.	Agroindustria	-102.709704	20.7530132
Industrializadora de Fructanos Tierra Blanca SA de CV	Agroindustria	-102.7085	20.7547
Inulina y Miel de Agave	Agroindustria	-102.670837	20.8717953
La Chicharronera	Alimentos	-102.665416	20.9488297
LA UNION TEPATITLÁN	Agroindustria	-102.79168	20.792994
Laboratorios Avilab Punto de Venta	Laboratorio	-102.764582	20.7997985
Laboratorios Avilab SA de CV	Laboratorio	-102.763516	20.798068
Lechera Alteña	Lechera	-102.748686	20.8230062
MINOTEX	Textil	-102.792217	20.8176911
Mu Lácteos	Lechera	-102.714198	20.8728941
OVO ALIMENTOS NUTRITIVOS	Alimentos	-102.710681	20.8845032
Panificadora La Alteña S.A de C.V	Alimentos	-102.767083	20.794485
PETRO SAN JUAN SA DE CV	Gasolinera	-102.741273	20.842015
PETROTEP, S.A. DE C.V.	Gasolinera	-102.752981	20.8111183
Posta el Cuatro, S.A. de C.V.	Agroindustria	-102.768729	20.8181059
PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	Agroindustria	-102.5832	20.6765
Procesadora de Aves de Tepatitlán	Agroindustria	-102.583313	20.6751892
Productos Alteño Sa De Cv	Agroindustria	-102.780161	20.825899
Productos El Gran Chaparral, SA de CV	Agroindustria	-102.791063	20.789862
S.M.C. NUTRITION	Alimentos	-102.7226	20.7974321
Sello Rojo	Lechera	-102.751011	20.8225376
SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	Lechera	-102.694	20.9146

SERVICIO ACATIC SA DE CV	Gasolinera	-102.8583	20.6762
Servicio Carnicerito	Alimentos	-102.781422	20.804998
SERVICIO SAN ALFONSO S.A. DE C.V.	Gasolinera	-102.74	20.7997
SERVICIOS GASOLINEROS DE MEXICO S.A. DE C.V.	Gasolinera	-102.7825	20.7929
Gutiérrez Martin Ezequiel	Alimentos	-102.666144	20.9525067
Sonigas S.A. de C.V. (TEPATITLÁN)	Gasera	-102.664779	20.8682082
Soriana Tepatitlán Parking Lot	Supermercado	-102.752172	20.8165636
Super Servicio Tepatitlán S.A. de C.V.	Supermercado	-102.75935	20.8034358
TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	Supermercado	-102.7231	20.8397
THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	Gasera	-102.7898	20.7936
THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	Gasera	-102.7967	20.7933
THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	Gasera	-102.6607	20.956
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	Centro Universitario	-102.7979	20.8425
Bio Papel Empaques	Venta y reciclado de empaques de cartón	-102.779975	20.778759
PETROPEP	Gasolinera	-102.75036	20.8225151
PETRO SAN JUAN PEMEX	Gasolinera	-102.740595	20.842397
MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	Gasolinera	-102.768289	20.8003585
SUPER SERVICIO TEPATITLAN S.A. DE C.V.	Gasolinera	-102.761539	20.8034358
GASOLINERA BP	Gasolinera	-102.778877	20.8106172
PEMEX GALERIAS	Gasolinera	-102.779067	20.8016763
GASOLINERA 11856	Gasolinera	-102.78378	20.7905243
SERVICIO RAMIREZ DE TEPATITLÁN S.A DE C.V	Gasolinera	-102.786667	20.7818934
Servicio Ramírez de Tepatitlán, Suc. Colonias	Gasolinera	-102.782353	20.822237
PEMEX	Gasolinera	-102.790128	20.8437947
SERVICIO COLOSIO	Gasolinera	-102.778664	20.8160812
SERVICIO CARNICERITO	Gasolinera	-102.783611	20.804998
GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	Gasolinera	-102.766035	20.804559
GASOLINERA PEMEX	Gasolinera	-102.741175	20.80047
E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ÁLVAREZ S.A DE C. V	Gasolinera	-102.747385	20.8044193

Tabla 3.11. Total, de empresas proporcionadas por protección civil.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.2. Localización general de industrias.

Fuente: Elaboración propia.

Existen empresas que no cuentan con la información necesaria para la elaboración de sus respectivas simulaciones con el programa utilizado, ya que, para esto, son necesarios los datos del tipo de sustancia química que utilizan y sus cantidades. Por lo que, se trabajó con 36 empresas que si contaban con los datos suficientes para la realización de sus respectivas simulaciones. A continuación, en la Tabla 3.12, se exponen las siguientes industrias que si contaban con los datos suficientes para su respectivo estudio. Así mismo, se les otorga un numero de ID para identificar las distintas industrias en el mapa. De la misma forma, el ID será el mismo en el anexo de fichas de cada una de las industrias homologadas.

ID	Razón social	Eje X	Eje Y
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSÉ"	-102.570687	20.673544
2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	-102.7569677	20.8252202
3	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSRIAL LA PUERTA"	-102.73448	20.8020999999999
4	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	-102.6939579	20.9146278999999
5	AGROINDUSTRIAS AVÍCOLAS S.A. DE C.V.	-102.718544499999	20.7718959
6	DISTRIBUIDORA DE GAS SA JUAN, S.A. DE C.V.	-102.7463833	20.7894194
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	-102.5831667	20.6764639
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	-102.780186599999	20.7784926
9	Destiladora Santa Virginia SA de CV	-102.7244196	20.7684904
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	-102.7967117	20.7933346999999
11	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACI´┐¢N DE CARBURACIÓN	-102.789749999999	20.7936306
12	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACI´┐¢N DE CARBURACIÓN	-102.660661099999	20.9560028
13	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	-102.79788449999	20.8425104999999
14	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	-102.723055599999	20.8397222
15	Industrializadora de Fructanos Tierra Blanca SA de CV	-102.7085066	20.7546584
16	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	-102.790987	20.841142

17	Bio Papel-TITAN Empaques	-102.7799749	20.778759
18	PETROPEP	-102.7503597	20.8225151
19	PETRO SAN JUAN PEMEX	-102.7405953	20.842397
20	MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	-102.7682889	20.8003585
21	SUPER SERVICIO TEPATITLAN S.A. DE C.V.	-102.7615387	20.8034358
22	GASOLINERA BP	-102.7788774	20.8106172
23	PEMEX GALERIAS	-102.779067	20.8016763
24	GASOLINERA 11856	-102.7837797	20.7905243
25	SERVICIO RAMIREZ DE TEPATITLAN S.A DE C.V	-102.7866666	20.7818934
26	Servicio Ramírez de Tepatitlán, Suc. Colonias	-102.7823527	20.822237
27	PEMEX	-102.7901281	20.8437947
28	SERVICIO COLOSIO	-102.7786642	20.8160812
29	SERVICIO CARNICERITO	-102.783611	20.804998
30	GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	-102.7660352	20.804559
31	GASOLINERA PEMEX	-102.7411745	20.80047
32	E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ALVAREZ S.A DE C. V	-102.7473851	20.8044193
33	SERVICIO ACATIC SA DE CV	-102.858272299999	20.6761588
34	SERVICIO SAN ALFONSO S.A. DE C.V.	-102.7399553	20.7997046999999
35	GASOLINERA Y SERVICIOS LOS SAUCES SA DE CV	-102.740796	20.843212
36	SERVICIOS GASOLINEROS DE MEXICO S.A. DE C.V.	-102.7824614	20.7929482999999

Tabla 3.12. Industrias homologadas.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se subcategorizaron las industrias por sustancia química que manejan, por lo que se menciona el tipo de peligro que generan en las simulaciones realizadas en Aloha (Tabla 3.13) y se localizan en el Mapa 3.3.

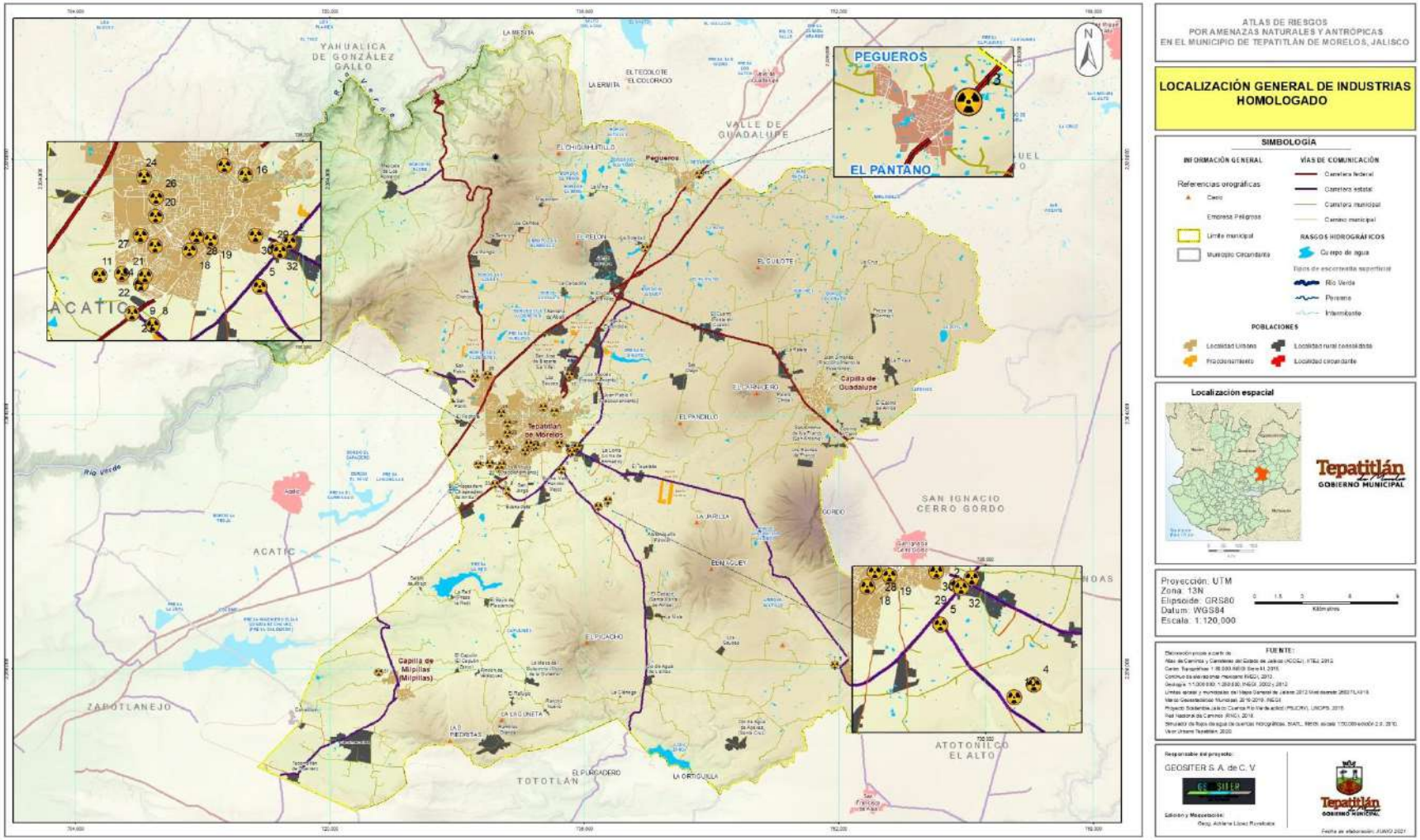
No.	Razón social	Sustancia Química	Tipo De Simulación
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	Gas LP	BLEVE
1.1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	Gas LP	SOBREPRESIÓN
1.2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	Gas LP	NUBE TÓXICA
2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	Gas LP	BLEVE
2.1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	Gas LP	SOBREPRESIÓN
2.2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	Gas LP	NUBE TÓXICA
3	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSTRIAL LA PUERTA"	Gas LP	BLEVE
3.1	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSTRIAL LA PUERTA"	Gas LP	SOBREPRESIÓN
3.2	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSTRIAL LA PUERTA"	Gas LP	NUBE TÓXICA
4	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	Gas LP	BLEVE
4.1	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	Gas LP	SOBREPRESIÓN
4.2	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	Gas LP	NUBE TÓXICA
5	AGROINDUSTRIAS AVÍCOLAS S.A. DE C.V.	Gas LP	BLEVE
5.1	AGROINDUSTRIAS AVÍCOLAS S.A. DE C.V.	Gas LP	SOBREPRESIÓN
5.2	AGROINDUSTRIAS AVÍCOLAS S.A. DE C.V.	Gas LP	NUBE TÓXICA
6	DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	Gas LP	BLEVE
6.1	DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	Gas LP	SOBREPRESIÓN
6.2	DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	Gas LP	NUBE TÓXICA
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	AMONIACO ANHIDRIDO	NUBE TÓXICA
7.1	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	AMONIACO ANHIDRIDO	BLEVE
7.2	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	GAS LP	BLEVE
7.3	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	Gas LP	SOBREPRESIÓN
7.4	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	Gas LP	NUBE TÓXICA
7.5	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	GAS NATURAL (METANO)	NUBE TÓXICA
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	AMONIACO ANHIDRIDO	NUBE TÓXICA
8.1	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	AMONIACO ANHIDRIDO	BLEVE

8.2	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	Gas LP	BLEVE
8.3	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	GAS LP	SOBREPRESIÓN
8.4	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	GAS LP	NUBE TÓXICA
8.5	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	GAS NATURAL (METANO)	NUBE TÓXICA
8.6	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	ACIDO NITRICO	NUBE TÓXICA
9	Destiladora Santa Virginia SA de CV	ALCOHOL (ETANOL)	BLEVE
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	GAS LP	BLEVE
10.1	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	GAS LP	SOBREPRESIÓN
10.2	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	GAS LP	NUBE TÓXICA
11	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	BLEVE
11.1	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	SOBREPRESIÓN
11.2	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	NUBE TÓXICA
12	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	BLEVE
12.1	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	SOBREPRESIÓN
12.2	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	NUBE TÓXICA
13	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	GAS LP	BLEVE
13.1	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	GAS LP	SOBREPRESIÓN
13.2	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	GAS LP	NUBE TÓXICA
14	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	GAS LP	BLEVE
14.1	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	GAS LP	Sobrepresión
14.2	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	GAS LP	NUBE TÓXICA
15	Industrializadora de Fructanos Tierra Blanca SA de CV	ACÍDO CLORHÍDRICO	NUBE TÓXICA
16	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	GAS LP	BLEVE
16.1	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	GAS LP	SOBREPRESIÓN
16.2	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	GAS LP	NUBE TÓXICA
17	Bio Papel-TITAN Empaques	GAS LP	BLEVE
17.1	Bio Papel-TITAN Empaques	GAS LP	SOBREPRESIÓN
17.2	Bio Papel-TITAN Empaques	GAS LP	NUBE TÓXICA
18	PETROPEP	GASOLINA	BLEVE
19	PETRO SAN JUAN PEMEX	GASOLINA	BLEVE
20	MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	GASOLINA	BLEVE
21	SUPER SERVICIO TEPATITLAN S.A. DE C.V.	GASOLINA	BLEVE
22	GASOLINERA BP	GASOLINA	BLEVE
23	PEMEX GALERIAS	GASOLINA	BLEVE
24	GASOLINERA 11856	GASOLINA	BLEVE

25	SERVICIO RAMÍREZ DE TEPATITLÁN S.A DE C.V	GASOLINA	BLEVE
26	SERVICIO RAMÍREZ DE TEPATITLÁN, SUC. COLONIAS	GASOLINA	BLEVE
27	PEMEX	GASOLINA	BLEVE
28	SERVICIO COLOSIO	GASOLINA	BLEVE
29	SERVICIO CARNICERITO	GASOLINA	BLEVE
30	GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	GASOLINA	BLEVE
31	GASOLINERA PEMEX	GASOLINA	BLEVE
32	E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ALVAREZ S.A DE C. V	GASOLINA	BLEVE
33	SERVICIO ACATIC SA DE CV	GASOLINA	BLEVE
34	SERVICIO SAN ALFONSO S.A. DE C.V.	GASOLINA	BLEVE
35	GASOLINERA Y SERVICIOS LOS SAUCES SA DE CV	GASOLINA	BLEVE
36	SERVICIOS GASOLINEROS DE MEXICO S.A. DE C.V.	GASOLINA	BLEVE

Tabla 3.13. Subclasificación de empresas de acuerdo a su tipo de simulación.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.3. Localización de industrias homologadas.

Fuente: Elaboración propia.

Para la modelación aludida previamente, se tomó como radio las distancias calculadas con el programa Aloha; sin embargo, en este caso no se consideró la dirección del viento como un factor para la pluma de dispersión y la orientación que tomaría el efecto hipotético de dispersión de la sustancia (véase el anexo de las fichas por empresa), sino que se graficó un polígono a modo de círculo regular para considerar la mayor superficie de afectación posible con una circunferencia homogénea, considerando así la mayor contingencia posible independientemente de la dirección o velocidad del viento imperante en un momento dado. Estos polígonos tienen por objeto mostrar tanto el área susceptible, como la población y localidades expuestas dado un siniestro específico por cada sustancia y en cada una de las empresas analizadas. Fue posible modelar 36 establecimientos, ya que los 50 restantes no especificaban el tipo de sustancia que manejaban en su operación, siendo este dato necesario para poder cuantificar la distancia de afectación de ambos tipos (riesgo y amortiguamiento) en el software Aloha.

La información de población afectada fue tomada de los resultados por manzana y localidad del Censo de Población y vivienda INEGI, 2020. El dato de población total en las localidades urbanas se encuentra desagregado a escala de manzana, mientras que en los elementos rurales, solamente se tiene a nivel de localidad. A su vez, dentro de las localidades rurales, los caseríos dispersos, rancherías y asentamientos humanos con poca población o con una traza de calles poco definida, se consideran por INEGI como localidades rurales no consolidadas y son georreferidas con geometría de punto; mientras que las de dimensiones y planimetría más precisada se nombran como localidades consolidadas y su geometría es poligonal. Estas diferencias topológicas y de escala dan cabida a separar en el cálculo de la población afectada los 3 tipos de habitantes encontrados en el universo de datos.

Gracias a este análisis espacial, se pueden detectar patrones y establecer la jerarquización de empresas peligrosas a partir de su ubicación con respecto a centros de población. Además, si bien se consideran sólo las localidades de Tepatitlán en el listado de la exposición de la peligrosidad, se consideró menester incluir también la población de las localidades limítrofes (fuera de los límites oficiales del municipio) en la sumatoria de la población afectada, que por su proximidad, aún caen dentro de algunos buffers de riesgo y/o amortiguamiento, lo anterior con el fin de no sesgar el valor de habitantes expuestos, ya que al disminuir la población que afectarían si sólo se contabilizará dentro de Tepatitlán, se menosprecia el impacto potencial de estos fenómenos.

Los resultados de este proceso se pueden consultar en el Anexo de Tablas que acompaña al presente documento (véase archivo “Población afectada.xls”), donde se desglosan por tipo de población cada una de las sustancias peligrosas por empresa, y tipo de dispersión: Bleve, Nube Tóxica y Onda de Sobrepresión, así como por área de riesgo y amortiguamiento de cada una[15]. Para efectos de sintetizar la información, en este escrito sólo se presenta a modo de ejemplo, mediante la Tabla 3.14, la población desglosada a nivel urbano y rural para la modelación cuya superficie de afectación es mayor, sin importar su severidad, siendo ésta la superficie de amortiguamiento por Bleve:

ID	RAZÓN SOCIAL	SUSTANCIA	HABITANTES URBANOS EXPUESTOS EN ZONA DE AMORITIGUAMIENTO	HABITANTES RURALES EXPUESTOS EN ZONA DE AMORITIGUAMIENTO
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSÉ"	GAS LP	4463	0
2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	GAS LP	17035	0
3	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSRIAL LA PUERTA"	GAS LP	522	643
4	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	GAS LP	0	187
5	AGROINDUSTRIAS AVICOLAS S.A. DE C.V.	GAS LP	0	0
6	DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	GAS LP	2887	992
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	GAS LP	5165	67
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	AMONIACO ANHIDRIDO	12538	1726
9	Destiladora Santa Virginia SA de CV	ALCOHOL (ETANOL)	0	1009
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	GAS LP	12844	866

[15] También se sugiere consultar el anexo “Fichas empresas módulo III”, cuyos archivos particularizan estos datos para cada una de las empresas analizadas.

11	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	2689	819
12	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	1091	9
13	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	GAS LP	113	0
14	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	GAS LP	0	1569
15	INDUSTRIALIZADORA DE FRUCTANOS TIERRA BLANCA S.A DE C.V.	ÁCIDO CLORHÍDRICO	0	0
16	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	GAS LP	154	0
17	Bio Papel-TITAN Empaques	ACÍDO SULFÚRICO	0	28
18	PETROPEP	GASOLINA	21641	0
19	PETRO SAN JUAN PEMEX	GASOLINA	148	1767
20	MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	GASOLINA	12530	0
21	SUPER SERVICIO TEPATITLÁN S.A. DE C.V.	GASOLINA	24798	27
22	GASOLINERA BP	GASOLINA	21689	0
23	PEMEX GALERIAS	GASOLINA	18553	0
24	GASOLINERA 11856	GASOLINA	8612	841
25	SERVICIO RAMÍREZ DE TEPATITLAN S.A DE C.V	GASOLINA	2435	880
26	Servicio Ramírez de Tepatitlán, Suc. Colonias	GASOLINA	5793	0
27	PEMEX	GASOLINA	1597	30
28	SERVICIO COLOSIO	GASOLINA	13349	0
29	SERVICIO CARNICERITO	GASOLINA	13104	0
30	GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	GASOLINA	23528	0
31	GASOLINERA PEMEX	GASOLINA	3990	622
32	E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ALVAREZ S.A DE C. V	GASOLINA	9470	615
33	SERVICIO ACATIC S.A DE C.V	GASOLINA	230	20

34	SERVICIO SAN ALFONSO S. A DE C. V	GASOLINA	3921	643
35	GASOLINERA Y SERVICIO LOS SAUCES S. A DE C. V	GASOLINA	0	1213
36	SERVICIOS GASOLINEROS DE MÉXICO S. A DE C. V	GASOLINA	10212	819

Tabla 3.14. Población expuesta a peligros químico-tecnológicos por tipo de dispersión Bleve.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó una clasificación de acuerdo a la severidad de los daños causados por el peor de los escenarios posibles en cada uno de los establecimientos. En la sub-clasificación se tomó como referencia el radio de la zona de alto riesgo en caso de siniestro, resultando la siguiente Tabla:

NIVEL DE RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO EN EL PEOR ESCENARIO POSIBLE
Bajo	0-1 km
Medio	1-5 km
Alto	Mayor a 5 km

Tabla 3.15. Clasificación de grado de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

De las modelaciones se realizó una clasificación de dichos establecimientos de acuerdo a su grado de riesgo, los cuales pudieran catalogarse como actividades o instalaciones de alto, medio y bajo riesgo. Sin embargo, con base a las normativas explicadas anteriormente se tomó mayor énfasis a las industrias de riesgo medio ya que las simulaciones no arrojaron industrias de alto riesgo. Se obtuvo un total de 4 establecimientos (Tabla 3.16), los cuales se georreferencian en el Mapa 3.4.

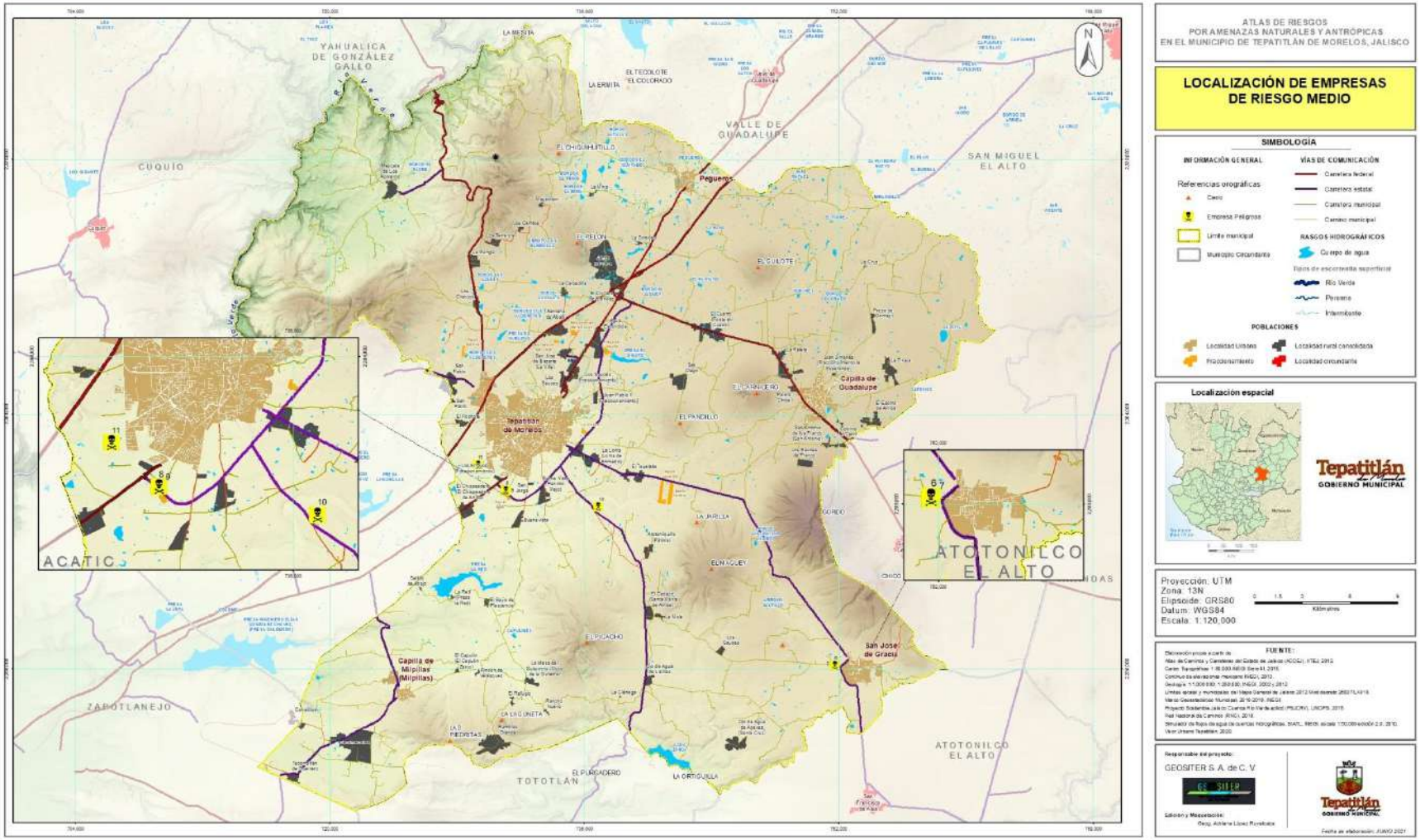
ID	RAZÓN SOCIAL	EJE X	EJE Y	SUSTANCIA QUIMICA	TIPO DE DISPERSIÓN
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	-102.5831667	20.6764639	AMONIACO ANHIDRIDO	NUBE TÓXICA
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	-102.7801866	20.7784926	AMONIACO ANHIDRIDO	NUBE TÓXICA
9	Destiladora Santa Virginia SA de CV	-102.7244196	20.7684904	ALCOHOL (ETANOL)	BLEVE
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	-102.7967117	20.7933347	GAS LP	NUBE TÓXICA

Tabla 3.16. Industrias de riesgo medio por zona de amortiguamiento.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la clasificación mencionada, se obtuvo el siguiente número de establecimientos en cada grado de riesgo:

- Bajo: 32
- Medio: 4
- Alto: 0



Mapa 3.4. Localización de empresas de riesgo medio.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Modelado del peligro por sustancias tóxicas

Una vez identificadas las actividades o instalaciones de alto riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable, se procedió a realizar la simulación de accidentes potenciales. En cada simulación se incluye una zona de alto riesgo y una zona de amortiguamiento. La zona de alto riesgo es aquella que rebasa el IDLH (Inmediately dangerous to life and health o Inmediatamente peligroso para la vida y la salud); el IDLH se mide en concentración (partes por millón) y depende de cada sustancia tóxica. La zona de amortiguamiento es aquella que, si bien es nocivo a la salud y al ambiente, no representa un peligro inmediato a la vida humana. Las concentraciones en la zona de amortiguamiento dependen de cada sustancia tóxica y están en función de la toxicidad y el modo de dispersión.

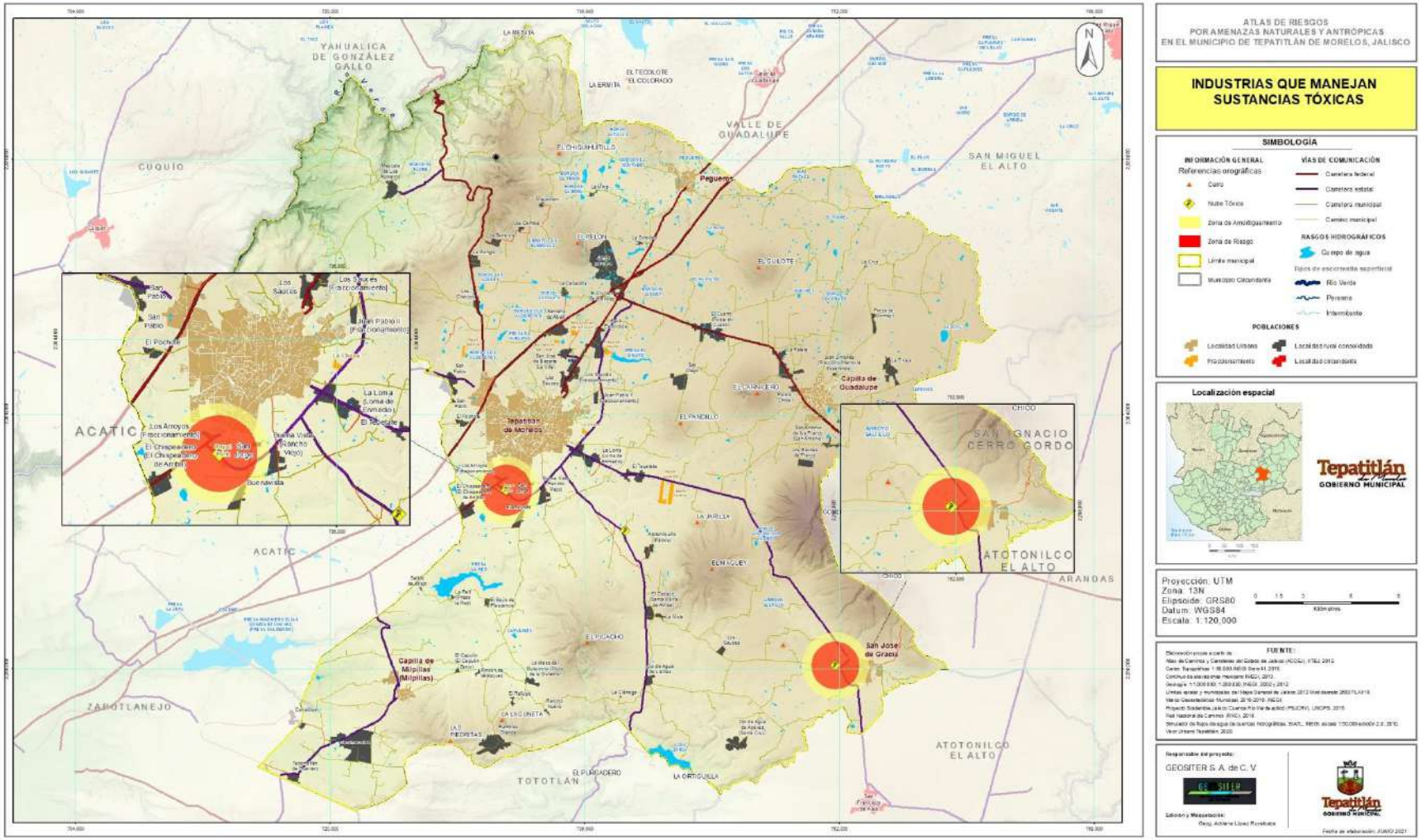
Es importante aclarar que dentro de algunas instalaciones no se modelo directamente la sustancia o material peligroso, ya que, como tal, no rebasaba la cantidad de reporte o bien, no generaba eventos de riesgo. Sin embargo, se modela las reacciones secundarias a partir de eventos como incendios y explosiones, que este si generan emisiones peligrosas al hacer combustión o bien al generar explosiones; tal es el caso de empresas de agroquímicos, entre otras.

Para un análisis y una descripción técnica más eficiente, se tomaron las 4 industrias de mayor riesgo tóxico (Tabla 3.17) y se realizó un mapa de riesgos tóxicos (Mapa 3.5) con una distribución espacial heterogénea para que se puedan apreciar bien los elementos geográficos y las simulaciones del peligro por las nubes tóxicas.

ID	RAZÓN SOCIAL	SUSTANCIA	TIPO DE SIMULACIÓN
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	Gas LP	Nube de dispersión
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	Amoniaco Anhídrido	Nube de dispersión
15	INDUSTRIALIZADORA DE FRUCTANOS TIERRA BLANCA S.A DE C.V.	Ácido Clorhídrico	Nube de dispersión

Tabla 3.17. Industrias de alto riesgo que manejan sustancias tóxicas.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.5. Simulación de peligrosidad de industrias que manejan sustancias tóxicas.

Fuente: Elaboración propia.

ID:	Nombre de la empresa:
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.

Actividad principal:			
AGROINDUSTRIA			
Domicilio:	CALLE POTRERO BLANCO NO. 100, SAN JOSE DE GRACIA		
Colonia:	TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO, MEXICO.		
Localización:			
Longitud:	-102.5831667	**Latitud:**	20.6764639

Sustancias y materiales peligrosos:	Tipo De dispersión:	Cantidad Almacenada:
AMONIACO	NUBE TÓXICA	12600 L
GAS LP	NUBE TÓXICA EXPLOSIÓN	732300 L

Análisis de consecuencias:

Como sustancia peligrosa se encuentra el amoniaco, que es utilizado dentro de la Instalación como refrigerante. Como sustancias no peligrosas por la cantidad que Manejan se tiene gas lo y Diesel. Para este caso en particular solo se modelará el Amoniaco

Amoniaco:

Concentración, radiación o sobrepresión de la sustancia o material liberado:
30 kg / s (nube tóxica)

Nube tóxica:

Mecanismos de dispersión de las sustancias y materiales peligrosos que pueden causar daño a la población expuesta o a sus bienes:
Nube tóxica que se desplaza a través del aire e impacta a una zona específica.

Efectos esperados de las sustancias o materiales peligrosos liberados:
Toxicidad por inhalación.

Determinación de zona expuesta y población amenazada:

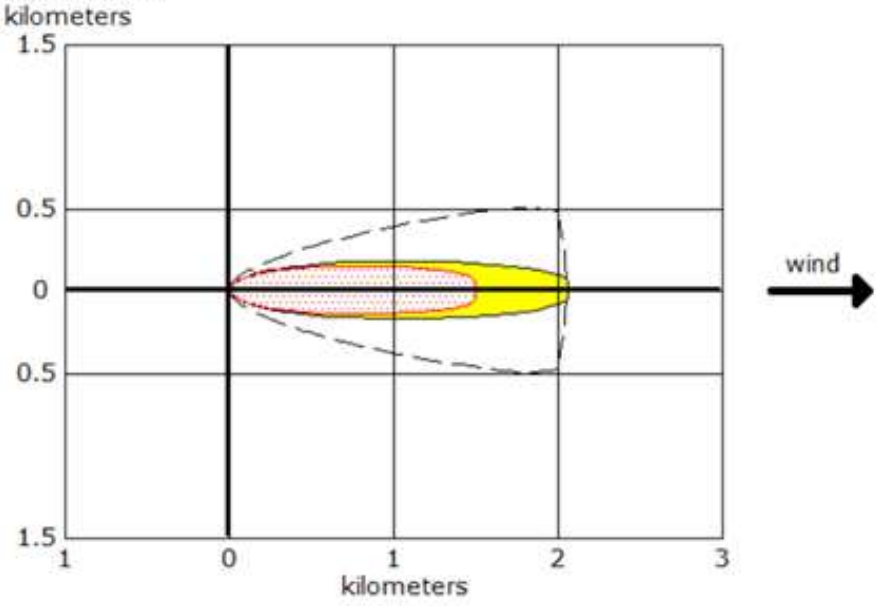
Amoniaco:

Nube tóxica: El área total amenazada es de 13.85 Km2

Colonias y localidades afectadas:

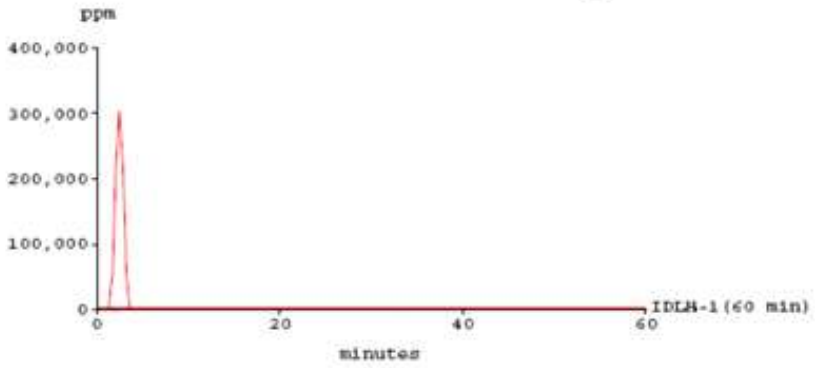
5070 personas afectadas

NUBE TÓXICA:



greater than 300 ppm (IDLH)
greater than 160 ppm (AEGL-2 [60 min])
wind direction confidence lines

Rojo zona alto riesgo:
1.5 kilómetros --- (300 ppm IDLH =)
Población aprox. amenazada: 7647 hab.
Amarillo zona riesgo medio:
2.1 kilómetros --- (30 ppm = AEGL-1 (60 min))
Población aprox. amenazada:



Resultado de Modelado:

Nombre químico: **Amoníaco** Peso molecular: 17,03 g / mol
IDLH: 300 ppm LEL: 160000 UEL ppm: 250000 ppm
Punto de ebullición: -37,1? C
Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm

DATOS ATMOSFÉRICOS:
Viento: 2.7 metros por segundo del NO
Temperatura del aire: 19° C
Estabilidad Clase: E
Humedad relativa 40%

INTENSIDAD DE LA FUENTE:
Fuente directa: 1800 kilogramos
Altura Fuente: 3
Lanzamiento Duración: 5 minuto
Precio de lanzamiento: 552 kg / min
Monto Total de lanzamiento: 616 kilogramos

ZONA DE AMENAZA:
Modelo Run: Gauss
Rojo: 1.5 kilómetros --- (300 ppm IDLH =)
Amarillo: 2.1 kilómetros --- (30 ppm = AEGL-1 (60 min))

AMENAZA A PUNTO:
Estimaciones de la concentración en el punto:
A favor del viento: 200 metros de línea central: 0 metros de
Número máximo de concentración:
Al aire libre: 304.000 ppm
Interior: 1.440 ppm

Los datos meteorológicos utilizados para el modelado son de un accidente con el peor Escenario posible de la institución, los datos fueron tomados desde la estación de monitoreo ambiental ubicada en Tepatitlán de Morelos que es operada por la SEMADES en lo que refiere a dirección y velocidad del viento, así como humedad relativa, y la temperatura.

Información meteorológica utilizada:

1. Velocidad de los vientos promedio: 2.7 m/s
2. Dirección dominante de los vientos: noroeste
3. Humedad relativa promedio: 40%
4. Parámetros de exposición:

ZONA DE RIESGO: ERPG DE LA SUSTANCIA
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO: AEGL-1

Figura 3.13. Ficha técnica individual por empresa con información detallada de la simulación presentada por ALOHA.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Instalaciones peligrosas que manejan sustancias inflamables y explosivas

En este capítulo se identificaron cuatro establecimientos clasificados con un nivel de riesgo medio, que manejan sustancias peligrosas con incidencia en producir incendios por las condiciones físicas de las sustancias que manejan cada una de las empresas. Los daños por incendios son quemaduras, daños a infraestructura y en el más drástico de los casos, la muerte.

Los establecimientos que representan un mayor riesgo debido a la cantidad y el tipo de sustancias que almacenan alcanzan un radio de afectación de más de 5 km, donde se espera una radiación igual o superior a 5kW/m^2.

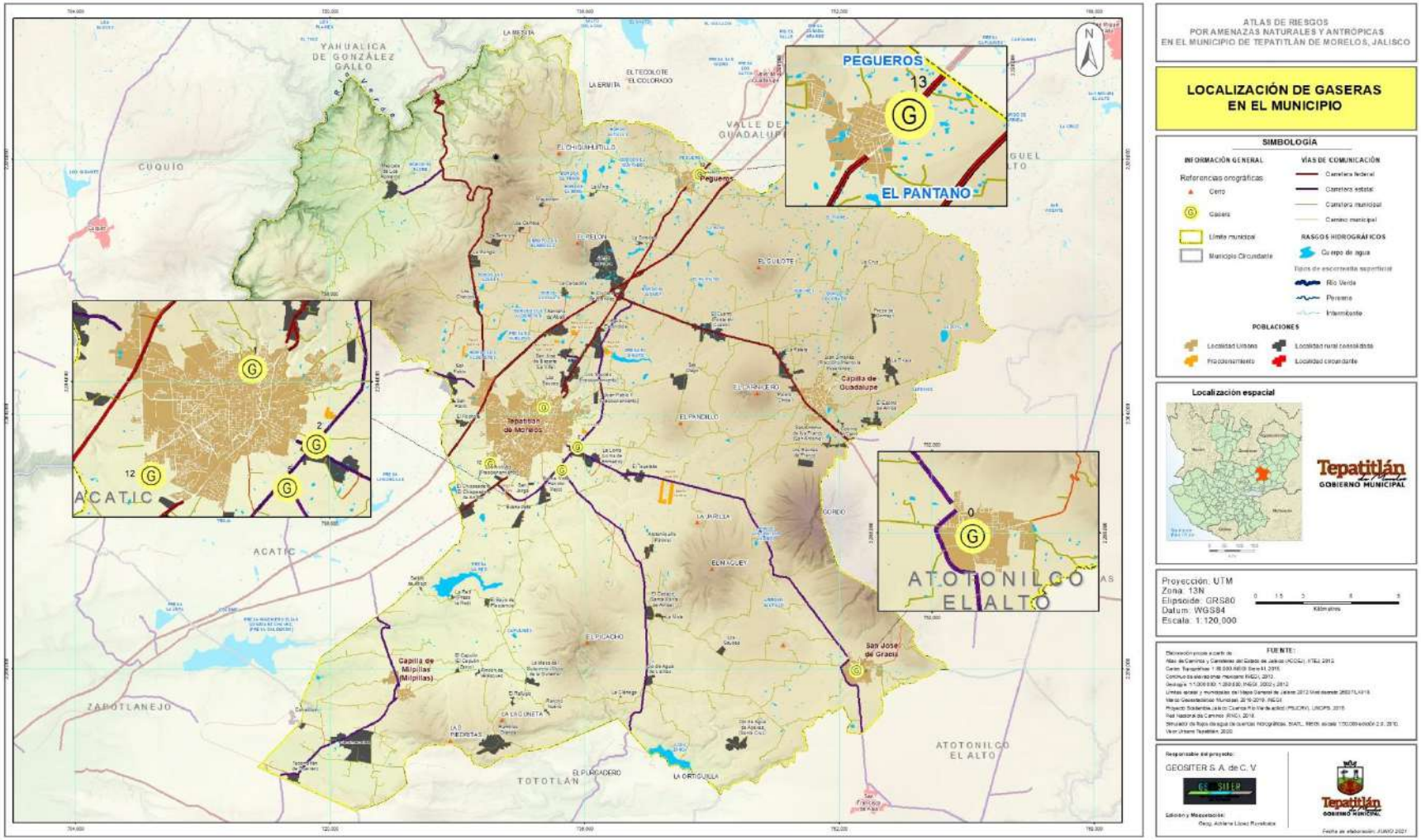
3.5.2.1. Modelado de las instalaciones de gas LP

La sustancia más peligrosa que es utilizada por estas industrias es gas L.P., entre otras sustancias. En la siguiente Tabla 3.18, se puede apreciar de una manera detallada las empresas que manejan grandes cantidades de esta sustancia (Mapas 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9).

ID	RAZÓN SOCIAL	CANTIDAD DE SUSTANCIA ALMACENADA
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	10000L
2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	10000L
3	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSRIAL LA PUERTA"	93000L
6	DISTRIBUIDORA DE GAS SA JUAN, S.A. DE C.V.	250000L
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	506000L
11	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	17300L
12	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	5000L

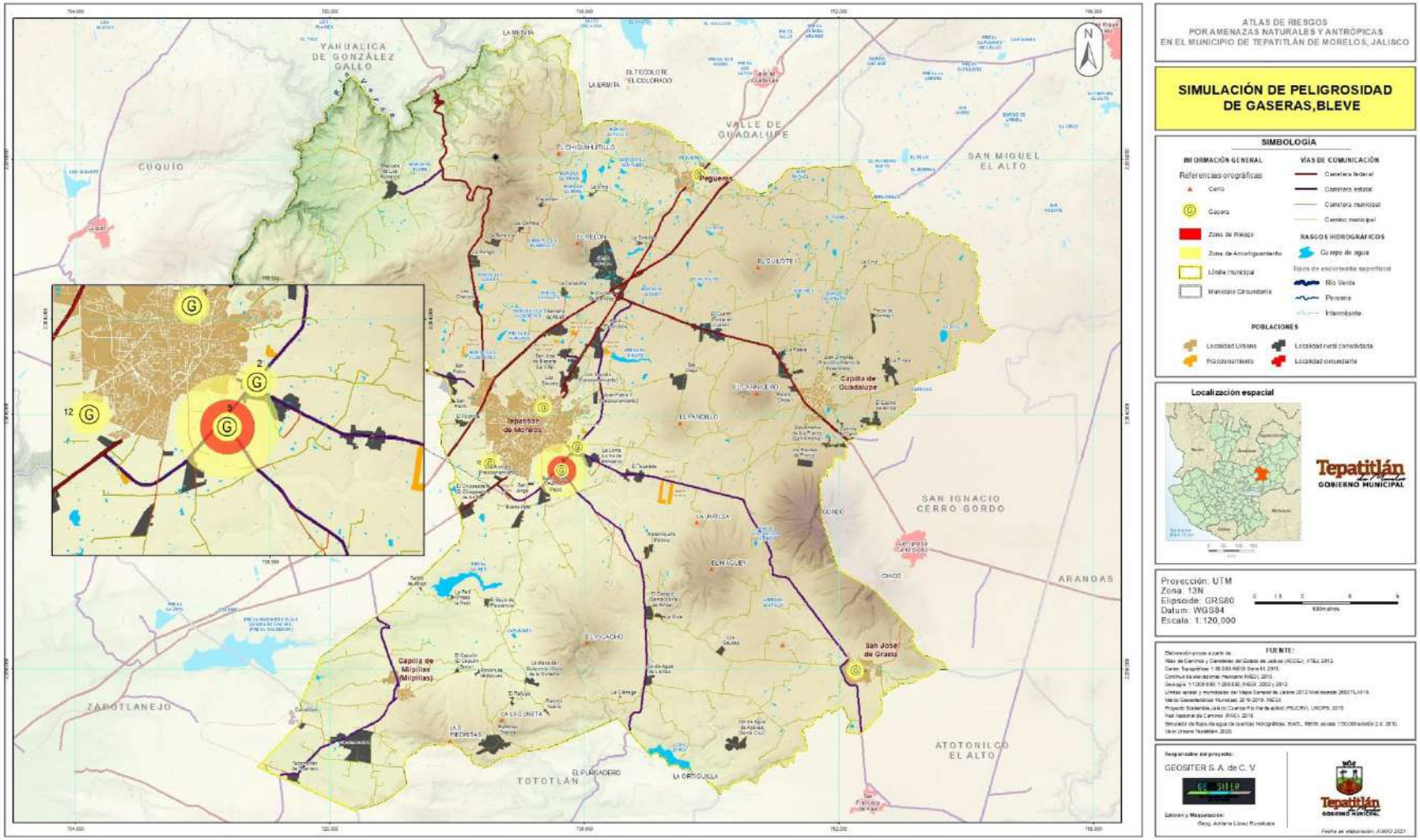
Tabla 3.18. Gaseras en Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia.



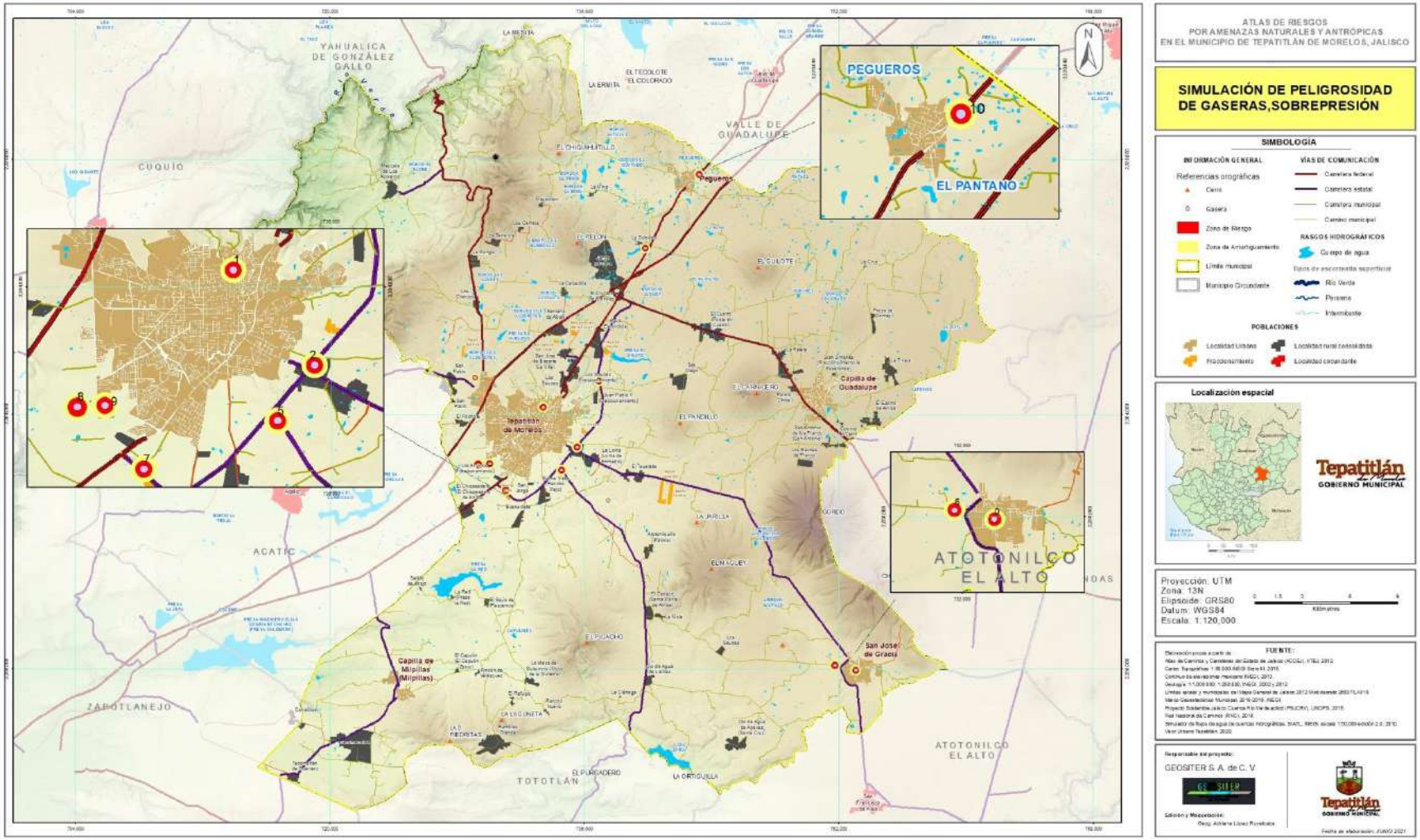
Mapa 3.6. Localización de empresas que manejan grandes cantidades de gas LP.

Fuente: Elaboración propia.



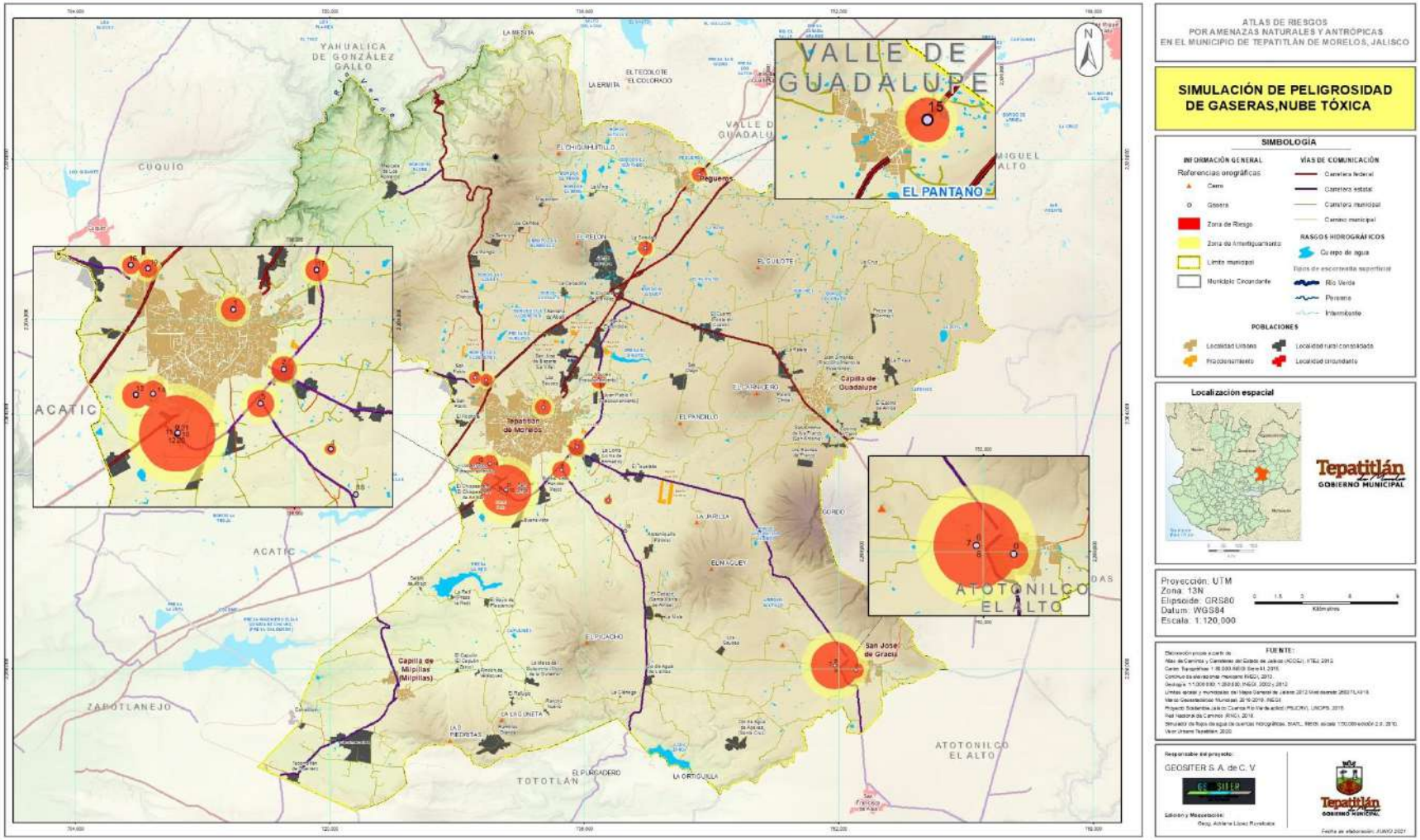
Mapa 3.7. Simulaciones de peligrosidad de gaseras, BLEVE.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.8. Simulación de peligrosidad de gaseras, Sobrepresión.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.9. Simulaciones de peligrosidad de gaseras, Nube de dispersión.

Fuente: Elaboración propia.

ID:	Nombre de la empresa:
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"

Actividad principal:
DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P

Domicilio:	CARRETERA TEPATITLÁN DE MORELOS-SAN JOSÉ DE GRACIA #1453		
Colonia:	TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO		
Localización:			
Longitud:	-102.570687	**Latitud:**	20.673544

Sustancias y materiales Peligrosos:	Tipo De dispersión:	Cantidad Almacenada:
GAS LP	EXPLOSIÓN (ONDA DE CHOQUE) EXPLOSIÓN (RADACIÓN TÉRMICA) NUBE TÓXICA	2 TANQUES DE 5000L C/U

Análisis de consecuencias:		
Esta sustancia es altamente explosiva de acuerdo con su ficha de seguridad.	Nivel de peligro	Medio
	Tipo de peligro	Inflamabilidad

GAS LP:

Nube tóxica:

Mecanismos de dispersión de las sustancias y materiales peligrosos que pueden causar daño a la población expuesta o a sus bienes:

Nube tóxica que se desplaza a través del aire e impacta a una zona específica.

Efectos esperados de las sustancias o materiales peligrosos liberados:

Toxicidad por inhalación.

Explosión (onda de choque):

Los efectos esperados por una onda de choque a una presión de 0.772 psi se puede presentar daños en ventanas grandes y pequeñas.

Explosión (radiación térmica):

Los efectos esperados por la exposición a una radiación térmica de 5 kW/m^2 son quemaduras de segundo grado a los 60 segundos de exposición. CENAPRED establece un máximo de 1.4 kW/m^2 para la zona de amortiguamiento.

Efectos esperados de las sustancias o materiales peligrosos liberados:

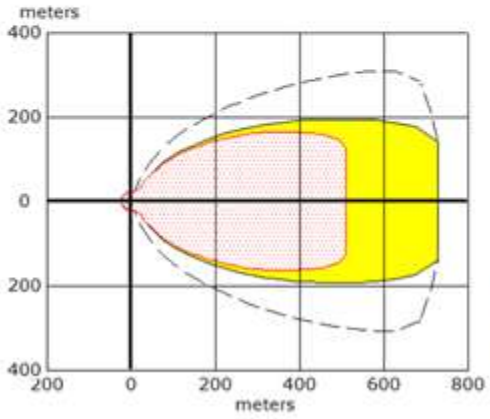
Daños por onda de sobrepresión, radiación térmica y toxicidad del gas L.P.

Determinación de zona expuesta y población amenazada

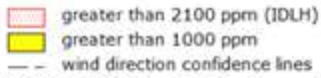
GAS LP:
Nube tóxica: El área total amenazada es de 0.420 km2
Explosión (onda de choque): El área total amenazada es de 0.152 km2
Explosión (radiación térmica): El área total amenazada es de 0.323 km2

Colonias, localidades
4463 personas afectadas

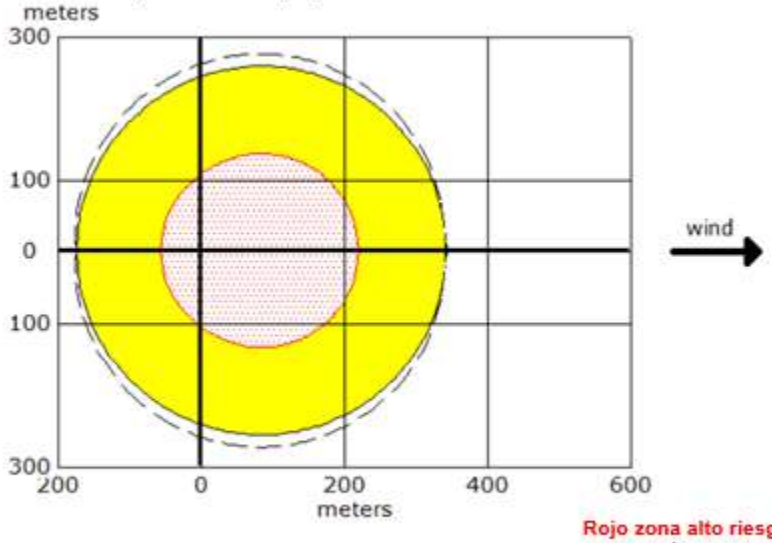
NUBE TÓXICA:



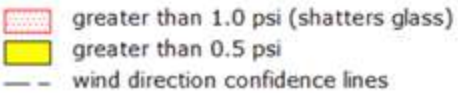
Rojo zona alto riesgo:
0.512 kilómetros --- (2100 ppm IDLH =)
Amarillo zona riesgo medio:
0.731 kilómetros --- (1000 ppm = Default LOC-1)



EXPLOSIÓN (onda de choque):

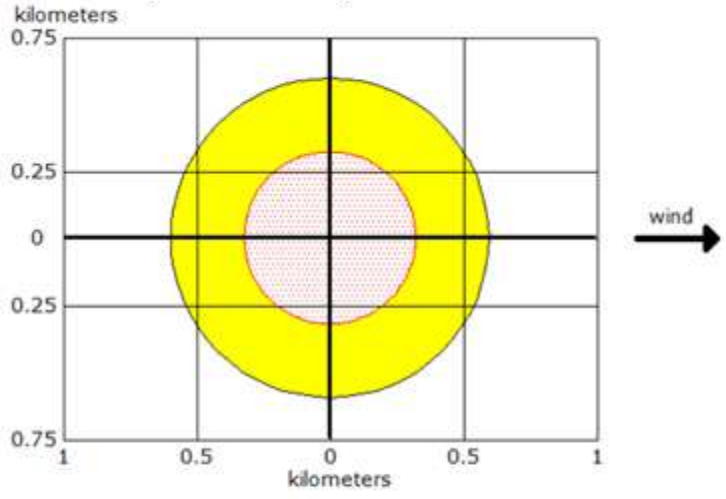


Rojo zona alto riesgo:
0.220 kilómetros --- (1.0 psi = añicos de vidrio)
Amarillo zona riesgo medio:
0.342 kilómetros --- (0,5 psi)



Determinación de zona expuesta y población amenazada

EXPLOSIÓN (radiación térmica):



Rojo zona alto riesgo:
0.321 kilómetros --- (5 kW/m^2 = quemaduras de segundo grado a los 60 segundos de exposición)
Amarillo zona riesgo medio:
0.595 kilómetros --- (1.4 kW/m^2)

Resultado de Modelado:

DATOS DEL QUÍMICO
Nombre químico: LP Peso molecular: 50.00 g / mol
Default LOC-1: 1000 ppm
IDLH: 2100 ppm
Punto de ebullición: -20.7 ° C
Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm

DATOS ATMOSFÉRICOS:
Viento: 2.7 metros / segundo de NO
Temperatura del aire: 19 ° C
Estabilidad Clase: E
Humedad relativa: 40%

INTENSIDAD DE LA FUENTE:
Fuente directa: 4.98 tons
Altura Fuente: 3
Lanzamiento Duración: 5 minuto
Precio de lanzamiento: 1,980 kg / min
Monto Total de lanzamiento: 4,518 kilogramos
Nota: Este producto químico puede flashear.

NUBE TÓXICA

ZONA DE AMENAZA:
Modelo corrido: Gas pesado
Rojo: 0.512 kilómetros --- (2100 ppm IDLH =)
Amarillo: 0.731 kilómetros --- (1000 ppm = Default LOC-1)
Concentración en la fuente: 4,640ppm

EXPLOSIÓN (onda de choque):

ZONA DE AMENAZA:
Modelado de amenazas: Sobrepresión (fuerza de la explosión) de la explosión de nubes de vapor
Tipo de encendido: encendido por chispa o llama
El nivel de congestión: congestión
Modelo corrido: Gas pesado
Rojo: 0.220 kilómetros --- (1.0 psi = añicos de vidrio)
Amarillo: 0.342 kilómetros --- (0.5 psi)

EXPLOSIÓN (radiación térmica)

ZONA DE AMENAZA:
Modelado de amenazas: Radiación térmica de la explosión del líquido contenido en el tanque de almacenamiento.
Tipo de encendido: Encendido por chispa o llama
Modelo corrido: Bleve
Diámetro de la bola de fuego: 98 metros
Duración del fuego: 7 segundos
Rojo: 321 kilómetros --- (5 kW/m^2 quemaduras de segundo grado a los 60 segundos de exposición)
Amarillo: 0.595 kilómetros --- (1.4 kW/m^2)

Los datos meteorológicos utilizados para el modelado son de un accidente con el peor escenario posible de la institución, por lo que se toma como referencia el tanque con mayor capacidad que tiene el establecimiento. Los datos atmosféricos fueron tomados desde la estación de monitoreo ambiental ubicada en las águilas que es operada por la SEMADET en lo que refiere a dirección y velocidad del viento, así como humedad relativa, y la temperatura.

Información meteorológica utilizada:
1. Velocidad de los vientos promedio: 1.75 m/s
2. Dirección dominante de los vientos: del suroeste
3. Humedad relativa promedio: 53%
4. Parámetros de exposición:

ZONA DE RIESGO: IDLH DE LA SUSTANCIA / 1 PSI / 5 kW/m^2
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO: Default LOC-1 / 0.5 PSI / 1.4 kW/m^2

Figura 3.14. Ejemplo ficha técnica Gas Express Nieto con distintos tipos de dispersión.

Fuente: Elaboración propia.

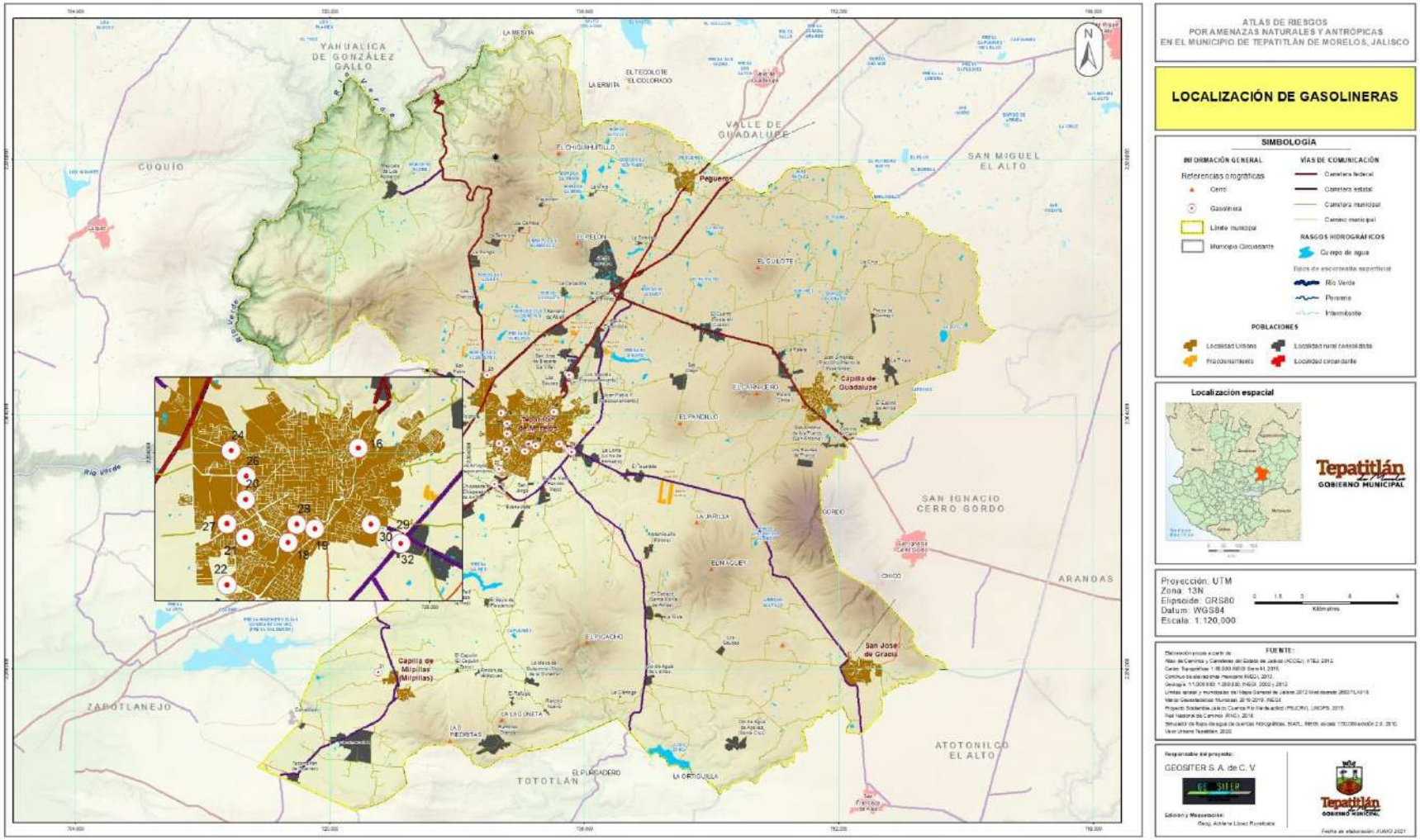
3.5.2.2. Modelado de las instalaciones de gasolina

Para un análisis y representación visual del peligro potencial de las instalaciones que almacenan una mayor cantidad de gasolina, se muestra la Tabla 3.19 y Mapas 3.10 y 3.11, con la ubicación y simulaciones de las gasolineras proporcionadas por la Unidad de Protección Civil y Bomberos municipal.

ID GASOLINERA	RAZÓN SOCIAL	CANTIDAD DE SUSTANCIA ALMACENADA
19	PETROPEP	60000L
20	PETRO SAN JUAN PEMEX	100000L
21	MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	50000L
22	SUPER SERVICIO TEPATITLAN S.A. DE C.V.	100000L
23	GASOLINERA BP	80000L
24	PEMEX GALERIAS	80000L
25	GASOLINERA 11856	60000L
26	SERVICIO RAMIREZ DE TEPATITLAN S.A DE C.V	20000L
27	Servicio Ramírez de Tepatitlan, Suc. Colonias	40000L
28	PEMEX	80000L
29	SERVICIO COLOSIO	50000L
30	SERVICIO CARNICERITO	60000L
31	GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	80000L
32	GASOLINERA PEMEX	60000L
33	E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ALVAREZ S.A DE C. V	50000L
34	SERVICIO SAN ALFONSO S.A. DE C.V.	80000L
35	SERVICIO ACATIC SA DE CV	30000L
36	GASOLINERA Y SERVICIOS LOS SAUCES SA DE CV	20000L

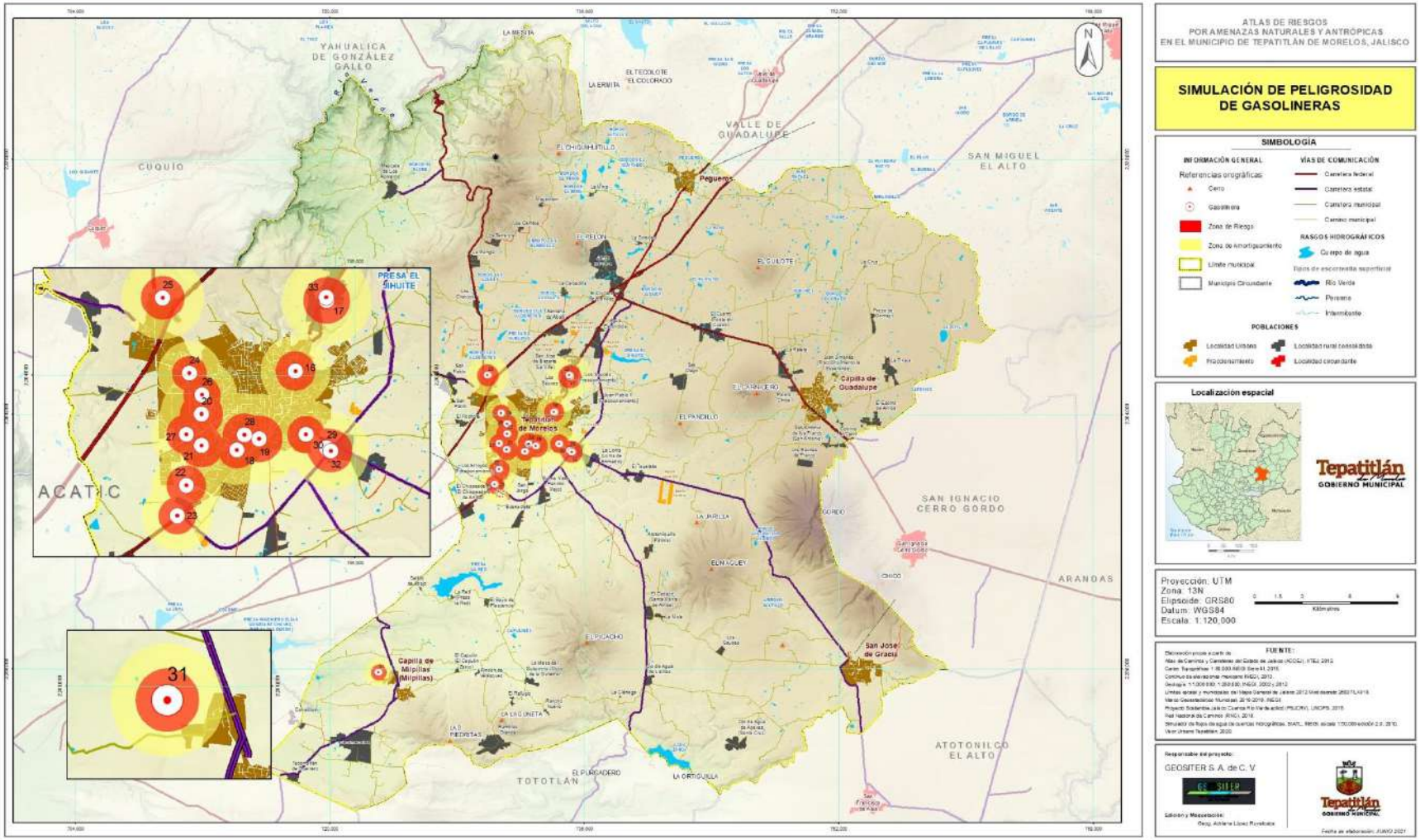
Tabla 3.19. Gasolineras ubicadas en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.10. Localización de gasolineras.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.11. Simulación de área de peligrosidad de gasolineras.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. CLASIFICACIÓN DE RIESGO EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN EXPUESTA

Además de la clasificación del nivel de riesgo de cada establecimiento en función del radio de afectación, se realizó una segunda clasificación basada en la cantidad de habitantes afectados. Tomando en cuenta que las industrias se encuentran ubicadas en distintos puntos de la ciudad, es evidente que deben priorizarse los niveles de control y las estrategias de prevención de desastres en aquellos establecimientos que se encuentran cerca de lugares con mayor afluencia de personas.

Para el cálculo de la población y colonias afectadas, se utilizó la metodología explicada en el capítulo 4.5, tomando como referencia la información del Conteo Nacional de Vivienda, INEGI,2016, para el cálculo de la población afectada en caso de siniestros. Para realizar el comparativo entre establecimientos y realizar la clasificación, se utilizó como referencia el radio de afectación de alto riesgo, que es la zona donde peligra la vida humana; ignorando el área de amortiguamiento ya que los efectos a la salud humana en esta zona difieren mucho de acuerdo al tipo de riesgo: radiación térmica, toxicidad y choque de presión.

Así, se obtuvieron cuatro niveles de riesgo en función de la población afectada que se mencionan a continuación:

Nivel de riesgo	Número de habitantes en la zona de alto riesgo
Muy alto	Igual o mayor a 16,000 personas
Alto	Entre 5,000 y 15,999 personas
Medio	Entre 1,000 y 4,999 personas
Bajo	Menor a 1,000 personas

Tabla 3.20. Nivel de riesgo e función de la población expuesta.

Fuente: Elaboración propia.

De tal manera, se puede hacer una clasificación de las industrias de acuerdo al nivel de riesgo en función de la población expuesta en zona de alto riesgo de acuerdo a las modelaciones previas de cada sustancia que maneja cada industria (Tabla 3.21).

ID	RAZÓN SOCIAL	SUSTANCIA	POBLACIÓN AFECTADA DE MANZANAS URBANAS	POBLACIÓN LOCALIDADES RURALES CONSOLIDADAS	POBLACIÓN LOCALIDADES RURALES NO CONSOLIDADAS	NIVEL DE RIESGO
1	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. SAN JOSE"	GAS LP	3682	0	0	Medio

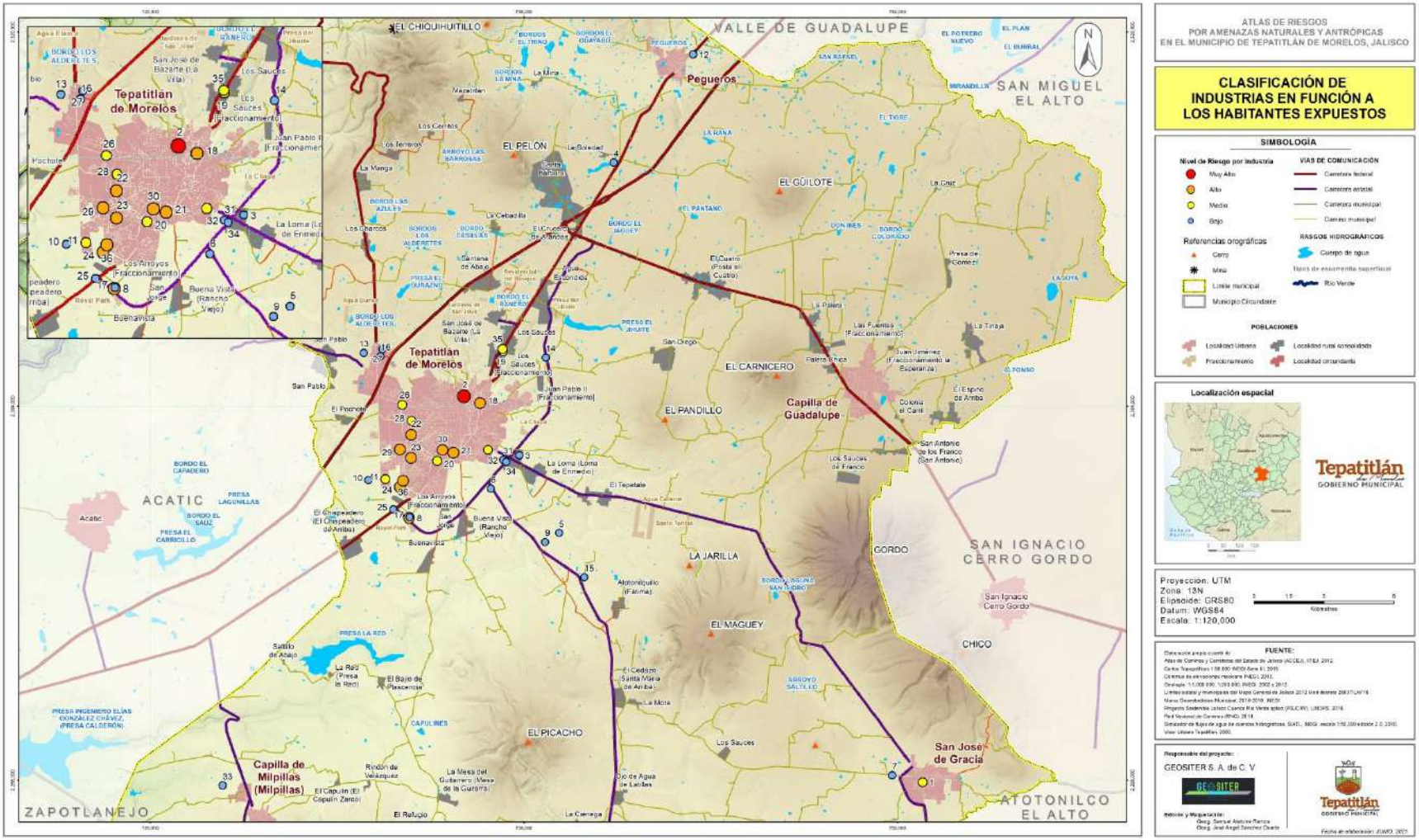
2	GAS EXPRESS NIETO S.A DE C.V. "SUC. CARBUTEP"	GAS LP	11044	0	0	Muy Alto
3	GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V. "PARQUE INDUSRIAL LA PUERTA"	GAS LP	0	615	7	Bajo
4	SELLO ROJO DEL NORTE. S.A. DE C.V. "TEPATITLÁN"	GAS LP	0	164	0	Bajo
5	AGROINDUSTRIAS AVÍCOLAS S.A. DE C.V.	GAS LP	0	0	0	Bajo
6	DISTRIBUIDORA DE GAS SAN JUAN, S.A. DE C.V.	GAS LP	0	0	0	Bajo
7	PROCESADORA DE AVES DE TEPA, S.A. DE C.V.	GAS LP	575	293	0	Bajo
8	AVIBEL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	AMONÍACO ANHÍDRIDO	6317	1332	57	Alto
9	Destiladora Santa Virginia SA de CV	ALCOHOL (ETANOL)	0	0	39	Bajo
10	THERMOGAS S.A DE C.V. TEPATITLAN PLANTA	GAS LP	573	202	0	Bajo
11	THERMOGAS S.A DE C.V. ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	553	771	0	Medio
12	THERMOGAS S.A. DE C.V. PEGUEROS ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	GAS LP	466	408	0	Bajo
13	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS (CUAltos)	GAS LP	372	110	0	Bajo
14	TEQUILERA MILAGRO S.A. DE C.V.	GAS LP	475	0	0	Bajo
15	INDUSTRIALIZADORA DE FRUCTANOS TIERRA BLANCA S.A DE C.V.	ÁCIDO CLORHÍDRICO	23	0	0	Bajo
16	TOALSA, Toallitas Alteñas, S.A de C.V	GAS LP	380	154	0	Bajo
17	Bio Papel-TITAN Empaques	ÁCIDO SULFÚRICO	0	0	28	Bajo
18	PETROPEP	GASOLINA	6911	0	0	Alto

19	PETRO SAN JUAN PEMEX	GASOLINA	0	1213	0	Medio
20	MINI ESTACION TEPA, S.A. DE C.V.	GASOLINA	2631	0	0	Medio
21	SUPER SERVICIO TEPATITLAN S.A. DE C.V.	GASOLINA	5643	0	0	Alto
22	GASOLINERA BP	GASOLINA	6310	0	0	Alto
23	PEMEX GALERIAS	GASOLINA	8240	0	0	Alto
24	GASOLINERA 11856	GASOLINA	4534	819	0	Alto
25	SERVICIO RAMIREZ DE TEPATITLAN S.A DE C.V	GASOLINA	0	819	22	Bajo
26	SERVICIO RAMÍREZ DE TEPATITLAN, SUC. COLONIAS	GASOLINA	2013	0	0	Medio
27	PEMEX	GASOLINA	178	0	0	Bajo
28	SERVICIO COLOSIO	GASOLINA	3485	0	0	Medio
29	SERVICIO CARNICERITO	GASOLINA	6110	0	0	Alto
30	GASOLINERA MATAMOROS PEMEX	GASOLINA	7022	0	0	Alto
31	GASOLINERA PEMEX	GASOLINA	324	615	0	Bajo
32	E. S. E07837 GRUPO GASOLINERO ALVAREZ S.A DE C. V	GASOLINA	4913	0	0	Medio
33	SERVICIO ACATIC S.A DE C.V	GASOLINA	0	0	20	Bajo
34	SERVICIO SAN ALFONSO S. A DE C. V	GASOLINA	318	615	0	Bajo
35	GASOLINERA Y SERVICIO LOS SAUCES S. A DE C. V	GASOLINA	0	1213	0	Medio
36	SERVICIOS GASOLINEROS DE MÉXICO S. A DE C. V	GASOLINA	5128	0	0	Alto

Tabla 3.21. Clasificación de industrias en función a los habitantes expuestos.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta un mapa (Mapa 3.12) con la geolocalización de las empresas con marca diferente de acuerdo a su jerarquía de riesgo a la población expuesta.



Mapa 3.12. Clasificación de empresas conforme su nivel de riesgo a la población cercana.

Fuente: Elaboración propia.

3.7. TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

3.7.1. Transporte de sustancias peligrosas por ductos

El sistema de transportación de hidrocarburos a través de ductos en México, se realiza por una red de más de 55,000 Km, que van de diámetros de 3 hasta 48 pulgadas, en los cuales son transportados principalmente, Crudo, Gas LP, Gas Natural, Gasolinas y Diesel, y algunos productos petroquímicos. (Fotografías 3.3, 3.4 y 3.5).

El estado de Jalisco presentó 26 eventos que afectaron para el medio ambiente y la sociedad que se encuentra establecida a lo largo del incidente, los eventos se presentaron principalmente en vías de comunicación. Las principales causas fueron:

- Tomas clandestinas
- Corrosión
- Golpes mecánicos.
- Falla de soldadura transversal
- Fisura por sobrepresión
- Falla de abrazadera
- Materiales defectuosos
- Sobreesfuerzo por movimiento terrestre
- Fugas en válvulas
- Ruptura de monoblock
- Golpe de ariete
- Otras

Fotografía 3.3. En esta fotografía se puede apreciar un incidente en el poliducto, la fuga de un hidrocarburo.

Fuente: Protección Civil.

Fotografía 3.4. Puntos débiles de las fisuras de corrosión.

Fuente: Protección Civil.

Fotografía 3.5. Fisuras de corrosión que son ocasionadas en el transcurso del tiempo.
Fuente: Protección Civil.

3.7.1.1 Transporte de sustancias peligrosas por el gasoducto de Villa de Reyes – Aguascalientes – Guadalajara, en los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes y Jalisco

Condiciones de operación

El gas natural transportado tiene la siguiente composición, la cual da cumplimiento de los requerimientos indicados en la NOM-001-SECRE 2010:

Composición del Gas Natural		
Componente	Unidades	Valor
Metano (CH_4)	% Mol	95.363660
Etano (C_2H_6)	% Mol	3.230480
Propano (C_3H_8)	% Mol	0.236680
I-Butano (C_4H_{10})	% Mol	0.037100
N-Butano (C_4H_{10})	% Mol	0.035040
I-Pentano (C_5H_{12})	% Mol	0.011720
N-Pentano (C_5H_{12})	% Mol	0.007470
N-Hexano (C_6H_{14})	% Mol	0.000310
Heptano (C_7H_{16})	% Mol	0.001160
Octano (C_8H_{18})	% Mol	0.000620
Nonano (C_9H_{20})	% Mol	0.000730
Nitrógeno (N_2)	% Mol	0.123750
Dióxido de Carbono (CO_2)	% Mol	0.947790
Oxigeno (O_2)	% Mol	0.003490

Figura 3.15. Composición del gas.

Fuente: Bases de diseño y presiones de ducto, documento elaborado y aprobado por FERMACA Pipeline de Occidente S. de R.L de C.V.

El gasoducto operará bajo los siguientes parámetros:

Condiciones de diseño del gasoducto.

Punto de Recepción	Flujo de Diseño MMPCSD	Temperatura	
		Mínima °C	Máxima °C
Gasoducto Villa de Reyes – Aguascalientes – Guadalajara.	886 (1)	10	50

Nota: (1) El Gasoducto VAG podrá transportar un flujo máximo de hasta 1210 MMSPCD desde el TP-602.

Figura 3.16. Condiciones de diseño del gasoducto.

Fuente: Bases de diseño y presiones de ducto, documento elaborado y aprobado por FERMACA Pipeline de Occidente S. de R.L de C.V.

Alcance del proyecto

El proyecto comprende el desarrollo de la Ingeniería de detalle de las siguientes instalaciones:

- Una sección de gasoducto de 36” del TP-632 (Tula-Villa de Reyes) al TP-600
- Un gasoducto de 36” de diámetro con longitud de 341+431 kilómetros.
- Once válvulas de seccionamiento (MLV) 36” diámetro nominal.

Válvulas de Seccionamiento					
Válvula	**Localización**	**Diámetro**	**Poblado**	**Municipio**	**Entidad Federativa**
MLV -601	025+663	36"	San Miguel	Villa de Reyes	San Luis Potosí
MLV -602	059+558	36"	San Antonio Puerta del Refugio	San Felipe	Guanajuato
MLV -603	088+192	36"	Vaquerías	Ojuelos de Jalisco	Jalisco
MLV -603A	116+806	36"	Racho el Rico	Lagos de Moreno	Jalisco
MLV -604	142+611	36"	Granja California	Aguascalientes	Aguascalientes
MLV -605	173+440	36"	Los Nidos	Encarnación de Díaz	Jalisco
MLV -606	205+156	36"	Rancho Contento	Teocaltiche	Jalisco
MLV -607	236+694	36"	El Aventurero de Abajo	Cañadas de Obregón	Jalisco
MLV -608	268+517	36"	La Manga	Tepatitlán de Morelos	Jalisco
MLV -609	299+009	36"	Ceja de Ramblas	Acatic	Jalisco
MLV-610	321+861	36"	Santa Rosa	Zapotlanejo	Jalisco

Figura 3.17. Válvulas de seccionamiento.

Fuente: Bases de diseño y presiones de ducto, documento elaborado y aprobado por FERMACA Pipeline de Occidente S. de R.L de C.V.

Sistema de unidades de medida

El proyecto gasoducto “Villa de Reyes – Aguascalientes- Guadalajara” manejará el siguiente sistema de unidades de medida de acuerdo a la NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.

Variable de Medición	Unidad Primaria	Unidad Secundaria
Longitud	Kilómetros, metros, milímetros, Km, m, mm	Pulgada, in
Masa	kilogramo , kg	Tonelada, Ton
Flujo Másico	Kilogramo por hora, kg/hr	
Flujo Molar	Kilogramo mol por hora, kg mol/hr	
Flujo Volumétrico (Gases)	Millones de Pies Cúbicos Estándar por Día @ 1 atm y 15°C, MMPCSD	
Flujo Volumétrico (Líquido)	Metros cúbicos por segundo, m^3/s	Litros por minuto, L/min
Temperatura	Grados Centígrados °C	Grados Kelvin K
Velocidad lineal	Metros por segundo, m/s	
Calor	Joule, kilo Joule & Mega Joule, J, kJ, MJ	
Tiempo	Segundo, s	Hora y minuto, hr & min.
Frecuencia	Hertz, Hz	
Potencia	Kilowatt & Megawatt, kW & MW	Caballos de fuerza, HP
Trabajo, Energía, Calor	Kilocaloría, caloría, kcal, cal	
Presión	kPa(a) (absoluta) o kPag (manométrica)	Psia (absoluta), Psig (manométrica)
Volumen	Metro cubico, m^3	Litro, L
Frecuencia de Rotación	Revolución por minuto, rpm	
Nivel de Sonido	Decibel, dB	
Tensión Superficial	Kilogramo por segundo, kg s	
Viscosidad (dinámica)	Pascal por segundo, Pa s	Centipoise, cP
Conductividad	Siemens por metro, S/m	
Conductividad Térmica	Watt sobre metro grado centígrado, W/m°C	
Coeficiente de transferencia de calor	Watt por Metro Cuadrado Grado Kelvin, W/ m^2 K	

Figura 3.18. Unidades de variables de medición utilizadas en el proyecto.

Fuente: Bases de diseño y presiones de ducto, documento elaborado y aprobado por FERMACA Pipeline de Occidente S. de R.L de C.V.

Bases de Diseño Proceso

El diseño del sistema de transporte contempla la Especificación del Gas Natural NOM-001-SECRE-2010 y la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010 de transporte de gas natural.

El gasoducto “Villa de Reyes – Aguascalientes- Guadalajara” se integrará por los siguientes elementos:

- Ducto de 36” de diámetro (914.1 mm) y 20” de diámetro en acero al carbón (API 5L X70), basados en los códigos ASME B31.8 y B31.3 (“Gas Transmission and Distribution Piping Systems”) al igual que los códigos Manufacturers Standardization Society (MSS) y API aplicables.
- El gasoducto tendrá recubrimiento epóxico por fusión (Fusion Bond Epoxy, FBE).
- Contará con un sistema de protección catódica diseñado de acuerdo a la norma NACE RP-0169-92.
- Contará con Monitoreo Pipeline (MPS) para la detección de fugas, detección de intrusiones.

- Estará equipado para Monitoreo y Control de Válvulas principales de línea (UTR, proyecto SCADA y telecomunicaciones).

Las condiciones de diseño serán:

- Presión de diseño de 9,9928.45 kPag (1,440 psig).
- Temperatura de diseño de 50°C (323.15K).
- Flujo máximo de 886 MMPCSD suministrado desde la EC “Villa de Reyes”.
- Flujo máximo de 1,210 MMPCSD suministrado desde el gasoducto LLAGS (TP-602).
- Máxima Presión de Operación Permisible (MAOP) de 9,928.45 kPag (1,440 psig).
- Rango de temperaturas de operación de 10°C a 50°C (283.15K a 323.15K).

Principales causas de fallas en ductos para transportación de gas natural:

• Defectos atribuidos a las pruebas previas a su puesta en operación.
• Defectos que ocurren durante la operación.
•Tráfico ilegal de la sustancia.

Principales amenazas por la transportación de gas natural en ductos:

El grado de peligro está en función de las características de las sustancias transportadas, de la presión a que se encuentran en el interior de la tubería y de las condiciones en que sean liberadas.

El gas natural cuyo principal constituyente es el metano, es inflamable cuando se mezcla con el aire; si una cantidad considerable de gas natural es liberado a la atmósfera, éste puede incendiarse o provocar una explosión cuando se encuentra en concentraciones dentro del intervalo de explosividad.

El propano, butano, gas licuado de petróleo y otros productos se transportan en forma líquida, por lo cual de suceder una fuga pueden evaporarse rápidamente y formar una mezcla altamente inflamable y explosiva; esta mezcla puede formar una nube y desplazarse distancias considerables en la dirección del viento, antes de su posible ignición.

Clasificación de fugas de gas natural y gas LP:

De acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-007-ASEA-2016 y NOM-003-ASEA-2016, se establece la siguiente clasificación para las fugas:

• Grado 1. Son aquellas Fugas que representan un Peligro inminente para las personas, al medio ambiente o instalaciones, por lo que, cuando se detectan deben ser reparadas inmediatamente y/o realizar acciones continuas hasta lograr que las condiciones dejen de ser peligrosas. Se considera peligrosa toda situación en la que haya probabilidad de asfixia, incendio o explosión en el área afectada por la Fuga.

• Grado 2. Esta clase de Fugas no son peligrosas cuando se detectan, pero representan un Riesgo probable para el futuro, por lo que se requiere programar su reparación para prevenir que se vuelvan peligrosas

• Grado 3. Esta clase de Fugas no son peligrosas cuando se detectan y tampoco representan un Riesgo probable para el futuro, por lo que, sólo es necesario reevaluarlas periódicamente hasta que sean reparadas para asegurarse que no cambien de grado.

Combustible diésel

Composición general: Combinación compleja de hidrocarburos producida por la destilación del petróleo crudo. Compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C9 a C20 y con un intervalo de ebullición aproximado de 163°C a 357°C. Contiene aditivos específicos.

Toxicológicos (síntomas)

Inhalación: La exposición repetida y prolongada a altas concentraciones de vapor causa irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. En casos extremos puede dar lugar a neumonía química. Ingestión: Causa irritación en la garganta y estómago.

Aspiración: La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar. Contacto piel: El contacto prolongado y repetido puede producir irritación y causar dermatitis.

Contacto ojos: El contacto con los ojos puede causar irritación si se produce en altas concentraciones.

Líquidos y vapores inflamables. Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. Provoca irritación cutánea. Nocivo en caso de inhalación. Se sospecha que provoca cáncer. Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

A continuación, se presenta la simulación en caso de algún incidente se produzca en el perímetro ubicado en el territorio del municipio (Mapa 3.12). Cabe resaltar, que la simulación se realizó acorde a las condiciones climáticas ya establecidas en los apartados anteriores. Por lo que, debido a las características fisicoquímicas de la sustancia, en caso de sufrir alguna fractura, la radiación térmica alcanzada no será mayor a 38 metros.

Mapa 3.13. Simulación de peligrosidad en caso de un incidente a lo largo del gasoducto.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Transporte de sustancias peligrosas por la carretera

En nuestro país, los accidentes ocurridos sobre la red de carreteras Federales y Locales, representa un importante número de pérdidas humanas, daños materiales y al medio ambiente.

Estas sustancias se manifiestan principalmente como nubes tóxicas e inflamables por sus propias características físico-químicas y se presentan en áreas urbanas o suburbanas por las que cruzan los vehículos que las transportan a lo largo de su trayectoria. Debido a ello, cuando estas sustancias están involucradas al accidente de tránsito, las gravedades de sus consecuencias son aún más peligrosas (Fotografía 3.5).

Fotografía 3.6. Incidente producido por uno de los tipos de unidades que trasporta las sustancias peligrosas.

Fuente: Protección Civil.

3.7.2.1. Modelado del nivel de peligrosidad por sustancia tóxica y la exposición de la población

Las principales sustancias que se identificaron en el municipio como agentes contaminantes por fuentes móviles, y que a su vez son generalizadas en otros territorios y por ende tratadas en Altas de Riesgos químicos, son las siguientes:

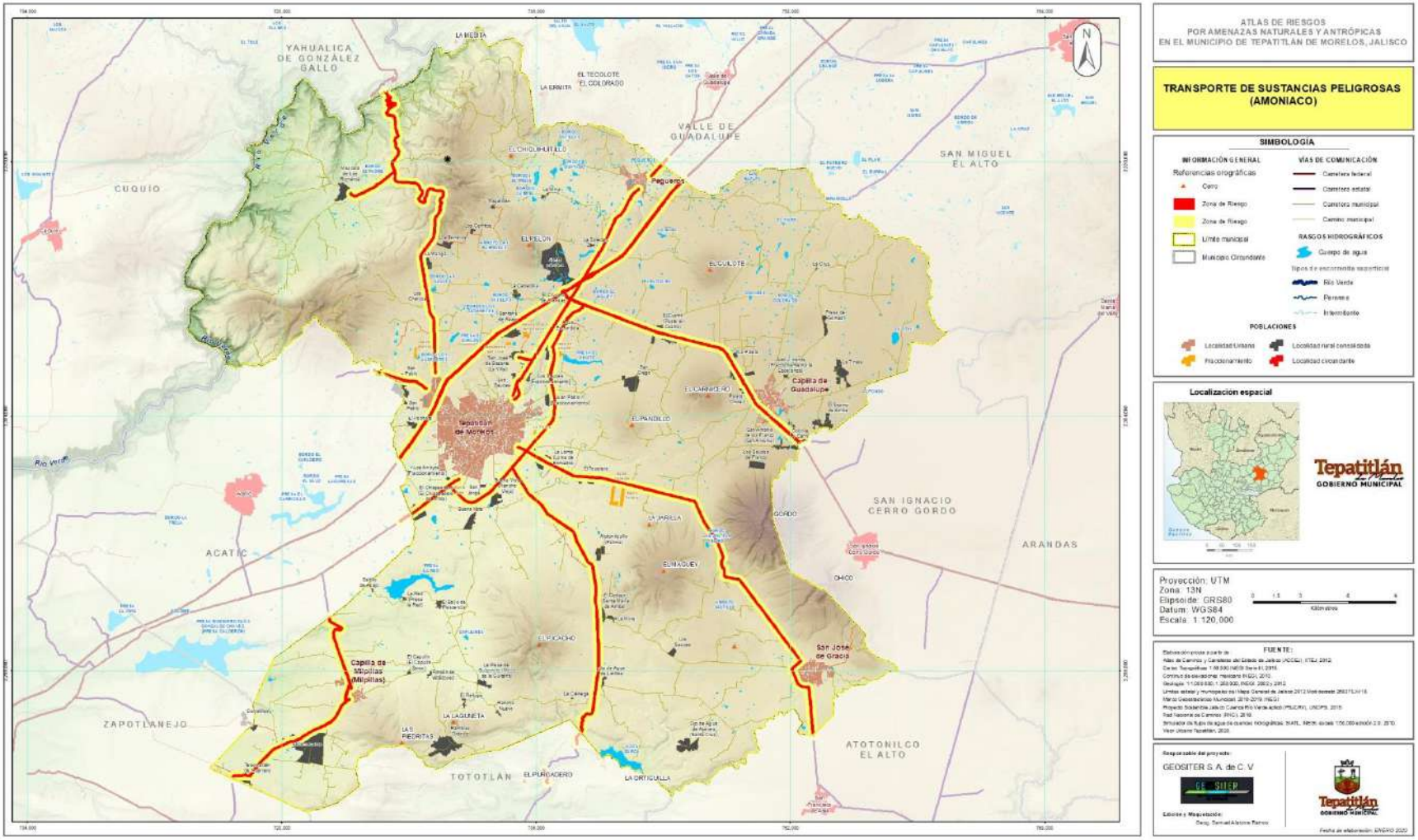
- Gas LP
- Gasolina
- Amoniaco
- Ácido sulfúrico
- Acetileno
- Cloro gas

Las capacidades de los vehículos de transportación van de: 10,000, 20,000 y 44,000 L, para gas LP y gasolinas. Para las otras sustancias, las capacidades de cilindros con capacidad para 68 Kg hasta 5,000Kg. (Fotografía 3.7).

Fotografía 3.7. Ejemplo del principal trasporte que distribuye las sustancias peligrosas de Diesel, Magma y Premium; por parte de PEMEX.

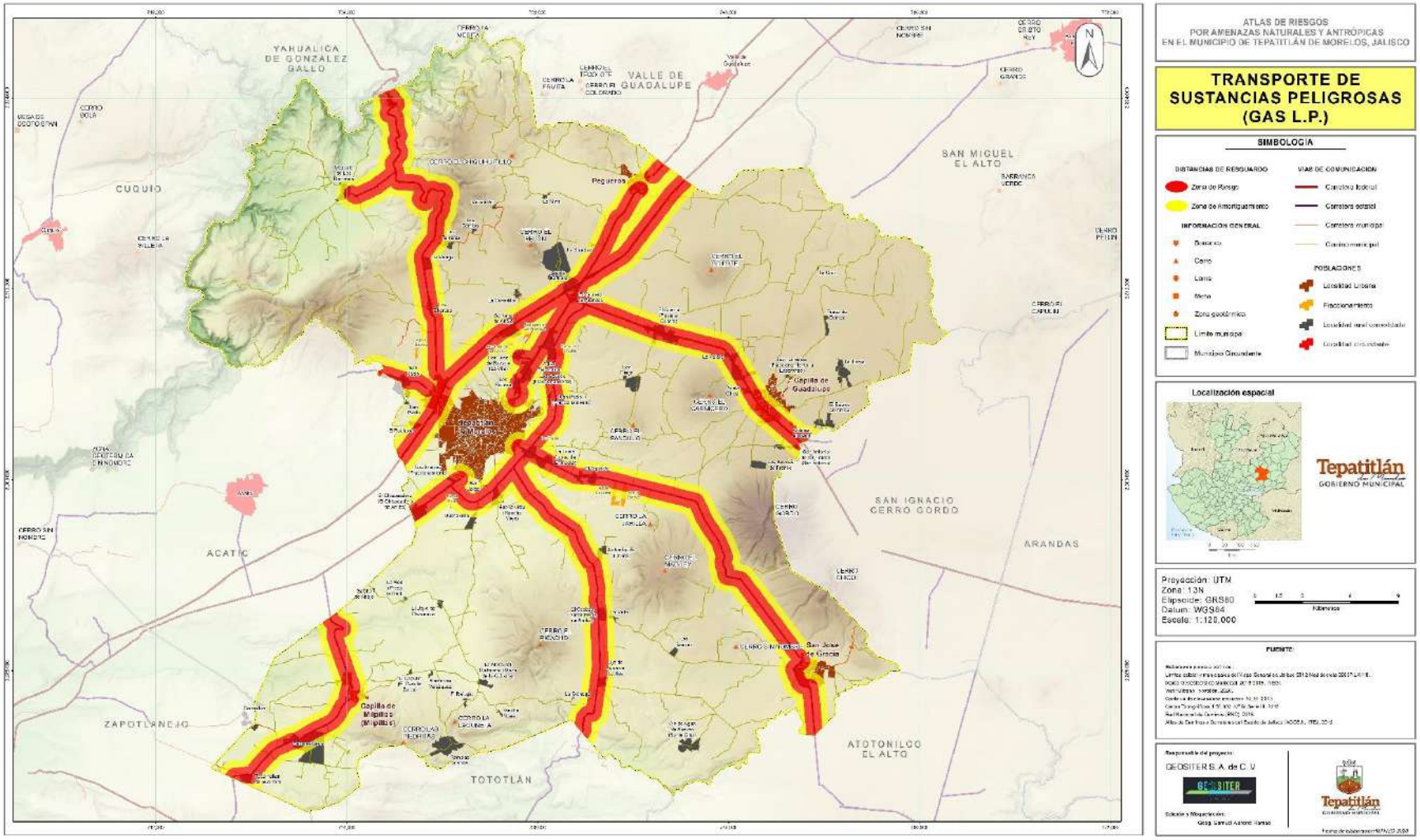
Fuente: Protección Civil.

A continuación, se presentan los mapas temáticos (3.14, 3.15 y 3.16) que muestran los diferentes tipos de peligro de transporte de sustancias por las principales carreteras federales y estatales que atraviesan el municipio de Tepatitlán de Morelos. Se usaron las tres sustancias peligrosas más comunes transportadas vía terrestre, las cuales son: amoniaco, gas LP y gasolina.



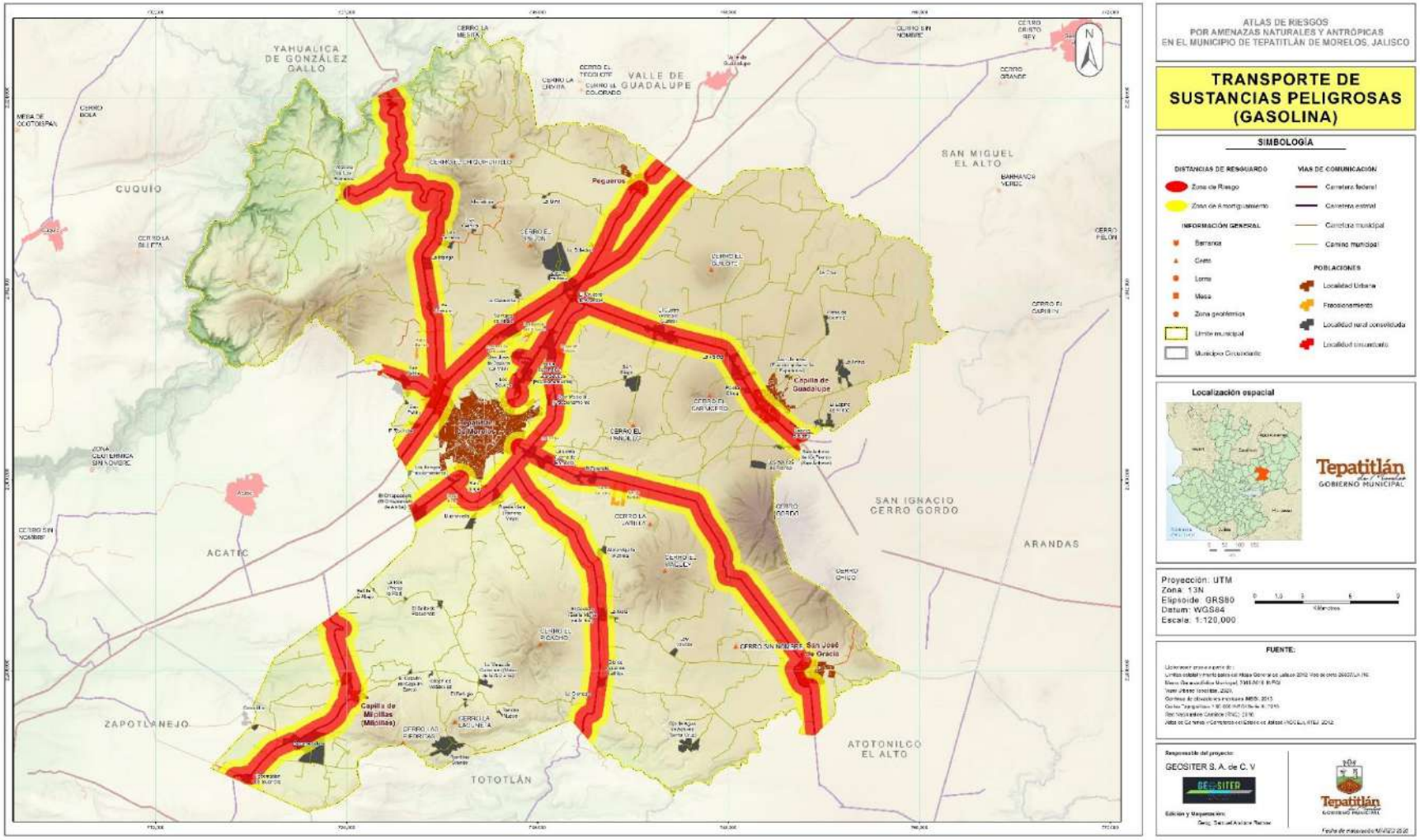
Mapa 3.14. Simulación de tipo PLUMA DE DISPERSIÓN, por incidente vía terrestre de amoniaco.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.15. Simulación tipo BLEVE de transporte de gas L.P.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 3.16. Simulación tipo BLEVE, de transporte de gasolina vía terrestre.

Fuente: Elaboración propia.

3.8 RECOMENDACIONES

Una vez que se tiene una perspectiva más amplia sobre el nivel de riesgos químicos dentro del municipio. Es importante realizar una planeación más estricta en cuanto a la compatibilidad de instalaciones industriales, comerciales y de servicios de bajo y medio impacto ambiental, con los nuevos desarrollos habitacionales, buscando establecer los mecanismos necesarios para ofrecer seguridad a los habitantes del municipio, entre otras medidas es importante tomar en cuenta las siguientes:

1. En coordinación con Protección Civil y Bomberos del municipio de Tepatitlán, realizar los estudios correspondientes para el establecimiento de zonas de riesgo y zonas de amortiguamiento, así como la identificación de zonas con mayor vulnerabilidad por las condiciones naturales del entorno y las características de la población.

2. Tomar en cuenta la vulnerabilidad de la zona (por las condiciones naturales del entorno y el tipo de población aledaña) para el establecimiento de nuevas empresas o parques industriales cuyas actividades representen un riesgo al entorno.

3. En la planeación urbana y construcción de nuevos conjuntos habitacionales, deberá tomarse en cuenta el presente estudio, respetando las zonas de amenaza y amortiguamiento para evitar exponer a la población a riesgos químico-tecnológicos.

4. Evitar establecer instalaciones que realicen la misma actividad riesgosa cuando se traslapen sus radios de afectación calculados.

5. Para la instalación de nuevas empresas o el cambio de actividades de empresas ya establecidas, deberá respetarse zonas arqueológicas e históricas, así como zonas naturales protegidas.

6. El municipio deberá asegurar que la Unidad Municipal de Protección Civil de Tepatitlán de Morelos reciba capacitaciones y entrenamiento periódico, además deberá estar debidamente equipada para la inspección y control de accidentes que ocurran dentro del municipio. Para la planeación y compra de capacitaciones, materiales y equipo de los que disponga la Unidad Municipal de Protección Civil, deberá tomarse en cuenta el presente estudio en cuanto a la magnitud y tipos de riesgo que pueden presentarse en el municipio.

7. Procurar que las empresas riesgosas cuenten con un programa de alertas, para informar a la comunidad cercana cualquier pérdida de control de sus procesos que conlleve a poner en riesgo a la población.

8. Exigir, mediante el Programa Interno de Protección Civil, a quienes lleven a cabo actualmente actividades riesgosas, que diseñen e implementen programas para la elaboración de manuales, sistemas, instructivos, procedimientos y acciones, con el fin de:

a) Verificar que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos y accesorios.
b) Establecer el mantenimiento preventivo de sus equipos de proceso, servicios auxiliares, sistemas de almacenamiento y de los diversos dispositivos e instrumentos de medición y control, incluyendo los sistemas de seguridad de cada instalación.
c) Llevar a cabo la revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como de los programas para la calibración de la instrumentación y elementos de control.
d) Elaborar manuales de operación y mantenimiento, instructivos y procedimientos aplicables en las diferentes áreas donde se manejen sustancias peligrosas, así como las recomendaciones en caso de emergencia.
e) Implementar sistemas de alerta que indiquen las acciones que se tienen que realizar en caso de que se presente una emergencia.
f) Implementar sistemas de identificación y codificación de maquinaria, equipo y accesorios.
g) Llevar a cabo procedimientos para la investigación de accidentes e incidentes.
h) Establecer programas de capacitación y simulacros a empleados y contratistas, que considere al menos los siguientes temas:
   - Manejo y uso del equipo e instalaciones contra fugas, derrames y de contención.
   - Manejo y uso del equipo de protección personal de emergencia.
i) Integración de una Unidad Interna de Protección Civil que esté debidamente capacitada para atender cualquier posible emergencia dentro del establecimiento, dentro de los temas de capacitación, se deberán incluir como mínimo los siguientes:
   - Evacuación y simulacros
   - Búsqueda y rescate
   - Prevención y combate contra incendios
   - Primeros auxilios

4. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS ECOLÓGICO-SANITARIOS

4.1. Introducción

Dada la creciente preocupación por las cuestiones ambientales y en particular lo referente al riesgo, muchos autores han intentado modular matemáticamente fórmulas que logren determinar la importancia de los elementos con potencial de peligro. Es así que muchos documentos muestran diversos métodos y técnicas cuantitativas con posibilidades de dar una aproximación a las amenazas ya sea al medio ambiente en general o directamente a la salud humana.

Actualmente es común encontrar términos como el de “geografía del bienestar” mismo que se encuentra ligado a su contraparte de “geografía del malestar” (Moreno, 1999). Esto haciendo referencia a que la localización de algunos elementos indispensables para el desarrollo de la convivencia de las actividades humanas en las zonas urbanas o rurales, puede ocasionar tanto beneficios como perjuicios para el ambiente y para las personas. En este sentido se describen elementos generadores de problemas o conflictos que tienen que ver con la afectación en el estilo de vida de los pobladores o en la salud de los mismos. Los fenómenos sanitario-ecológicos están estrechamente relacionados según su génesis de origen a las actividades económicas principales de un territorio, estos por ser de origen antrópico pueden ser llamados peligros tecnológicos; “son peligros naturales inducidos, que cursan con una dinámica plenamente natural una vez desencadenados por la acción humana” (Ayala, F. J.; Olcina, J., 2002).

En el caso de peligros ecológicos sanitarios, es necesario considerar los centros de difusión de la posible contingencia (ambiente de localización del peligro), ya sea para determinar la extensión del peligro (radio de acción), como la posterior exposición urbana y humana, y así finalmente el riesgo potencial. Esto no solo para determinar los conglomerados o clústers (proximidad entre un mismo tipo de elemento de peligro), sino también para saber el origen de esa dispersión y detectar el vector del daño, para poder realizar una valoración y determinar la importancia de la misma, es decir dar cuenta de su grado de severidad. Es así que se han descrito diferentes metodologías y entre ellas la de Hagget (1994), (metodología no restrictiva al estudio del riesgo) que posibilita el análisis

espacial del fenómeno peligroso a través de abstracciones geométricas, en la cual se especifica la forma de propagación que puede ser de dos tipos:

- Difusión por expansión; cuando el número de los puntos (incidencias localizadas) a considerar se incrementa al tiempo que no desaparecen los anteriores. Es decir, los puntos de posible peligro aumentan en número lo cual puede representar mayor peligro.
- - Difusión por migración; cuando los puntos se trasladan a otro lugar abandonando el origen. En el cual la amenaza sigue siendo la misma pero el potencial riesgo puede variar dependiendo de la severidad que cargue, vulnerabilidad y exposición de la zona aledaña.

4.2. Marco conceptual

En este sentido, en el presente trabajo se considera sobre todo la difusión por expansión como una causante de peligros sanitario-ecológicos, antes de llegar al cálculo de severidad por peligros catalogados como la misma denominación. Es así que en el documento se hará referencia a la potencial severidad por expansión de las áreas de impacto de algunos elementos que pueden generar afectaciones tanto al medio ambiente como a la salud humana.

De igual forma, otro método para sustentar un análisis íntegro de las zonas urbanas es a partir de la consideración del esquema de “metabolismo urbano”. Este concepto, está siendo utilizado para realizar las mediciones de entrada y salida de energía y materia en las ciudades y la forma en que su transformación y excreción afectan el ambiente. De esta manera, ahora se determina qué para realizar un análisis completo de las zonas urbanas, es necesario considerarlas como un sistema, donde se involucren las entradas y salidas de los materiales que la sustentan.

Las ciudades y zonas urbanas son vistas como un sistema abierto, cuyo funcionamiento está intrínsecamente relacionado a los insumos externos que son empleados en general para producir los bienes de consumo necesarios para satisfacer las necesidades de sus habitantes (Guerrero & Guiñirgo, 2008). De la misma manera, debe tenerse en consideración las externalidades del “metabolismo urbano” que devuelve al ambiente, residuos y calor que son dañinos para el mismo y para el humano.

El “metabolismo urbano” es un marco interpretativo amplio en base a nociones sistémicas, su utilización en el presente estudio; es señalar el panorama ecológico-funcional del territorio, que tiene como correlato aplicado la gestión territorial enmarcada en documentos de planeación, mismos que no recae exclusivamente en el manejo de los riesgos; es también el desarrollo parte de su agenda. Por ello la lectura complementaria de un Atlas de Riesgo se auxilia en otro instrumento de planeación territorial como es el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), ambos son documento de referencia para determinar la designación del suelo a ocupar, o ya ocupado.

Como parte de esto, una forma de realizar un análisis congruente entre los procesos naturales y sociales desde una perspectiva holista, es la utilización de la teoría del metabolismo social (Toledo, 2013). Es a partir de ella que se hace un análisis de estos procesos que articulan y desarrollan nuevas sinergias con tendencia a la degradación desde el punto de vista entrópico16. El metabolismo social incluye dos dimensiones; una es material y tangible mientras que la otra es intangible o invisible.

En el caso de la dimensión material, inicia con la apropiación de las energías y de la naturaleza y termina con las emanaciones o residuos en los espacios naturales. En ésta se incluyen cinco fenómenos distinguibles; la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción. Con ello se determina el proceso de la transformación y uso de la energía, entendiendo que; dependiendo del consumo que tenga la sociedad en particular, será la cantidad energética y la excreción que se presente en determinado lugar. Es decir, una sociedad con consumo energético y material muy elevado tendrá también desechos y salidas elevadas y por lo tanto con alteraciones ambientales, cantidad de residuos que pueden ser aminoradas con técnicas de reciclaje.

[16] Entropía, proceso en el cual la energía pasa de una forma concentrada a otra más dispersa y menos concentrada.

Figura 4.1. Metabolismo social y su influencia en el ambiente y salud humana.

Fuente: Elaboración propia a partir de Toledo, 2013.

El ambiente y la salud humana, se ven afectados por este proceso de metabolismo social. En la apropiación (1) se involucran todas las entradas de productos introducidos a las urbes, o en su caso, producidos en su interior pero que son derivados de los productos primarios (frutas, verduras, carne, etc.) del campo. En el punto dos (transformación) se considera a todos estos productos primarios que son transformados dentro de las ciudades para ser después distribuidos (3), en la zona urbana o fuera de ella para consumirse (4) por la sociedad satisfaciendo sus necesidades de alimentación y finalmente, (5) se consideran todos los residuos y excretas generados con el consumo de estos productos.

De igual forma el metabolismo social, es utilizado para determinar la circulación de todos los elementos que son incorporados a las ciudades y que son necesarios para el mantenimiento de estas, esto puede ser en forma de energía o material como es el caso de los insumos de construcción y otros elementos que dan comodidad a los humanos que en ella habitan (muebles, equipos electrónicos, electrodomésticos, etc.). Con ello se pretende tener una visión general de las actividades que se involucran en las zonas urbanas y como estas tienen repercusiones en el ambiente y en la salud humana.

El metabolismo social también puede ser leído por las técnicas u objetos técnicos implicados en el ciclo metabólico que le dan acción a los elementos que la integran;

extensiones de irrigación para la agricultura (apropiación); ingenios, fabricas, refinerías (transformación); carreteras, camiones, vía férrea, (circulación); supermercados, restaurantes, mercados, almacenes (consumo); y por ultimo vías de drenaje, tiraderos, centros de composteo (excreción). La injerencia planeada que pretende direccionar el proceso metabólico en aras de optimizar sin causar mayores alteraciones al ambiente es conocida como desarrollo sustentable, donde se busca un equilibrio de las energías que circulen de forma armónica. Contrariamente la degradación ambiental surgida del desajuste del proceso metabólico es el estado entrópico negativo de las energías, es decir causan estragos; la erosión, la contaminación, las plagas y epidemias entomológicas, etcétera, son los peligros que pueden surgir a costa del desarrollo buscado por una sociedad.

Es por ello que la situación del desarrollo de un territorio se relaciona directamente con las amenazas que enfrenta; los riesgos de peligrosidad natural están supeditados “al nivel cultural y técnico de los distintos grupos humanos, determinados en un momento dado, que distingue cuales de los elementos que conforman el medio son recursos y cuales son amenazas o resistencias para el hombre” (Calvo, 1984). Existen sociedades que rescatan beneficios a los desastres naturales, con por ejemplos las inundaciones y sus acarreos de nutrientes para la agricultura. Siendo el nivel cultural el factor seleccionador de los recursos a procesar en el metabolismo social vía las técnicas, estas últimas cargan de forma intrínseca peligros conocidos como tecnológicos que suelen incrementar según el desarrollo de las ciencias no sustentables.

Ya que es indisociable el desarrollo territorial y las amenazas que este enfrenta, el POEL, que tiene como principal atribución direccionar la gestión del desarrollo territorial en busca de la sustentabilidad, carga criterios de riesgo que le ayudan a caracterizar y diagnosticar el territorio. Esto se reitera por la génesis de los mismos peligros sobre el territorio, el POEL por tomar el panorama más amplio del territorio a analizar refiere los peligros ambientales; son los eventos que causa el perjuicio proveniente de causas combinadas, es decir naturales y/o antrópicas. “La idea de peligro ambiental incluye peligros naturales agravados por acción del hombre, peligros antrópicos agravados por la naturaleza, peligros que afectan a la naturaleza, etc. (Aneas de Castro, S, 2017).

Continuar el desarrollo con sus respectivas medidas sustentables es la primera referencia para abordar los riesgos que acompañan en forma de contrariedades los avances. La agenda ambiental (POEL) señala la relación de los sectores económicos y los principales problemas ambientales, el Atlas de Riesgos realiza un avance analizando los

problemas ambientales indicados en el POEL, con la diferencia (misma que marca las atribuciones respectivas) de resaltar las afectaciones más directas con la población y sus bines materiales, que son los elemento a preservar por el Atlas de Riesgo, mientras que el POEL tiende a preservar los sistemas ambientales y los servicios ecológicos que emanan de ellos. En otras palabras el cálculo de riesgo realizado por el atlas responde a una especificidad; la preservación de la población y sus bienes materiales, y el POEL generaliza estos elementos al abordar el medio ambiente en su integridad.

Es así que la relación entre estos dos instrumentos es continua y cíclica, el POEL marca la vía hacia un desarrollo sustentable y el ARN resguarda el normal funcionamiento de la sociedad. Instrumentar adecuadamente el POEL es aminorar los riesgos, un desequilibrio ecológico que puede generar una catástrofe, que implica reorientar previamente de haber evaluado los daños, la política ambiental.

Considerando las propuestas de planeación del POEL, en el presente estudio abordaremos la temática de los peligros ecológicos sanitarios a partir de la relación de las actividades económicas sobre el territorio y la forma en que estas repercuten en el ambiente y en la salud humana. De esta forma se analizan las actividades primarias, secundarias y terciarias, y su relación con el territorio para determinar el grado de peligrosidad y las repercusiones que se podrían tener en caso de un evento detonante. Sin embargo, la metodología empleada no sigue el orden de las actividades económicas según el sector al que se integran, sino que se agrupan por el grado de severidad que representan.

Para ello se clasifican en cinco tipos las áreas de impacto, que son la suma de la severidad de las zonas de influencia de los giros económicos (fijos), seleccionados por su nivel de manejo técnico sobre algún(s) elemento en relación a su cuidado, precisadas en maniobras reguladas por algún norma, más la influencia espacial de los vectores de daños reportados (flujos, reportes de PC municipal), graduando finalmente la peligrosidad de las áreas de impacto por la concentración (se asume que sobre una concentración es más probable la ocurrencia de un catástrofe, ver el mapa de peligrosidad potencial).

Nula peligrosidad
Baja peligrosidad
Moderada peligrosidad
Alta peligrosidad
Extrema peligrosidad

De esta manera y con las consideraciones arriba expuestas, el presente apartado revisa los peligros asociados a los problemas ecológicos sanitarios en el municipio. Se analiza la posibilidad de desarrollo de un peligro real a partir de agentes con posibles afectaciones al ambiente y por lo tanto a la salud humana. Para ello se caracterizan el lugar de las actividades llevadas a cabo en el municipio (inmuebles) y su posibilidad de presentarse como una amenaza para los habitantes.

En este sentido y de acuerdo con las definiciones propuestas por las instancias pertinentes, para el presente trabajo se considera la propuesta elaborada por la Coordinación General de Protección Civil de México, la cual especifica que se denomina peligro o amenaza ecológico-sanitario a cualquier "calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando la muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario y en donde se incluye la contaminación del aire, suelo y alimentos"[17].

De esta manera, los peligros ecológico-sanitarios se clasifican según diferentes criterios, pero es necesario priorizar algunos para poder distinguirlos: contaminación de aire, suelo y agua por criterios genéticos y tipológicos, así como radio de acción principalmente para; epidemias y plagas, los peligros generados por especies nocivas debido al cambio climático, están clasificados por el criterio de vector de daño; residuos peligrosos determinados por el criterio radio de acción; y por último erosión entendido bajo los criterios de génesis y tipología como ambiente localizado.

4.3. Jerarquía de fuentes

Las diversas instancias proporcionan insumos que tienen que ser jerarquizados por su representatividad y oficialidad. La compilación de estos insumos supone una tarea ardua en cuanto a minería de datos y familiarización con las diversas interfaz de los repositorios virtuales. Las fuentes cartográficas digitales (vectores SIG) no son exentas a un escrutinio detallado de su posible utilidad en el Atlas:

[17] Coordinación General de Protección Civil. http://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sanitarios

- Sistema de Información Nacional del Agua (SINA), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Atlas Estatal de Riesgos de Jalisco (AERJ), Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos (UEPCyB), Instituto de Información Estadística y Geografía (IIEG), Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET).
- Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos (UMPCyB).
- Instrumentos de Planeación Territorial: Plan Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU) Tepatitlán cabecera 2009 (diagnóstico).
- Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES), Dirección General de Información en Salud (DGIS) Secretaría de Salud (SALUD).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SEDER).
- Dirección Estadística Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Reconocidas todas las fuentes aportantes clasificadas por instancia y repartidas según siniestros registrados o susceptibilidad, se pasa a asociar la geometría resultante con los tipos de peligro que componen la agrupación sanitaria-ecológica.

Figura 4.2. Jerarquía de fuentes.

Fuente: Elaboración propia.

Tipología de peligros

Elemento contaminado “Aire”; es el compuesto más superficial de la atmósfera terrestre, está constituido primordialmente por el 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y el

resto está formado por argón y dióxido de carbono (Catalán-Vázquez et al., 2009). Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, las esporas de moho (vectores de daño), y el polen pueden estar suspendidas como partículas y ser parte de la contaminación de este compuesto[18]. La afectación a la salud humana depende mucho de la mezcla que origine la problemática (severidad múltiple), así como la sensibilidad de cada persona a enfermarse por determinado compuesto (vulnerabilidad individual), en la sociedad es más común que los menores y los ancianos tengan mayor riesgo a enfermarse por esta causa. Además la percepción de la contaminación varía según el grado de sensibilidad personal, en un estudio realizado en la ciudad de México se determinó que; el 84.4% de los adolescentes considera que la Ciudad de México presenta una contaminación del aire alta o muy alta (Catalán-Vázquez et al., 2009).

Elemento contaminado “Suelo”; el suelo es un sistema abierto, dinámico, constituido por tres fases. La fase sólida está formada por los componentes inorgánicos y los orgánicos, que dejan un espacio de huecos (poros, cámaras, galerías, grietas y otros) en el que se hallan las fases líquida y gaseosa (principalmente oxígeno y dióxido de carbono)[19]. La variación de estas tres fases es la que le da las características a cada tipo de suelo. La fase sólida es la que le confiere la fragilidad de ser susceptible de erosionarse más fácilmente dependiendo de su consistencia (condición material de la entropía natural). Las otras dos fases pueden actuar directamente sobre la fertilidad de este. El suelo es uno de los elementos que se ven afectados en gran medida por las actividades humanas ya que se puede ver contaminado por la disposición de los residuos sólidos y líquidos, (Alberto J., Gordillo Martínez; René B., 2010), además de ser directamente perjudicado por la erosión hídrica principalmente (vectores de daño).

Elemento contaminado “Agua”; el agua es un compuesto que se forma a partir de la unión, mediante enlaces covalentes, de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno; su fórmula molecular es H2O y se trata de una molécula muy estable[20]. Como es de todos sabido, el agua es un recurso escaso del cual solo una pequeña parte de lo existente en la Tierra es de posible uso para el humano. Del 100% del agua que existe en el Mundo el 97.5% es salada, por lo cual solo una pequeña parte es posible de ser usada por el hombre

[18] Medline Plus https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html
[19] Página de InfoAgro https://infoagro.com/mexico/el-suelo-y-su-estructura-fisica/
[20] Agua.org.mx https://agua.org.mx/que-es/

para su consumo y actividades. En el caso de Jalisco, para el año 2014 se disponía de 3,910 hm3 (hectómetros cúbicos) de agua, de los cuales su uso fue del 72% para la agricultura, el 18% para consumo público urbano, 3% en la industria y el resto 7% para uso pecuario y doméstico[21].

Desafortunadamente, el grado de contaminación del agua en el estado de Jalisco es grave como lo han afirmado algunos expertos, para los cuales aproximadamente el 85% de los caudales del estado se encuentran con algún grado de contaminación[22] (ver foto 1). Lo que es más, las causas de la contaminación del agua pueden tener orígenes muy diversos, por lo cual es indispensable el realizar investigaciones particulares con el fin de determinar el generador y en consecuencia actuar para evitar el problema (Damià Barceló & José López de Alda, 2007).

Epidemias; se le denomina así cuando ocurre una enfermedad en la población y cuya incidencia afecta a un número de individuos superior al esperado en una población durante un tiempo determinado (Ferrante et al., 2011). En México las epidemias a lo largo de la historia han generado miles de decesos, tal es el caso de la viruela, el sarampión, la tuberculosis, cólera y recientemente, epidemias como la del VIH, la de la influenza, y el dengue (Narro Robles & Gómez Dantés, 1995), al cambio de grupo de epidemias que afectan a una sociedad se le denomina ”transición epidemiológica”. Algunas de ellas tienen relación directa con el ambiente circundante y por ello es por lo que se requiere de un cuidado adecuado para evitar el riesgo de propagación, atendiendo los vectores trasmisores de daño por llevar consigo el microbio letal, como son algunos roedores e insectos, ya que las epidemias precisan los efectos en el hombre y en los animales, es decir las enfermedades.

Plagas; se le considera a la proliferación excesiva de alguna especie y que en general ocasiona pérdidas económicas y en el peor de los casos daños a los humanos. Las plagas dan cuenta de la población material de una especie animal o vegetal nociva, pudiendo decantar en una epidemia. Tal es el caso de la proliferación de algunos insectos

[21] Comisión Estatal del Agua en Jalisco https://www.ceajalisco.gob.mx/sites/MicrositioCAA/docs/2014/01_gestion_agua_jalisco_cea_lugo.pdf
[22] Periódico la Crónica http://www.cronica.com.mx/notas/2017/1012099.html

transmisores de enfermedades como el dengue, el mal de Chagas, dengue hemorrágico y recientemente el chicongunya.

Peligros generados por especies nocivas debido al cambio climático; recientemente se ha referido por parte de algunos científicos que la proliferación de algunas especies nocivas tiene su origen en el cambio climático. Esto debido a que las variaciones climáticas han permitido la presencia de algunas especies, de insectos y arácnidos principalmente, en lugares que antes no se encontraban (Ruíz et al., 2013). En este caso se encuentran combinada la plaga con las epidemias como es el dengue que se transmite por el mosquito Aedes Aegypti de gran distribución en nuestro estado. Para el caso de las plagas que afectan a los cultivos y al ganado, estas generan grandes pérdidas económicas y en su combate se utilizan generalmente grandes cantidades de químicos que incrementan aún más la problemática ambiental. En vista que la distorsión climática es el suplicio de nuestra era es pertinente acotar este tipo de peligro, un abordaje más preciso sobre el cambio climático se encuentra en el Atlas de Vulnerabilidad ante Cambio Climático[23], (peligro incorporado).

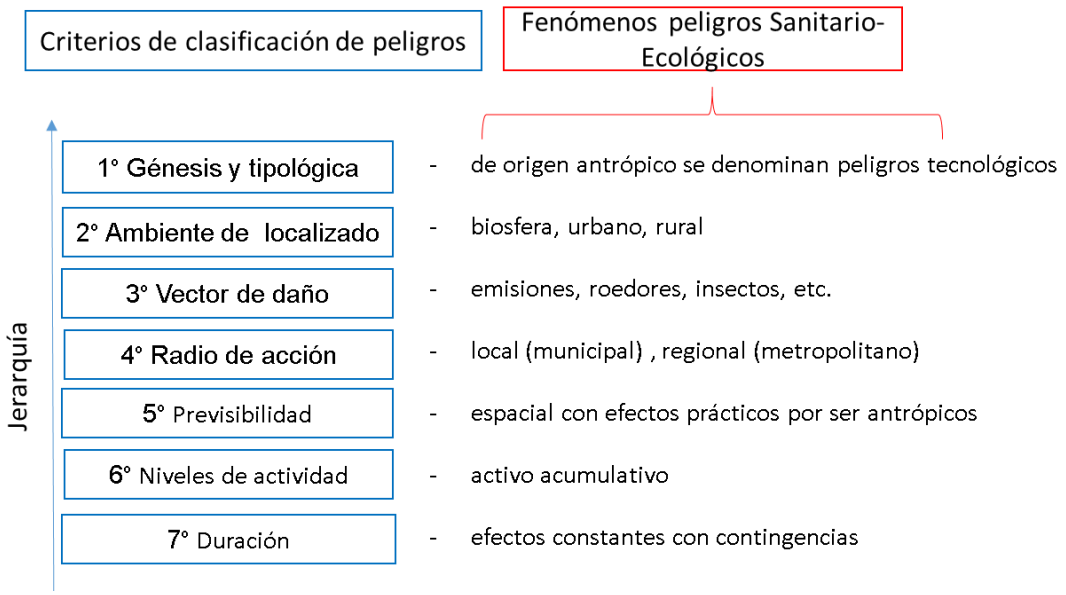


Figura 4.3. Criterios de clasificación de peligros aplicados a los fenómenos Sanitario-Ecológicos.

Fuente: Elaborado a partir de Ayala, Olcina, 2002.

[23] https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html consultado en noviembre del 2018

Se establecen los criterios para distinguir los peligros sanitario-ecológicos de los peligros naturales de origen geológico, hidrometeorológicos o químicos, vale indicar que esta división no es restrictiva, ya que es evidente que los peligros se pueden combinar y repotenciar.

Según el criterio de génesis y tipología los peligros sanitario-ecológicos son de origen antrópico, es decir inducidos por el hombre aunque repotenciados por las dinámicas naturales, las técnicas son los hechos desencadenante de los peligros; según el ambiente de localización este tipo de peligro surgen de la biosfera (dimensión biológica de la tierra), y son los ecosistemas naturales, urbanos o rurales de donde emanan, estos dos criterios permiten distinguirlos específicamente de los peligros químicos de igual origen antrópico. Por ser las técnicas las detonantes del peligro pero de más índole urbana; según el vector de daño dictan de un nivel de propagación considerable como es el caso de las epidemias, que a veces son portadas por las plagas; por su radio de acción el alcance de estos peligros cubren de manera uniforme el territorio municipal, inclusive son de ámbito metropolitano, aunque es posible precisar sitos contaminados como ciertos entornos, lagos, vertederos, etc.; en cuanto a su previsibilidad estos peligros son referibles en el espacio geográfico(cuerpo de agua, sectores de la ciudad, pueblos, bosques, etc.) y debido a su origen antrópico es posible su mitigación bajo efectos prácticos (cumplimiento de las normas sanitarias); su nivel de actividad, es activa y acumulativa, ejemplo de ello es la contaminación o polución del medio ambiente que suelen tener secuelas ambientales de un gran impacto en el tiempo; y por ultimo su duración, suele ser constante ya que las actividades económicas se ejecutan periódicamente, aunque se identifican contingencias cuando los niveles de contaminación sobrepasan los parámetros normales, tal es el caso de las contingencias atmosféricas después de un incendio o eventos culturales donde se detonan artificios pirotécnicos en demasía.

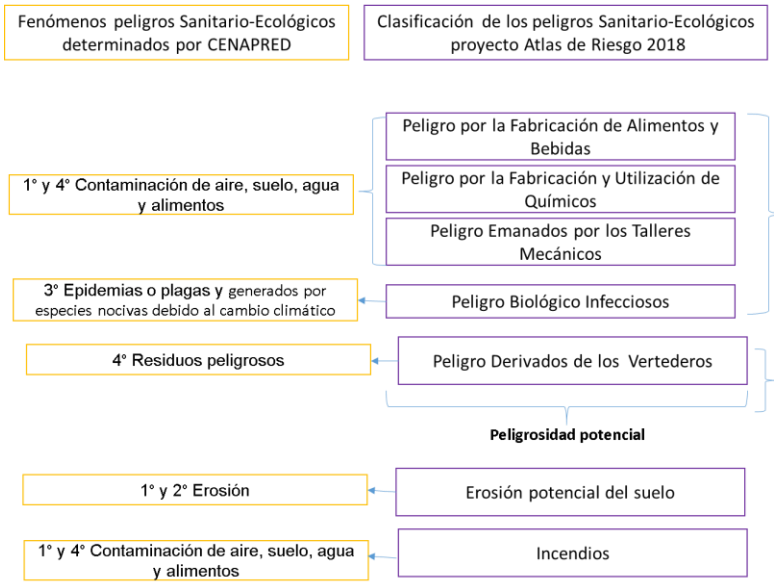


Figura 4.4. Peligros Sanitario-Ecológicos ajustados para su debido análisis.

Fuente: Elaboración propia en base al Atlas de Riesgos de Tlajomulco de Zúñiga 2018.

Es necesario ajustar por condición geográfica los peligros sanitario-ecológicos para el presente estudio. Los recuadros de color amarillo señalan los peligros clasificados por CENAPRED identificando el número el criterio considerado como más resaltante para su identificación, los recuadros morados son los peligros ajustados para este estudio en relación a la clasificación CENAPRED, es así que se tienen: Peligros por fabricación de alimentos y bebidas, fabricación y utilización de químicos, y emanadas por los talleres mecánicos, todos corresponden al grupo de peligros por contaminación según CENAPRED; el peligro biológico infecciosos se relaciona a las epidemias y plagas; peligro derivado de los vertederos guardan relación con los residuos peligrosos, hasta aquí esta clase de peligros conforman la severidad potencial de los peligros sanitario-ecológicos; se mantiene el peligro de erosión en el ajuste; y por último se incorpora los incendios que aunque se catalogan de origen químico, por el criterio de radio de actividad, es decir repercusiones considerables al medio ambiente son tomados en cuenta en este módulo.

Los insumos estadísticos y cartográficos para los peligros considerados como posibles disturbios contaminantes provienen del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) versión 2020, los establecimientos económicos son los centros donde se realizan prácticas que por su mal manejo son detonantes del peligro; se consideran puntos fijos por tener un emplazamiento definido. El análisis del peligro de estos establecimientos estriaba en la referencia de dos tipos de severidades potenciales; una particular que hace alusión a las prácticas ejecutadas fuera de norma, y otra asociativa que

grafica en mapas la concentración de dichos establecimientos, a mayor concentración mayor severidad. Dicho análisis refiere el peligro potencial ya que no se soporta del todo sobre evidencias fácticas de contaminación, a pesar que los establecimientos seleccionados presentan técnicas o manipulaciones de elementos de considerable impacto al ambiente

Es importante aclarar que los modelos son de carácter genérico, solo modelan la cercanía geográfica de los establecimientos, señalando concentraciones y dispersiones. En términos de ordenamiento territorial la designación de ciertos usos de suelo para la industria como los corredores, parques o cluster industriales significa un aprovechamiento o restricción territorial de sus prácticas y el confinamiento de los establecimientos. La transición de la vocación del suelo de economías primarias (agricultura) a secundarias (manufacturas) debidamente llevada es sinónimo de crecimiento económico, la gestión de los posibles riesgos derivados de estas instalaciones económicas no significa nulidad u obstrucción a la diversificación económica, es más bien la incorporación de criterios de gestión de riesgos en su estrategias de emplazamiento y operación. Es así que la distribución de las empresas o fábricas en el territorio no es sinónimo directo de riesgo, siempre están mediadas por prácticas de mantenimiento, precaución y cuidado.

Para los peligros biológico infecciosos se complementaron los insumos de establecimientos médicos del DENUE como los registrados por la Secretaria de Salud en el catálogo Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES) [24] considerando a los centros de salud y clínicas puntos fijos de indicadores de epidemias por su atribución de control y manejos de las enfermedades en la salud pública, que por otro lado estos establecimientos pueden ser nichos de patógenos sino cumplen con las normas sanitarias establecidas, lo que marca la severidad en base a las malas prácticas.

Sobre los peligros derivados de los vertederos, se identificaron las áreas en campo y documentos que contiene mayores referencias sobre el manejo de residuos en el municipio.

Se considera que, si las actividades económicas realizadas en el municipio se llevan a cabo con el cumplimiento de las normas y reglamentos establecidos, el peligro del manejo regulado que desencadene algún tipo de problema ecológico-sanitario de carácter

[24] http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html consultado en diciembre del 2018

extraordinario es menor. Conforme se incumpla la normatividad el peligro a presentarse alguna eventualidad de carácter extraordinario se incrementa.

La cartografía realizada da cuenta de una escala colorimétrica que muestra los niveles de severidad proyectada según la concentración de establecimientos; las áreas de impacto de color rojo señalan alta severidad; de color naranja media severidad y amarillo baja severidad.

La Figura 4.5, representa una rúbrica con los posibles tipos de afectación categorizándolos en peligros (eventos extraordinarios) controlados, moderados o altos (severidades particulares según el desenvolvimiento de las prácticas), dependiendo del cumplimiento de los reglamentos que condicionan los tipos de actividades económicas representadas en el municipio. Estos niveles de severidad según el incumplimiento de las normas, no se llegan a especificar por establecimiento referido, se hace una alusión general para dar cuenta del marco normativo existente y así este atlas poder ser orientador de las acciones sectoriales sobre el territorio, derivando a la instancia responsable el monitoreo del cumplimiento de dichas normas y designación de infracciones.

	Peligro controlado	Peligro moderado	Peligro alto
Residuos sólidos	- Plan de manejo de residuos según los establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos - Contabilizar volumen generado según la NMX-A-A-61-1985 - Registro ante la SEMARNAT como empresa generadora de residuos sólidos	- La empresa da cumplimiento parcial a su plan de manejo - Generación de volumen de residuos calculado - Almacenamiento inapropiado	- No dar cumplimiento a las normas correspondientes al manejo de residuos sólidos - No contar con los registros correspondientes ante la SEMARNAT - Almacenamiento inapropiado
Emisiones liquidas	- Diseño y cumplimiento adecuado del plan de manejo de residuos líquidos - Registro ante la SEMARNAT como empresa generadora de residuos	- Los residuos líquidos no se almacenan apropiadamente para su tratamiento - Tiene su registro ante la SEMARNAT como empresa generadora de residuos	- Es evidente el mal manejo de los residuos ya sea por presencia en suelos o falta de áreas de confinamiento - No cuenta con un plan de manejo ni registro ante la SEMARNAT
Emisiones al aire	- Regulación de las emisiones conforme los limites en la NOM-085-SEMARNAT-2011 - Registro ante la SEMARNAT como empresa generadora de residuos	- No respeta los limites establecidos en la norma - Cuenta con los filtros apropiados en las chimeneas - Tiene registro ante la SEMARNAT como empresa generadora de residuos	- No respeta los limites establecidos en la NOM - No cuenta con registro ante la SEMARNAT - No cuenta con filtros en la chimenea

Figura 4.5 Rúbricas sugeridas para una evaluación rápida de peligros potenciales.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Reporte de incidencias sanitario-ecológicas

Desde el año de 1994 la Unidad de Protección Civil y Bomberos se ha dado a la tarea de registrar las atenciones ciudadanas que la corporación presta en diferentes puntos del municipio durante todos los meses del año. Dicho esfuerzo se documenta en 25 años de incidencias que hasta el 31 de diciembre de 2019 sumaban 25,616 reportes.

Cada incidencia se clasificó de acuerdo con los fascículos informativos del Subsistema de Información sobre Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad del Centro Nacional para la Prevención de Desastres. Cabe señalar que, debido a imprecisiones en la captura de las fechas y direcciones de ocurrencia de numerosos eventos, así como a detalles insuficientes que permitieran especificar la naturaleza de su peligro, es que sólo fue posible georreferenciar el 32.69% de los datos originales. Pese a lo anterior se considera que la información obtenida es un insumo importante para el monitoreo de los fenómenos de tipo sanitario-ecológico que se han desarrollado en Tepatitlán, ya que visibiliza algunos de los peligros que se derivan de actividades antrópicas y que otras fuentes de información no han priorizado su monitoreo.

Tipo de evento	Clase de evento
Geológico	Sismos
	Inestabilidad de laderas
	Hundimientos regionales
	Erupciones y emisiones volcánicas
	Tsunamis
Hidrometeorológico	Tormentas granizo
	Sequia
	Tornado
	Viento
	Inundación
	Ciclón tropical
	Helada
	Frente frio
Químico	Incendio y explosión
	Fuga y derrame
	Transporte de sustancias
	Almacenamiento sustancias
Sanitario ecológico	Marea roja
	Erosión
	Residuos peligrosos
	Contaminación ambiental
	Epidemias o plagas
	Fauna nociva
	Abejas

Socio organizativo	Vandalismo
	Terrorismo
	Sabotaje
	Demostración inconformidad social
	Afectación de servicios
	Accidentes de transporte
	Accidente de desorden multitud

Tabla 4.1. Clasificación de los peligros según CENAPRED.

Fuente: Elaboración propia a partir del Subsistema de Información sobre Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad.

Total de incidencias registradas	Incidencias georreferenciadas	% de Incidencias georreferenciadas	Incidencias no contempladas para el análisis	% de Incidencias no contempladas para el análisis
25,616	8,374	32.69	17,242	67.31

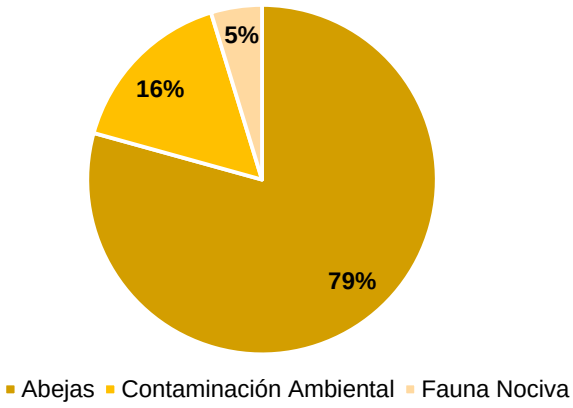
Tabla 4.2. Reportes ciudadanos 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Unidad de Protección Civil y Bomberos.

Ya se ha mencionado que los peligros de tipo sanitario-ecológico engloban fenómenos como la marea roja, la erosión, los residuos peligrosos, la contaminación ambiental, la fauna nociva, así como las epidemias o plagas. De todos ellos, dos han sido tradicionalmente reportados por la población de Tepatitlán: la presencia de fauna nociva en áreas públicas o al interior de la vivienda y la ocurrencia de incendios en áreas de pastizales, basureros, lotes baldíos o espacios forestales (contaminación ambiental).

A lo anterior hemos añadido una nueva clase de evento: “abejas”, mismo que no se contempló dentro de la categoría de fauna nociva porque como se sabe, favorecen la polinización y la reproducción de las plantas, haciendo posible la producción global de alimentos. Recientemente se ha reconocido lo esencial de su función biológica nombrándoseles los animales más importantes del ecosistema (Forbes, 2019). Por tal motivo es que consideramos pertinente no incurrir en el error de la generalización y mantener un dato valioso.

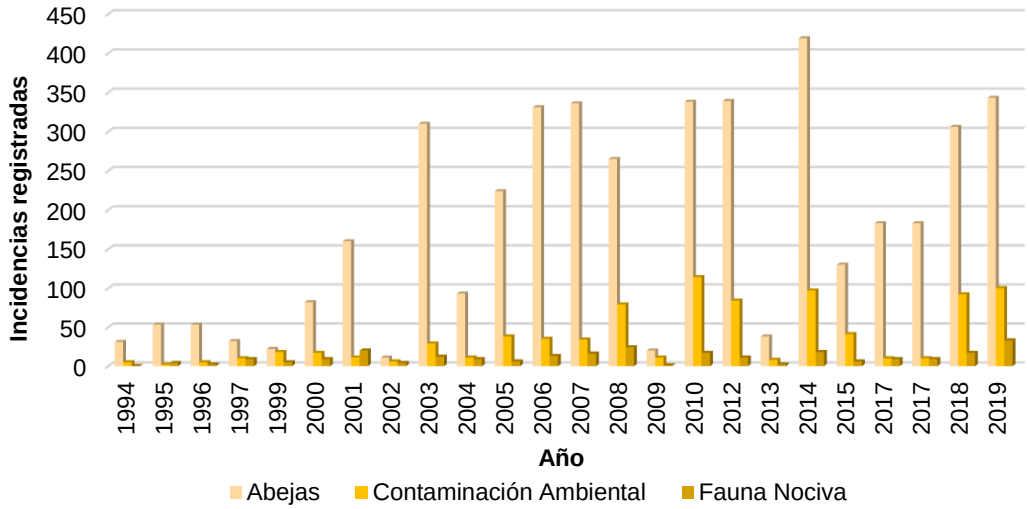
Más tarde observaríamos que en efecto, fue la categoría de abejas quien más reportes registró respecto de los otros tipos de incidencias al concentrar el 79% de las observaciones, le sigue en orden de importancia la contaminación ambiental con el 16% y al final, los reportes por fauna nociva (5%).



Gráfica 4.1. Clases de incidencias Sanitario-Ecológicas registradas durante el periodo 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes de Protección Civil, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

Desde 1994 hasta 2019, las incidencias de tipo sanitario-ecológicas acumularon 5,425 reportes ciudadanos, siendo los años de 2014 y 2019 cuando más eventos se documentaron; 534 y 476 respectivamente. De nueva cuenta fueron los eventos relacionados con enjambres de abejas quienes encabezaron la lista de atenciones.



Gráfica 4.2. Incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por año durante el periodo 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes de Protección Civil, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

Lo anterior hace pensar que, en Tepatitlán, la alteración del entorno natural y su progresiva transformación en zonas urbanas, ha ocasionado un conflicto en el ser humano respecto a la presencia de abejas en sus entornos de vida. Si bien es cierto que la picadura de abeja puede tener implicaciones clínicas molestas, sólo representa una amenaza real

para un sector muy reducido de la población, en la práctica si no se rebasa el umbral de tolerancia entre estas y los humanos su existencia no debería tornarse en un agente perturbador.

Es así que debería prevalecer el supuesto de que estos seres vivos son parte fundamental de cualquier entorno natural y de que si en la actualidad se aprecian en sitios "inadecuados" es porque las actividades humanas en principio han alterado sus hábitats, obligándolas a reconocer nuevos espacios que las someten a diversas presiones y peligros que amenazan su propia subsistencia.

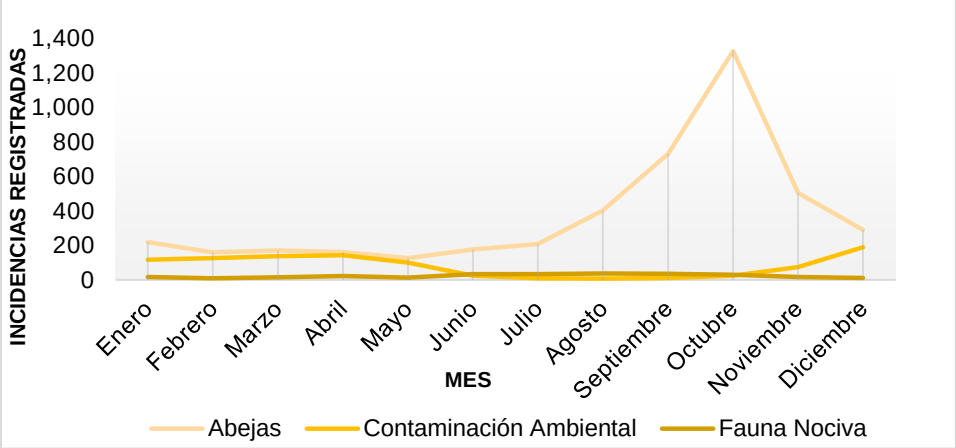
Año	Abejas	Contaminación Ambiental	Fauna Nociva	Total
1994	31	5	0	36
1995	53	2	4	59
1996	53	5	2	60
1997	32	10	9	51
1999	22	18	5	45
2000	82	17	9	108
2001	160	11	20	191
2002	11	6	4	21
2003	310	29	12	351
2004	93	11	9	113
2005	224	38	6	268
2006	331	35	13	379
2007	336	34	16	386
2008	265	79	24	368
2009	20	11	1	32
2010	338	114	17	469
2012	339	84	11	434
2013	38	8	2	48
2014	419	97	18	534
2015	130	41	6	177
2017	183	10	9	202
2017	183	10	9	202
2018	306	92	17	415
2019	343	100	33	476
Total	4,302	867	256	-

Tabla 4.3. Número de incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por año durante el periodo 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes de Protección Civil, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

En lo que concierne a la categoría de contaminación ambiental, entendida como "la presencia de sustancias en el medio ambiente que causan un daño a la salud y al bienestar del hombre o que ocasiona desequilibrio ecológico" (CENAPRED, 2016), se contabilizaron 867 reportes, y como se esperaba, su frecuencia obedece a un comportamiento estacional.

La época de estiaje que comprende los meses de marzo, abril, mayo y junio es cuando históricamente se han registrado un mayor número de eventos por contaminación ambiental. Finalmente, dentro de las incidencias por fauna nociva fue recurrente que la población solicitara la reubicación de especies como víboras, iguanas, mapaches, tlacuaches, murciélagos e incluso de animales domésticos como gatos o perros en situación de rabia o estado agresivo.



Gráfica 4.3. Incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por mes, 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes de Protección Civil, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

Mes	Abejas	Contaminación Ambiental	Fauna Nociva
Enero	218	116	15
Febrero	159	125	9
Marzo	170	137	14
Abril	161	142	22
Mayo	126	100	13
Junio	176	23	33
Julio	207	8	33
Agosto	402	7	37
Septiembre	730	10	35
Octubre	1,326	24	29
Noviembre	505	74	15
Diciembre	289	189	10

Tabla 4.4. Incidencias Sanitario-Ecológicas registradas por mes, 1994-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes de Protección Civil, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

Un aspecto importante que debe mencionarse es que la base de incidencias no engloba todos los fenómenos sanitario-ecológicos que se han presentado en el municipio sino más bien todos aquellos que la población ha reportado con el devenir de los años. La distribución espacial de las incidencias se concentra principalmente en la cabecera

municipal de Tepatitlán de Morelos y su baja representatividad en localidades consolidadas como San José de Gracia, Pegueros o Capilla de Guadalupe, pudiera deberse; entre otras causas, a la poca sistematización en la recolección de información y no necesariamente a que son entornos seguros y de muy baja incidencia de peligros sanitarios.

4.5. Peligros Biológico-Infecciosos

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, un agente biológico infeccioso corresponde a “cualquier organismo que sea capaz de producir enfermedad. Para ello se requiere que el microorganismo tenga capacidad de producir daño, esté en una concentración suficiente, en un ambiente propicio, tenga una vía de entrada y estar en contacto con una persona susceptible” (Diario Oficial de la Federación, 2003).

Los establecimientos donde tienen mayor presencia pueden ser “lugares públicos, sociales o privados, fijos o móviles cualquiera que sea su denominación, que estén relacionados con servicios de salud y que presten servicios de atención médica ya sea ambulatoria o para internamiento de seres humanos” (Diario Oficial de la Federación, 2003).

En ese sentido se considera que cualquier espacio donde se practiquen procedimientos médicos puede representar un peligro biológico infeccioso si existen malas prácticas en el manejo del material, sustancias y residuos que derivan de sus actividades. Así pues, con el propósito de brindar una aproximación general del potencial de daño que podrían representar tales espacios, es que en este apartado se pretende cuantificar el número total de establecimientos que prestan servicios médicos en el municipio de Tepatitlán, en específico, de consultorios dentales, hospitales, laboratorios de análisis clínicos y centros de consulta externa.

Para esta sección, las fuentes de información corresponden al Catálogo de Claves Únicas de Establecimientos de Salud-CLUES (2020) de la Dirección General de Información en Salud y también del Directorio Nacional de Unidades Económicas-DENUE (2019). Ambos instrumentos se perfilan como fuentes complementarias y permitirán construir un panorama más o menos representativo sobre los riesgos de exposición a fuentes contaminantes por residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPIB). La NOM-087-ECOL-SSA1-2002 establece que los RPBI se clasifican de acuerdo a su tipo y estado físico.

En la lista destacan los objetos punzocortantes, los residuos no anatómicos, patológicos, materiales desechables; sangre líquida y sus derivados así como los fluidos corporales.

Figura 4.6. Tipos de residuos peligrosos Biológico Infecciosos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía para el Manejo de los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos en Unidades de Salud (2003).

4.5.1 Consultorios dentales

De acuerdo con datos del DENUE, al año de 2019 en Tepatitlán de Morelos existían un total de 110 consultorios dentales. De ellos, el 78.18% se localiza en la cabecera municipal del mismo nombre, el 14.55% en Capilla de Guadalupe y el 7.27% restante se distribuye entre las localidades de Capilla de Milpillas, San José de Gracia y Pegueros. Como se sabe, la práctica odontológica conlleva riesgos sanitarios por el manejo de sustancias químicas y los implementos utilizados.

Sin duda estos riesgos son mayores para quien ejerce dicha actividad, pero cada paciente y la sociedad en general se encuentra expuesto a sufrir infecciones o problemas de contaminación por un mal manejo de los residuos biológicos que derivan de los procedimientos dentales. Es así que dependerá de la higiene y responsabilidad del titular de cada consultorio disminuir los riesgos que su trabajo implica. En 2018 la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) reveló que el 53% de las

clínicas dentales supervisadas en diez estados de la república presentaban irregularidades al operar sin equipo adecuado o insuficiente, falta de documentación y permisos para laborar. Aunque su estudio no ofrece datos representativos a nivel estatal ni municipal, sus resultados se constituyen en un llamado de alerta ya que no existe la certeza de que la mayoría de los establecimientos dentales en México estén cumpliendo con las normas de sanidad y reglamentos correspondientes.

Localidad	Número de consultorios dentales	% Número de consultorios dentales
Capilla de Guadalupe	16	14.55
Capilla de Milpillas	4	3.64
Pegueros	2	1.82
San José de Gracia	2	1.82
Tepatitlán de Morelos	86	78.18
Total	110	100.00

Tabla 4.5. Consultorios dentales en Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Fuente: Elaboración propia a partir del DENUE, 2019.

Por tal motivo es que algunas instancias de salud recomiendan a los usuarios verificar que los consultorios cumplan con ciertos aspectos básicos establecidos por la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica, esto como una medida preventiva para evitar ser objeto de una práctica riesgosamente sanitaria. Lo anterior puede implementarse como una lista de chequeo donde se verifique si la clínica cuenta con espacios diferenciados jerárquica y funcionalmente, un equipo esterilizador, sillón dental e implementos profesionales, contenedores para residuos punzocortantes, tener a la vista el título del médico y el permiso de operación, un lavabo con agua potable en el área de exploración física, sanitarios, etc.

Una vez establecido lo anterior, se tiene que, para el caso de Tepatitlán, la concentración de clínicas dentales seguirá concentrándose mayormente en la cabecera municipal (Mapa 5), una tendencia natural en correspondencia con el incremento de la población y el aumento progresivo en la demanda de servicios relacionados con la higiene dental. Mientras que, en localidades menores como Capilla de Guadalupe, San José de Gracia, Pegueros y Capilla de Milpillas se espera que el crecimiento sea sumamente discreto, en concordancia con un crecimiento poblacional ralentizado y por lo tanto una menor solicitud de establecimientos odontológicos.

4.5.2. Establecimientos Biológico-Infecciosos

A diferencia de los consultorios dentales, los establecimientos de mayor potencial biológico-infeccioso corresponden a los hospitales, centros de salud y laboratorios de análisis clínicos. Si bien es cierto que la atención medica se constituye en una de las necesidades fundamentales de la población, su desarrollo no implica que se esté libre de riesgos sanitarios.

Es por ello que este apartado busca aproximarse a los principales peligros a los que se está expuesto en dichas instalaciones, tanto el personal médico que allí labora, quienes acuden a sus servicios o aquellos que se encuentran en las inmediaciones de los centros de atención. Cabe resaltar que lo expuesto a continuación de ninguna forma sugiere que los establecimientos de salud deberían localizarse fuera de las zonas urbanas o que debe existir un menor número de ellos porque sería una lectura contradictoria del riesgo, más bien establece que la reducción de ciertos peligros estará en función del cumplimiento de toda la normatividad sanitaria por parte de cada centro.

Para dimensionar el número de establecimientos biológico-infecciosos en Tepatitlán, sólo se contemplaron los hospitales y centros de salud de mayor jerarquía, ya fueran de hospitalización o de consulta externa, tanto del sector público como privado. Una vez revisado el Catálogo de Claves Únicas de Establecimientos de Salud de la Dirección General de Información en Salud (2020), se constató que en el municipio existen siete establecimientos que ofrecen servicios especializados y de hospitalización, así como 18 centros de consulta externa.

Localidad	Institución	Tipo de Establecimiento	Nombre de la Unidad
Capilla de Guadalupe	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud Capilla de Guadalupe
Capilla de Milpillas	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud Capilla de Milpillas
Mezcala	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud Mezcala
Pegueros	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud Pegueros
San José de Gracia	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud San José de Gracia
Tecomatlán	Secretaria de Salud	De Consulta Externa	Centro de salud Tecomatlán
Tepatitlán de Morelos	IMSS	De Hospitalización	HGZ 21 Tepatitlán
		De Consulta Externa	Tepatitlán de Morelos
			UMF 159 Jesús María
			UMF 168 Tepatitlán
	ISSSTE	De Consulta Externa	Tepatitlán de Morelos
	Servicios Médicos Privados	De Hospitalización	Sanatorio médico quirúrgico de los altos S.A. de C.V.
			Hospital asilo del corazón de Jesús A.C.
			Hospital Vicentita S.A. de C.V.
			Inmobiliaria del centro médico alteño s.a. de C.V.
			Hospital Raúl flores Grupo Médico Titanic S.A. de C.V.
		De Consulta Externa	*Nombre desconocido
			Ángeles Visión Hospital de Oftalmología, S.A. de C.V.
			Consultorio médico Tepatitlán
	Secretaria de Salud	De Hospitalización	Hospital regional Tepatitlán
		De Consulta Externa	Módulo Tepatitlán
			Centro de salud Tepatitlán
			Centro de salud Popotes
			Unidad móvil de salud de la mujer Tepatitlán
			Centro de atención primaria en adicciones nueva vida Tepatitlán
Laboratorios de análisis clínicos en el municipio:		24	

Tabla 4.6. Establecimientos de Salud en Tepatitlán de Morelos, 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de Catálogo de Claves Únicas de Establecimientos de Salud. Dirección General de Información en Salud (2020) y DENUE (2019).

Dentro de los centros hospitalarios del sector público se encuentra el HGZ 21 Tepatitlán, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Hospital regional Tepatitlán, de la Secretaria de Salud. Los cinco centros de hospitalización restante corresponden al sector privado y son: el Sanatorio médico quirúrgico de los altos S.A. de C.V., Hospital asilo del corazón de Jesús A.C., Hospital Vicentita S.A. de C.V., Inmobiliaria del centro médico alteño s.a. de C.V. y el Hospital Raúl flores Grupo Médico Titanic S.A. de C.V.

En el caso de los centros de consulta externa, la mayoría son administrados por la Secretaria de Salud (11), 3 por el IMMSS, 1 por el ISSSTE y el resto por el sector privado. Y en lo que respecta a los laboratorios de análisis clínicos, el dato proviene del DENUE, instrumentó estadístico que al año de 2019 registró un total de 24 salas de toma y procesamiento de muestras médicas.

Todos los centros de hospitalización se concentran en Tepatitlán de Morelos, mientras que el resto de las localidades de menor carga demográfica están servidos por un único centro de consulta externa. Ya en el apartado de caracterización social, sección Derechohabiencia a servicios de salud, se hablaba de un déficit en el número de médicos por cada mil habitantes para el caso mexicano. Argumento que nuevamente adquiere sentido al observar que, en varias comunidades de Tepatitlán, aun cuando sean pequeñas, la infraestructura médica pública no está garantizada. Si bien es cierto que las distancias de acceso al lugar donde los servicios médicos se prestan con mayor medida son relativamente cortas, el déficit supone un reto en caso de emergencia o alguna contingencia mayor, por lo que ampliar la cobertura de servicios de salud debe permanecer como una prioridad para el municipio.

Destino	Distancia en Km	Tiempo en minutos
San José de Gracia a Tepatitlán de Morelos	28.4	33
Pegueros a Tepatitlán de Morelos	20.6	23
Capilla de Guadalupe a Tepatitlán de Morelos	27.3	29
Capilla de Milpillas a Tepatitlán de Morelos	23.4	30

Tabla 4.7. Distancia que habría de recorrerse en caso de presentarse una emergencia que requiera de servicios médicos especializados u hospitalización.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps.

Ahora bien, los factores de riesgo a los que se está expuesto en hospitales y centros de consulta externa, tanto personal médico, pacientes y visitantes, se asocian a agentes mecánicos, químicos, físicos y biológicos. Sin embargo, se destaca que los agentes biológicos al ser capaces de originar diversos tipos de infección vírica o bacteriana, alergias

o toxicidad, podrían catalogarse como los de mayor probabilidad de incidencia entre la población.

Mecánicos	Químicos	Físicos	Biológicos
Cortes	Gases esterilizantes. Óxido de etileno	Radiaciones	Enfermedades infecciosas
Caídas	Compuestos citostáticos	Ruido	Residuos generados
Golpes, choques y atrapamientos	Desinfectantes	Calor ambiental	Equipos e instrumentación contaminado
Manipulación de cargas			Reservorios de agentes biológicos

Tabla 4.8. Riesgos en hospitales y centros de consulta externa de acuerdo al tipo de agente perturbador.

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de Seguridad y Salud en el Sector Hospitalario.

Los agentes biológicos también se clasifican de acuerdo al nivel de riesgo que presenta la infección y estos van desde la poca probabilidad de desarrollar una enfermedad (riesgo nulo), mostrar un cuadro sintomatológico y constituirse en un peligro (riesgo poco probable), presentar una enfermedad grave derivada de la infección (riesgo probable) hasta el nivel de riesgo muy elevado que puede comprometer la vida. Los principales medios por los cuales que se puede adquirir una infección son: la vía aérea, dérmica, digestiva y parenteral (FREMAP, sin año).

En los laboratorios de análisis clínicos los riesgos sanitarios se dirigen en el mismo sentido, ya que la manipulación del material biológico y sustancias químicas, si no realiza siguiendo las normas correspondientes (NOM-007-SSA3-2011, NOM-0087-ECOL-1995 y NOM-064-SSA1-1993) puede convertirse en un importante foco de infección que no sólo compromete la calidad de los resultados médicos sino también la salud de quienes se ven involucrados en la prestación y recepción del servicio.

4.5.3. Riesgos en Alimentos de Origen Animal

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) también establece que los rastros y mataderos municipales son establecimientos de tipo biológico-infeccioso, ya que existen diversos agentes y mecanismos por los que los productos cárnicos pueden contaminarse y constituirse en un peligro al ser consumidos por el hombre. La contaminación puede darse de forma primaria o secundaria, la primera sucede cuando los animales están en desarrollo y contraen algún microrganismo que compromete la salud del animal, mientras que la secundaria ocurre por el “inadecuado manejo de los mismos [los animales] durante su obtención, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de los productos, incluyendo el manejo que se da a los alimentos en el hogar por parte de los consumidores” (COFEPRIS, 2017).

Por lo anterior, la Secretaria de Salud a través de la NOM-194-SSA1-2004 (Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio) y la COFEPRIS, se ha dado a la tarea de implementar el Proyecto Nacional de Rastros y Mataderos Municipales, cuyo objetivo es minimizar los riesgos sanitarios de dichos establecimientos para así garantizar la inocuidad alimentaria.

El proyecto se ha implementado en todos los rastros y mataderos que atienden a comunidades con una población mayor a los 50,000 habitantes, por lo que los resultados para el año de 2016, aunque a nivel estatal, también ponderan la situación específica del rastro de Tepatitlán de Morelos. Mismo que junto a otros rastros del Jalisco calificó con un nivel de riesgo sanitario de tipo medio, lo que implica haber obtenido entre 52 y 80 puntos en la cédula de evaluación que califica a los “controles en ambiente, trabajadores, procesos higiénicos de obtención de carne y sus productos” (COFEPRIS, 2017).

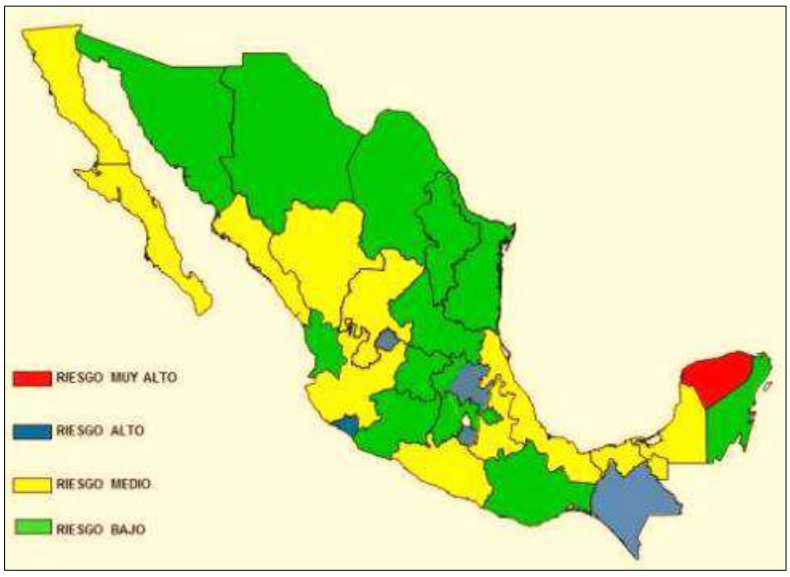


Figura 4.7. Nivel de riesgo sanitario de rastros y mataderos ubicados en municipios con una población mayor a 50 mil habitantes, por entidad federativa. México, 2015

Fuente: Áreas de protección contra riesgos sanitarios de las entidades federativas COFEPRIS, 2016.

4.6. Epidemias

Se habla de una epidemia “cuando una enfermedad adquiere durante cierto lapso [de tiempo] una incidencia claramente superior a sus valores normales [de propagación]” (CENAPRED, 2014: 213). Si bien es cierto que esencialmente son causadas por agentes

infecciosos de fácil transmisión, la Organización Mundial de la Salud también reconoce la existencia de epidemias a causa de numerosas enfermedades no transmisibles que afectan a un elevado número de personas y generan grandes costos sociales a la salud pública.

En el caso de las epidemias de origen trasmisible, su nivel de riesgo y magnitud dependerá, sobre todo, del tipo de agente biológico que la produce; sea virus, bacteria, toxina, hongo o parásito; de su periodo de incubación y la capacidad de transmisión entre la población. Y aunque dichos agentes son quienes tienen la capacidad de dañar la salud humana propiciando enfermedades y provocando decesos en casos severos, el Centro Nacional para la Prevención de Desastres ha sumado cuatro variables clave en torno al desarrollo de cualquier epidemia: la falta de inmunización generacional, el estado nutricional de la población, la época del año en que se presenta la contingencia sanitaria y los grupos de edad a los que afecta (CENAPRED, 2018). En ese sentido es que se reconoce la importancia de establecer medidas de prevención para reducir algunos factores de riesgo sanitario.

Figura 4.8. Acciones para la prevención de epidemias.
Fuente: Elaboración propia a partir de CENAPRED, 2018.

La Norma Oficial Mexicana para la Vigilancia Epidemiológica (NOM-017-SSA2-2012) en su Apéndice Informativo B, cifra un total de 161 enfermedades transmisibles y no transmisibles de tipo epidémicas en el país. Si el lector desea profundizar en la diversidad de padecimientos que contempla dicha lista, puede consultarla en el sitio web de la Dirección General de Epidemiología del Gobierno de México. Pero en lo que concierne a este apartado, sólo se ocupara en describir la incidencia de enfermedades epidémicas que destacan por su anual concurrencia y un alto número de casos registrados durante los últimos años, tales como la diabetes mellitus, el dengue y la influenza estacional. Su elección también se corresponde con la disponibilidad de información desagregada a nivel municipal, así como al objetivo de abordar patologías médicas que se han convertido en un

problema de salud pública a nivel estatal y cuyo conocimiento y atención es de sumo interés para garantizar el bienestar social de la población en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

4.6.1 Diabetes Mellitus

La Diabetes Mellitus es una enfermedad no transmisible que de acuerdo con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) se asocia a estilos de vida poco saludables que favorecen la obesidad y/o sobrepeso e involucra una alimentación rica en azúcares y grasas, no obstante, también puede desarrollarse por la predisposición a factores genéticos. En el año de 2019 la Organización Panamericana de la Salud tipificó la diabetes como una de las 10 principales amenazas a la salud (OPS, 2019), siendo en 2012 la responsable de 1.5 millones de muertes en todo el mundo, al igual que una de las principales causas de muerte en México (INEGI, sin año), provocando 844,180 defunciones durante el periodo 2010-2018.

En ese mismo sentido, el Perfil Nacional de Riesgos elaborado por diversas instituciones de salud en el país, han alertado que solamente para el año de 2018 “la diabetes fue una causa directa o indirecta en por lo menos 1/3 de todas las defunciones ocurridas en personas entre 35 y 74 años” (Secretaria de Salud et al, 2018: 199), sin embargo también agregaron que desafortunadamente “la importancia de la diabetes sobre la mortalidad en México puede estar subestimada” (Secretaria de Salud et al, 2018: 199), un hecho que obstaculiza el tratamiento integral del problema aun cuando la investigación médica ha proporcionado bastante información sobre el tema.

Ahora bien, para contextualizar el escenario en que se encuentra Tepatitlán, se analizó el número de defunciones generales por diabetes mellitus en relación a las observadas por la región Altos Sur, espacio administrativo y de desarrollo con el que se corresponde. Cabe agregar que las comparaciones también utilizaron como referente las cifras registradas por el estado de Jalisco, esto para identificar la magnitud del problema en una escala mucho más amplia.

En Jalisco el número de defunciones por diabetes mellitus ha tenido una tendencia de crecimiento positiva desde el año de 1998, exceptuando el corte de 2018, cuando las muertes por esta causa registraron un ligero descenso. El aporte de Altos Sur a las defunciones estatales se ha mantenido relativamente discreto, siendo el responsable, en promedio, del 4% de las muertes. Sin embargo, si se reduce el nivel de desagregación se

obtiene que, en la región, un porcentaje considerable de los decesos por diabetes se registran en el municipio de Tepatitlán.

Año	Jalisco	Altos Sur	% De aporte a las defunciones estatales	Tepatitlán de Morelos	% De aporte a las defunciones regionales
1998	3,122	141	4.52	51	36.17
1999	3,437	134	3.90	58	43.28
2000	3,289	154	4.68	51	33.12
2001	3,377	149	4.41	58	38.93
2002	3,857	184	4.77	82	44.57
2003	4,111	189	4.60	83	43.92
2004	4,274	158	3.70	72	45.57
2005	4,606	198	4.30	78	39.39
2006	4,527	187	4.13	74	39.57
2007	4,466	185	4.14	83	44.86
2008	4,952	189	3.82	73	38.62
2009	5,139	168	3.27	63	37.50
2010	5,356	233	4.35	91	39.06
2011	5,366	203	3.78	89	43.84
2012	5,293	236	4.46	111	47.03
2013	5,542	228	4.11	107	46.93
2014	5,717	239	4.18	101	42.26
2015	6,019	269	4.47	120	44.61
2016	6,506	234	3.60	113	48.29
2017	6,439	258	4.01	94	36.43
2018	5,526	238	4.31	61	25.63

Tabla 4.9. Defunciones por Diabetes Mellitus.

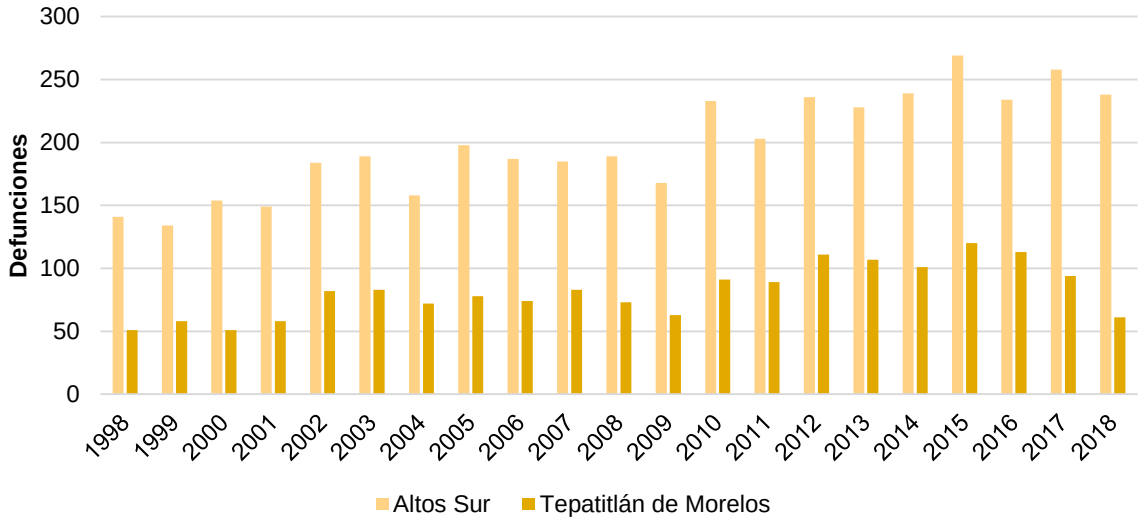
Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de Mortalidad (INEGI).

Podría decirse que dicho resultado es producto del peso demográfico que ejerce sobre los demás municipios, pues recordemos que para el año de 2015 el 35% de la población regional residía en Tepatitlán, sin embargo, al ponderar solamente las defunciones generales del municipio y las causadas por el mismo padecimiento, nuevamente se obtuvieron porcentajes significativos; perfilándose como la responsable de entre el 8 y 12% de la mortalidad general.

Año	Total de defunciones	Total de defunciones por Diabetes Mellitus	% De defunciones por Diabetes Mellitus
1998	571	51	8.93
1999	610	58	9.51
2000	606	51	8.42
2001	607	58	9.56
2002	698	82	11.75
2003	673	83	12.33
2004	621	72	11.59
2005	690	78	11.30
2006	677	74	10.93
2007	661	83	12.56
2008	650	73	11.23
2009	725	63	8.69
2010	891	91	10.21
2011	884	89	10.07
2012	924	111	12.01
2013	1001	107	10.69
2014	944	101	10.70
2015	936	120	12.82
2016	981	113	11.52
2017	786	94	11.96
2018	716	61	8.52

Tabla 4.10. Defunciones generales y defunciones por Diabetes Mellitus.

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de Mortalidad (INEGI).



Gráfica 4.4 Defunciones por Diabetes Mellitus.

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de Mortalidad (INEGI).

La investigación médica señala que la diabetes tiene un gran impacto en la calidad de vida de las personas aun cuando el padecimiento sólo haya ocasionado complicaciones menores, las cuales pueden ir desde una disminución en la visión, sufrir daños en la retina,

o padecer afectaciones en las extremidades inferiores como dolor o pérdida de sensibilidad en los pies. No obstante, cuando la enfermedad se ha agravado, esta puede generar severas secuelas como la amputación de extremidades, daño renal, afectaciones cardiovasculares y/o infartos (Hernández Ávila, Gutiérrez y Reynoso Noverón, 2013).

Así pues, es como la diabetes, una enfermedad prevenible de no transmisión “se está convirtiendo rápidamente en la epidemia del siglo XXI” (Hernández Ávila, Gutiérrez y Reynoso Noverón, 2013: 130), generando altos costos económicos, numerosos decesos en el país, y para el caso de Tepatitlán de Morelos: una de cada diez muertes en el municipio. Situación que de acuerdo con la Secretaria de Salud podría prevenirse cambiando los hábitos nutricionales de la población y realizando actividad física durante 30 minutos al día, justamente es el ejercicio lo que reduciría en un 40% el factor de riesgo de desarrollarla (Secretaria de Salud, 2015).

Figura 4.9 Los costos de la diabetes en México al año de 2019.

Fuente: Federación Mexicana de Diabetes, A.C. en http://fmdiabetes.org/los-costos-la-diabetes/

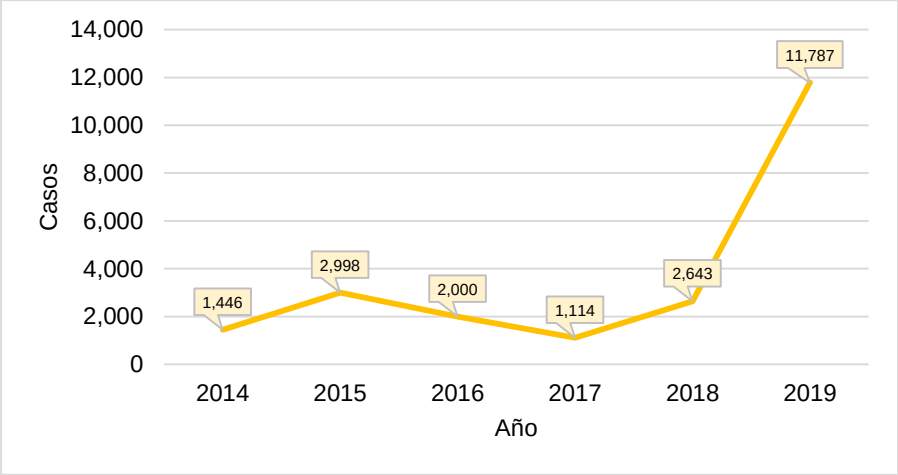
4.6.2. Dengue

La Dirección General de Epidemiología establece que el dengue es “en la actualidad la principal enfermedad viral transmitida por artrópodos y es catalogada como una problemática de salud pública en el mundo” (2017: 18). Para el caso de México este cerró el año de 2019 con 41,505 casos confirmados y 191 defunciones, lo que supuso una tasa de crecimiento del 211.30 respecto al año anterior. Siendo Jalisco el estado que más incidencias registró (11,787) y sólo equiparable a las cifras observadas por Veracruz (10,902), sin embargo, aún muy por encima a lo observado en el resto de la república. Si se comparan los 2,643 casos que Jalisco confirmó durante 2018 y las cifras que reportó para 2019 se obtiene que tan sólo en un año la tasa de crecimiento en casos de dengue fue de 345.97, una cifra verdaderamente alarmante e histórica.

Lugar	Casos confirmados de dengue		Tasa de crecimiento
	Año 2018	Año 2019	2018-2019
Nacional	13,333	41,505	211.30
Jalisco	2,643	11,787	345.97

Tabla 4.11. Incidencias por dengue.

Fuente: Elaboración propia a partir de Panorama Epidemiológico de Dengue, 2019 y Secretaria de Salud Jalisco.



Gráfica 4.5. Casos confirmados de dengue en Jalisco 2014-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaria de Salud Jalisco.

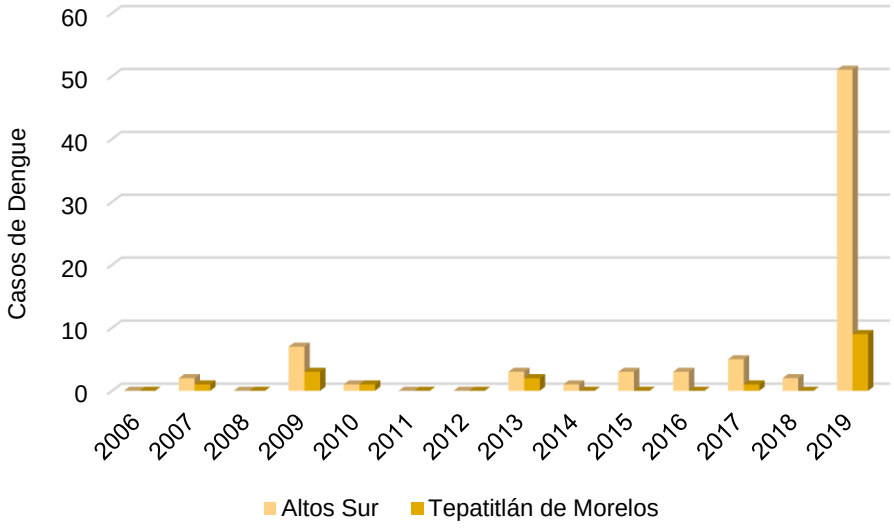
Las incidencias se concentraron principalmente en los municipios metropolitanos de Guadalajara (4,529), Zapopan (1,803), Tonalá (1,033) y Tlaquepaque (1,033). La región

Altos Sur solamente sumó 51 casos, lo que representó el 0.43% de los reportados a nivel estatal. En el ámbito regional, Tepatitlán de Morelos apenas cuantificó 9 personas infectadas, una tendencia que se mantiene desde el año de 2006 y que por el momento nos dice que la epidemia del dengue se ha mantenido al margen en dicho municipio.

Casos de Dengue			
Año	**Jalisco**	**Altos Sur**	**Tepatitlán de Morelos**
2006	3,088	0	0
2007	1,943	2	1
2008	1,416	0	0
2009	4,835	7	3
2010	1,171	1	1
2011	175	0	0
2012	560	0	0
2013	2,584	3	2
2014	1,446	1	0
2015	2,998	3	0
2016	2,000	3	0
2017	1,114	5	1
2018	2,643	2	0
2019	11,787	51	9

Tabla 4.12. Casos de Dengue.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría de Salud del Estado de Jalisco.



Gráfica 4.6. Casos de dengue.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría de Salud del Estado de Jalisco.

Cabe señalar que durante 2019 los municipios alteños capacitaron a varios sectores de la población para juntos emprender acciones preventivas y efectivas contra el dengue, implementando campañas eliminación de cacharros y de concientización sobre la disposición adecuada de basura (Gobierno Municipal de Tepatitlán de Morelos, 2019). Acciones que en definitiva hacen la diferencia en el desarrollo de una epidemia y que se manifiesta en el bajo grado de incidencia que está representó durante el año anterior.

4.6.3. Influenza estacional

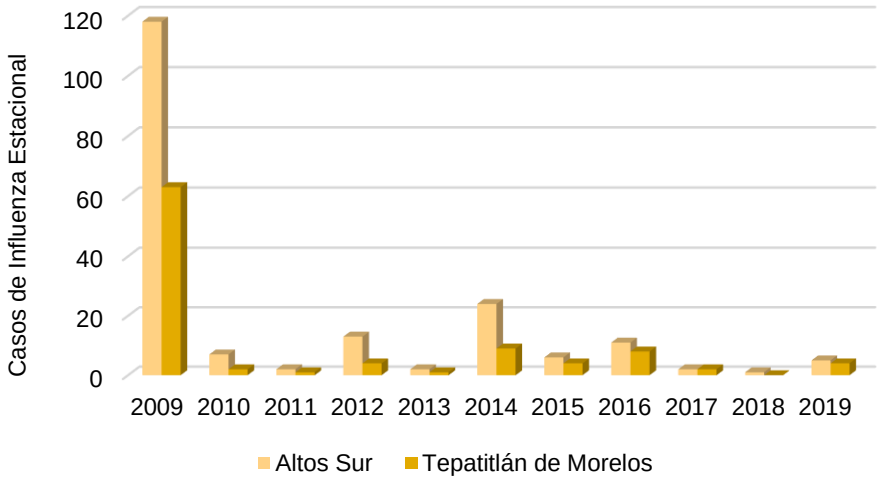
El Manual para la Vigilancia Epidemiológica refiere que la influenza es “una enfermedad respiratoria viral, contagiosa y aguda, cuyas manifestaciones características son fiebre, cefalea, mialgia, postración, coriza, dolor de garganta y tos” (Secretaria de Salud, 2014). Los síntomas pueden presentar variaciones en función del grupo de edad al que afecta, pero de lo que no hay duda es que las personas con más alto riesgo comprenden los menores de dos años, personas con enfermedades crónicas y adultos mayores. La influenza estacional normalmente se produce cada año durante la temporada de otoño e invierno, aunque para regiones tropicales y subtropicales no se define claramente su “carácter estacional”.

Las estadísticas de la Secretaria de Salud reportan que desde la pandemia de gripe A (H1N1) de 2009, la influenza no ha tenido una presencia significativa ni a nivel regional ni en el entorno municipal de Tepatitlán de Morelos, ya que desde hace diez años el número de casos por influenza no ha sobrepasado la decena.

Casos de Influenza Estacional			
Año	Jalisco	Altos Sur	Tepatitlán de Morelos
2006	*	*	*
2007	*	*	*
2008	*	*	*
2009	4,250	118	63
2010	365	7	2
2011	32	2	1
2012	683	13	4
2013	215	2	1
2014	810	24	9
2015	94	6	4
2016	549	11	8
2017	111	2	2
2018	126	1	0
2019	215	5	4

Tabla 4.13. Casos de Influenza Estacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría de Salud del Estado de Jalisco.



Gráfica 4.7. Casos de Influenza Estacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría de Salud del Estado de Jalisco.

4.7. Calidad de Agua y su gestión integral

Siguiendo la literatura oficial -como bien indica la Guía de contenidos mínimos para la elaboración de un Atlas de Riesgo, 2016-: “la contaminación, se define como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, producido sobre todo por la actividad de la especie humana”.

Dado que son las actividades humanas las que generan mayor contaminación, se ha interpretado como fuentes de contaminación las actividades agrícolas, pecuarias, industriales, mineras, petroleras, nucleares y de servicios. Diversos procesos dentro de esas actividades maniobran sustancias químicas que al ser mal gestionadas terminan impactando al ambiente, considerado recurrentemente como sumidero, es decir lugar de almacenaje de residuos.

Metodológicamente la identificación de aguas contaminadas implica un acercamiento minucioso a las zonas afectadas. Sin embargo existe una red de monitoreo de calidad del agua implantada a lo largo de la extensión territorial nacional, gestionada por la CONAGUA y derivada a su ventana estadística; Sistema Nacional de Información del Agua (SINA).

En el municipio de Tepatitlán solo se encuentran tres estaciones de monitorio, todas ubicadas en la Presa El Jihuite, pero distribuidas en la cortina, centro y entrada. El sistema de monitorea da cuenta de la calidad del agua, mediante ciertos indicadores, procesados en diferentes tipos de forma de muestreo.

En el caso de la presa evaluada, las muestras son consideradas en lenticos (lagos y presas), con el siguiente procedimiento; se toman dos muestras a lo largo del año, ejecutando un método especifico según el indicar que se quiere leer.

Las dinámicas hídricas en el territorio forman cuencas -la territorialidad del agua-, que son plataformas de la génesis fase terrestre del ciclo hidrológico. Una cuenca se divide básicamente en tres zonas: a) alta o cabecera de cuenca, es la parte de mayor altura sobre el nivel del mar, en condiciones favorables muchas presentan cimas nevadas que deshielan formando las escorrentías primigenias, b) media o zona transcursiva, las depositaciones son menores mientras el transcurrir de los escurrimientos es prioridad y, c) baja o drenaje terminal, el agua sale de la cuenca hacia otra cuenca o se incorpora a un cuerpo de agua. Una idea general de cuenca para su fácil entender, es considerarla como una porción de relieve cortical que soporta toda una ramificación de escurrimientos concentrados (cauces)

y sus aportantes laminares. Se opta por el enfoque cuenca para analizar los siniestros ambientales.

Enfoque Cuenca (EC)

La toma en cuenta de las cuencas hidrográficas resulta ser un acierto en la gobernanza ambiental del territorio y por supuesto para cualquier evaluación de impacto ambiental. La formación de una cuenca resulta ser un proceso ecosistémico que condicionan todos los otros componentes del sistema, al igual que cualquier alteración esto trastoca la formación de la cuenca hidrográfica en alguna medida[25]. Al final se identifica una serie de procesos causa-efecto, conectados hidrológicamente en una unidad territorial dada. Considerando que las plataformas hidrológicas deben concebirse sumando el valor forestal relacionado a la propia configuración de la cuenca, denominada finalmente cuenca hidrológica-forestal[26]. La valoración forestal adquiere mayor importancia según sea la localización de la contaminación generativa.

Como claro ejemplo del interés que viene generando el Enfoque Cuenca (EC), el INECC vía su Dirección de Manejo de Cuencas y Adaptación, publica en 2015 el documento "**Identificación de impactos acumulativos para los ordenamientos ecológicos territoriales**", producción que forma parte de las orientaciones de acciones y programas en el marco de la Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático[27]. La dirección se especializa en realizar diversas investigaciones basadas en priorizar la adaptación al cambio climático. La conectividad eco-hidrológica del territorio identificando zonas prioritarias de servicios hidrológicos en el territorio de regulación y provisión, en definitiva brindar un marco de análisis sujeta a los conceptos y metodologías que promuevan el uso de la cuenca hidrográfica como unidad territorial para el manejo y gestión integral de los

[25] "Las cuencas hidrográficas son unidades territoriales naturales delimitadas por un parteaguas, son espacios geográficos dónde interaccionan procesos ecológicos, geomorfológicos, hidrológicos, sociales y económicos. La interdependencia temporal y espacial de estos procesos determina a dinámica de la cuenca" (González, Machorro, & Cotler, 2015).

[26] Articulo 7 fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.- Cuenca hidrológica-forestal: La unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentra los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuenca y microcuencas.

[27] https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/servicios-ambientales-cuencas-y-adaptacion

recursos naturales. Aportes que se orientan a fortalecer los instrumentos de planeación territorial como los ordenamientos ecológicos y los atlas de riesgo, empero también puede ser usado para la confección de Estudios de Impacto Ambiental, ya que dicho enfoque puede ser utilizado para "analizar el impacto de las actividades antrópicas y para evaluar la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos en el territorio".

El objetivo es reconocer la funcionalidad ecohidrológica del territorio orientado la planificación de las ocupaciones. Desde la práctica de ordenación del territorio la asimilación del EC permite proponer patrones de uso del territorio considerando el agua como recurso común entre los agentes y sectores, de esta manera controlar las externalidades negativas entre los usuarios cuenca arriba y cuenca abajo.

La postura de la presente metodología asumida, muestra los siguientes puntos a favor:

- **La escala de recepción y emisión del impacto o contaminación en base al dinamismo hidrológico:** se presentan las plataformas hidrográficas donde la contaminación evaluada tenga injerencia ambiental (flexibilidad del EC al abordar proyectos de diferente escala geográfica; regional o local). Dado que la demarcación de un ecosistema es compleja porque no existen fronteras determinantes de las interrelaciones o externalidades ecológicas tanto positivas como negativas, es necesario señalar aquellos puntos de impacto no solo locales, en este caso se indican los puntos de drenaje de las diversas plataformas hidrográficas donde potencialmente se acarrean los efluentes emitidos por la actividad industrial, liquido residual de la agricultura o drenaje urbano, transportados por la dinámica fluvial superficial, dando cuenta de la sistematización de los impactos *(teoría general de sistemas).* En este sentido el uso de las escalas geográficas es mostrar "la relación entre el tamaño y la complejidad concreta del fenómeno estudiado y, el tamaño y la complejidad simplificada del fenómeno en el análisis" (Lindón, 2010, pág. 68).

- **La relación funcional-ambiental entre las fuentes de contaminación y las cuenca de emplazamiento:** según sea la zona funcional de la cuenca *(demarcación altitudinal del relieve de la cuenca, dado que funge como soporte, productor y rector de la distribución de la escorrentía)* y el emplazamiento del punto de contaminación, el impacto presentará determinadas características, las zonas funcionales son:

a) **Zona alta:** “el área de colecta o captación, dónde las aguas que se precipitan son captadas, infiltradas y posteriormente, concentradas transformándose en escorrentía” (Garrido, Pérez, & Enríquez, 2010, pág. 14).

   Los impactos en esta zona suelen ser superficiales y de una drástica consecuencia ya que comprometen a todo el sistema hídrico aguas abajo, si los residuos emitidos se integran a la escorrentía estos fluyen juntos pasando a las zonas funcionales media y baja. Usualmente las zonas altas son valoradas como Servicios Ambientales por ser el espacio de formación inicial y almacenaje en formato sólido del recurso agua como pueden ser las cumbres nevadas.

b) **Zona media:** “el área de almacenamiento hídrico, cuya capacidad variará en cantidad y duración dentro del sistema; esta zona es un área de funciones mixtas pues además de almacenar, también desaloja agua cuenca abajo” *(Idem).* Dado que es una zona de transición los residuos integrados a los cauces pueden aquietarse en cuerpos de agua naturales como lagos, o bien seguir transitando aguas abajo.

c) **Zona baja:** “la zona de descarga, de salida o de emisión hídrica de la cuenca, que prácticamente se presentan en forma de escorrentía” *(Idem).* Como las zonas bajas son los puntos de comunicación con otra unidad o de su desahogo definitivo en el océano o algún cuerpo de agua, el impacto en estas zonas desata un encadenamiento de contaminación potenciado por la salida continuada de la escorrentía.

En definitiva la identificación de estas zonas es de gran importancia si se busca mantener un adecuado funcionamiento ecohidrológico de una cuenca (Garrido, Pérez, & Enríquez, 2010), al igual que indica la dirección de los flujos laminares concentrados *(cauces, ríos y arroyos*) y los desconcentrados mantos hídricos efímeros provocados por la precipitación.

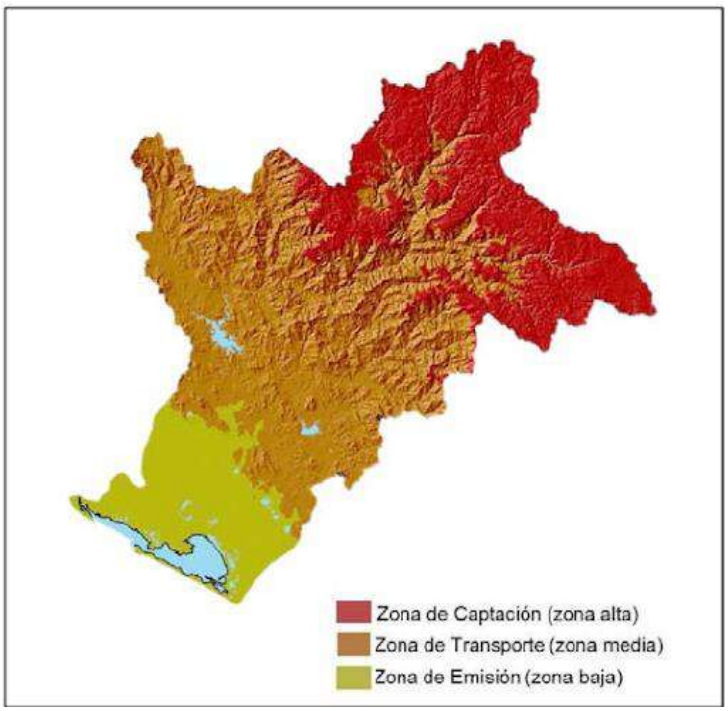


Figura 4.10. Representación de las zonas funcionales de una cuenca.

Fuente: "Identificación de impactos acumulativos para los ordenamientos ecológicos territoriales", *(INECC).*

- **Delimitación escalada del ecosistema y su correlación espacial con los puntos de emanación:** para la identificación del área de influencia de una contaminación es importante detallar la metodología ejecutada, esto en búsqueda de no solo determinarla de forma arbitraria. El entendido de referir al ecosistema como una propuesta escalada según se reconozca las diferentes plataformas hidrográficas que se anidad y componen unas con otras *(dentro de la región hidrológica se anidad las subregiones y dentro de estas las cuencas, y dentro de estas últimas, unidades menores como subcuencas)* responde a una lectura completa de una sistemática conexión hidrológica.
- **La relevancia ambiental del agua para diagnosticar y resolver los desequilibrios ambientales:** ante las diferentes alteraciones al recurso líquido en términos de distribución, calidad o escasez, que son externalidades negativas en muchos casos, existen diferente estudios que tratan de evaluar el recuso en movimiento (entradas y salidas dentro de un sistema ambiental), en relación a la presión por el recurso por parte de los distintos sectores. Estudios como el balance hídrico, la revisión de los volúmenes concesionados relacionados a los volúmenes

anuales de extracción y el estado de los acuíferos, nos indican la escases o distribución del tan cotizado recurso.

Complementariamente, en términos de identificar las alteraciones a la calidad, los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental son un claro referente. Todos estos estudios implican un grado de certeza científica para poder dar respuestas claras, es por ello que se reconoce a nivel internacional “el principio precautorio” con el fin de poder impedir vía ejecuciones el avance del deterioro ambiental por la falta de la certeza científica absoluta en dichos estudios.

Partiendo de la oficialidad de las fuentes con respecto al reconocimiento de las plataformas hidrográficas, se reconocen estas íntegramente realizando el menor ajuste posible[28]. Por el contrario teniendo toda la libertad de confeccionar las plataformas hidrográficas que la oficialidad no reconoce por su nivel de escala, anidadas dentro de las oficiales. Se reconoce por lo tanto las siguientes fuentes:

1. **Regiones Hidrológicas:** la primera división de las cuencas en la república mexicana, el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas *(SIATL)* en co-respaldo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía *(INEGI)* elaboraron los insumos cartográficos correspondiente a la hidrografía nacional a escala 1:50 000[29].
2. **Subregiones Hidrológicas:** es el recorte interior de las regiones hidrológicas. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad *(CONABIO)* en colaboración con la Comisión Nacional del Agua *(CONAGUA)* publicaron en el 2007 estas subregiones cubriendo la nación a una escala de 1:250 000[30].
3. **Cuenca:** es la plataforma más reconocida debido a su extensión más acotada, su fuente correspondiente es el SIATL.
4. **Subcuenca:** la división interior de la cuenca lleva el nombre de subcuenca, teniendo como fuente SIATL.

[28] El único ajuste realizado a las plataformas de fuentes oficiales es el empate de los parteaguas las microcuencas (FIRCO) a las delimitaciones de las subcuencas (SIATL) en todo caso.

[29] Mayores detalles vease: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

[30] Mayores detalles vease: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

5. **Microcuenca:** es la división más acorde a los estudios que puntualizan la gestión integral del agua, en México el Fideicomiso de Riesgo Compartido *(FIRCO)* puso en marcha en el año 2002 el Programa Nacional de Microcuencas (PNM)[31], lo que implicó la confección de estas unidades con cobertura para toda la república desde un punto de vista de la gestión del recurso.

Hasta aquí las diversas legislaciones y programas mexicanos reconocen explícitamente y conceptualmente la existencia de las unidades; cuencas, subcuenca y microcuenca. Sin embargo para la realización de un acotamiento más específico del ecosistema en relación a las fuentes de contaminación, se lleva a cabo la confección de plataformas anidadas dentro de las microcuencas, como son las nanocuencas y picocuencas (en algunos caso submicrocuenca, unidad consecutiva a la división interior de una microcueca). Su delimitación al ser definida con insumos de mayor detalle como modelos de elevación del terreno, no necesariamente comparten el parteaguas con las microcuencas oficiales FIRCO.

- **El dinamismo alterado por el condicionante cambio climático:** los Estudios de Impacto Ambiental y los Atlas de Riesgo toman hoy mayor relevancia debido a las condiciones ambientales trastocadas producto del cambio climático. Por ello abordar un estudio desde el Enfoque Cuenca es pertinente al identificar que los impactos producidos pueden causar mayores repercusiones a los ecosistemas vulnerables.

[31] Mayores detalles véase: https://agua.org.mx/biblioteca/programa-nacional-de-microcuencas-una-estrategia-de-desarrollo-integral/

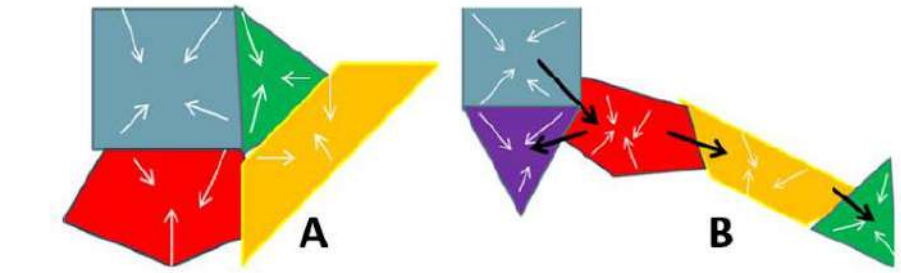


Figura 4.11. Esquema explicativo de la conectividad eco-hidrológica del ecosistema.

Fuente: "Identificación de impactos acumulativos para los ordenamientos ecológicos territoriales", (INECC).

4.7.1 Coliformes Fecales (CF)

En este apartado se muestra el indicador de Coliformes Fecales, para su mayor desarrollo se muestran extractos de párrafos tomados de la ficha técnica de evalución de dicho indicador, indicando su enunciado y pasos de proceso;

. Enunciado: las coliformes fecales están presentes en los intestinos de organismos de sangre caliente (incluido al ser humano) y son excretadas en sus heces fecales. Se distinguen por ser bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram positivas, no esporuladas, de forma de bacilo corto, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 horas a 35 °C. Por asociación son indicadores de la presencia de aguas residuales. Este parámetro se utiliza internacionalmente partiendo de la premisa de que su ausencia en el agua es un indicador de que otros organismos patógenos al hombre también están ausentes.

. Pasos del proceso: El método empleado para determinar los CF se especifica en la norma NMX-AA-042-1987. El método se basa en la inoculación de alícuotas de la muestra, diluida o sin diluir, en una serie de tubos de un medio de cultivo líquido que contiene lactosa. Los tubos se examinan a las 24 y 48 horas de incubación ya sea a 35 ó 37°C. Cada uno de los tubos que muestran turbidez con producción de gas se resiembra en un medio confirmativo más selectivo. Se lleva a cabo la incubación de estos medios confirmativos hasta por 48 horas a 44°C para la detección de organismos coliformes termotolerantes. Mediante tablas estadísticas, se lleva a cabo el cálculo del número más probable (NMP) de organismos coliformes termotolerantes que pueda estar presente en 100 ml de muestra, a partir de los números de los tubos que dan resultados confirmativos positivos. Finalmente

para cada sitio de medición se calcula el promedio de las muestras analizadas. Para cada cobertura geográfica sobre su distribución, se establece el número de sitios totales en los que se midió el indicador CF y el número de sitios que presenta una calidad excelente, buena calidad, aceptable, contaminada y fuertemente contaminada. Para cada tipo de calidad se determina su porcentaje. Su clasificación es la siguiente: CF 10000 fuertemente contaminada. Las CF se miden en NMP/100 ml y su calidad en porcentaje.

Municipio	Tipo	Nombre de sitio	Coliformes Fecales (NMP 100/ml)						
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tepatitlan de Morelos	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Cortina	20	409	783	505	232	109	75
	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Centro	20	781	315	274	486	98	187
	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Entrada	20	20	243	530	134	109	299

Tabla 4.14. Evolución cuantitativa del indicador CF 2012-2018.

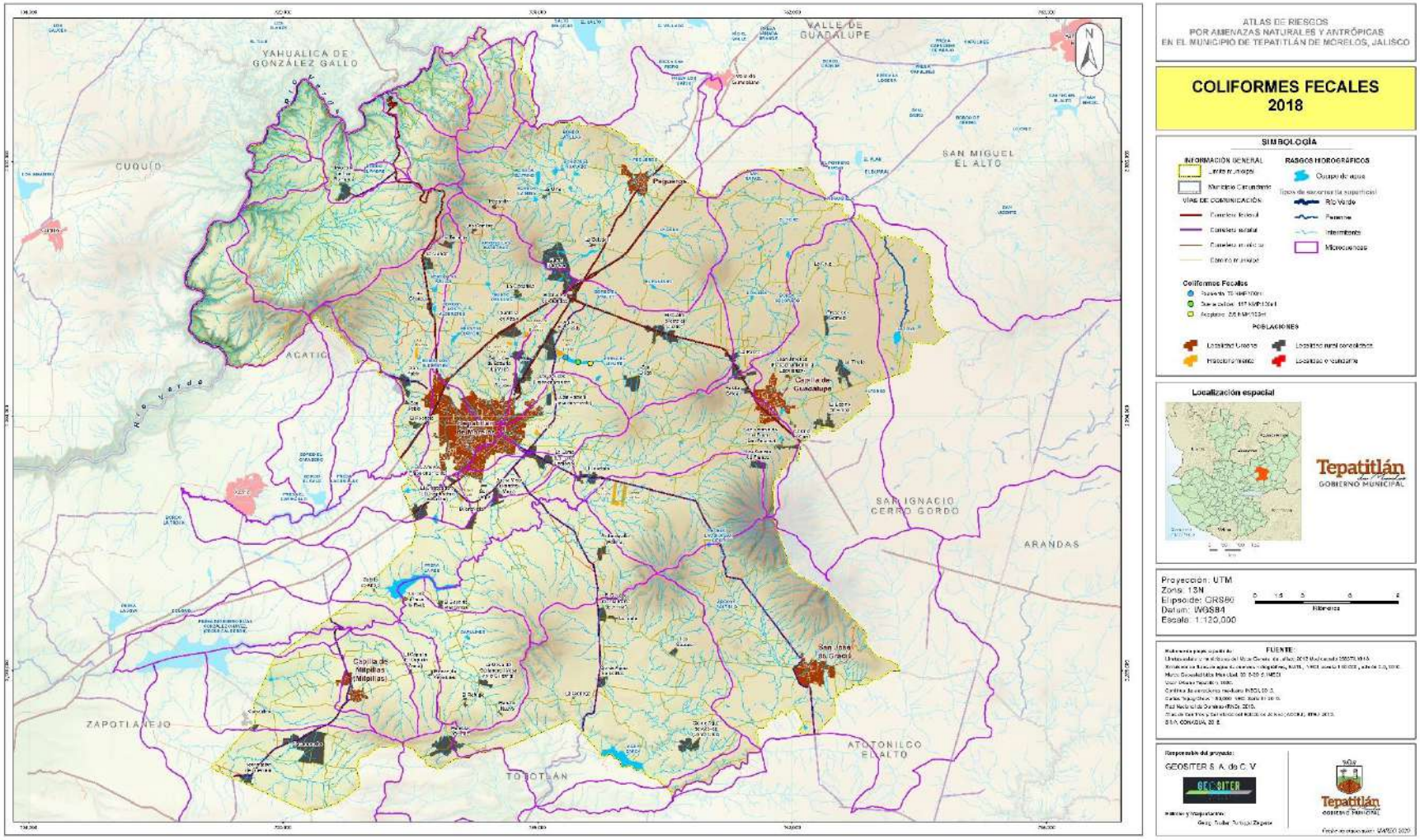
Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), CONAGUA.

Municipio	Tipo	Nombre de sitio	Calidad (Coliformes Fecales)						
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tepatitlán de Morelos	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Cortina	Excelente	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Buena calidad	Excelente
	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Centro	Excelente	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Excelente	Buena calidad
	Léntico (Humedal)	Presa El Jihuite Entrada	Excelente	Excelente	Aceptable	Aceptable	Buena calidad	Buena calidad	Aceptable

Tabla 4.15. Evolución cualitativa del indicador CF 2012-2018.

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), CONAGUA.

Los resultados para este indicador para Tepatitlán aunque no exista una mayor representación más que solo en la presa principal El Jihuite, es positiva, ya que a lo largo de los años de evaluación la clasificación entre los tres punto de monitoreo se ha mantenido en; excelente, vuela calidad y aceptable, como muestra el mapa de Coliformes Fecales 2018 como última toma de muestras.



Mapa 4.1. Coliformes Fecales 2018.

Fuente: SINA 2018.

Impacto contaminante del vertedero San Bartolo desde el Enfoque Cuenca

El crecimiento exponencial demográfico, urbano e industrial de Tepatitlán, traen consigo de forma emparejada volúmenes de desechos que ameritan ser tratados. Sin embargo la generación cotidiana y constante de basura satura la capacidad de gestión de la misma.

El vertedero San Bartolo ubicado en la delegación de Mezcala es sin duda el foco de contaminación más preocupante en el municipio. Presenta una insuficiencia ya registrada años atrás, la contaminación se acumulada y no solo se manifiesta en las inmediaciones, sino transita en confluencia con las escorrentías naturales.

El punto de vista Enfoque Cuenca (EC) permite captar la contaminación movilizada por las dinámicas hidroecologicas que acarrean sedimentos y efluentes, como las lixiviaciones y partículas contaminantes.

El acercamiento al vertedero implicó un vuelo fotogramétrico para detallar su configuración. La morfología del vertedero se soporta sobre un morro o montículo natural de dimensiones considerables. El tratamiento físico requiere de un despliegue de fuerzas que distribuyan la basura laminarmente, creando así terrazas de acumulación, figurando una estratificación geológica expuesta.

Básicamente la configuración del vertedero dicta de: una casa de monitoreo, desnivel de terrazas, áreas de remoción de tierra, cinturón de basura arrastrada, zona de concentración de lixiviados y a cumbre de desechos. Se contrastó con diferentes imágenes satelitales la evolución erosiva del vertedero, pudiendo distinguir un incremento aparente, no preciso dado la estacionalidad climática y el consecuente cambio de la carga de vegetación, evitando reconocer límites estables.

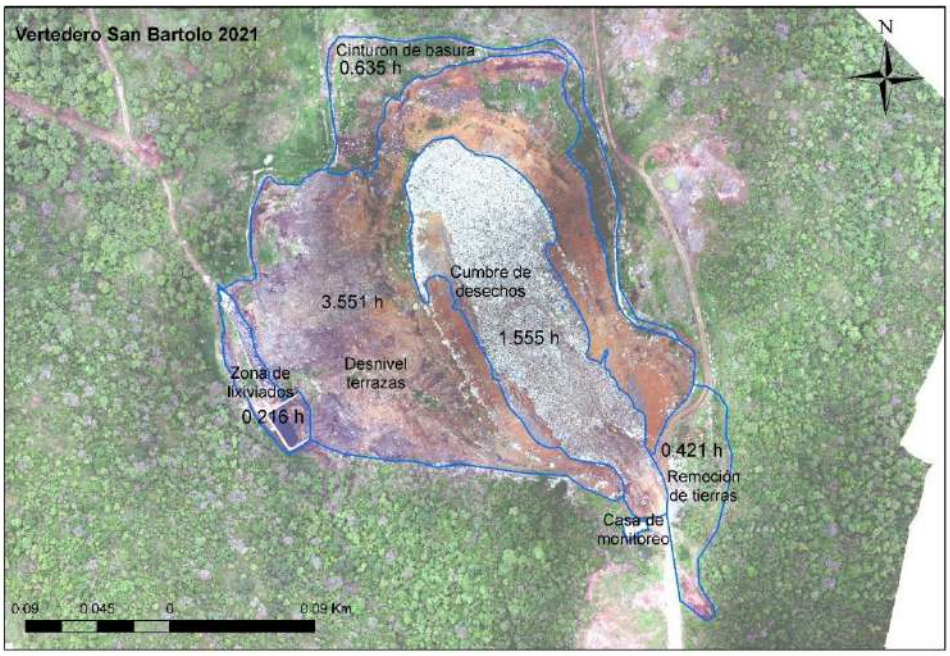


Figura 4.12. Vertedero San Bartolo, Mezcala 2021.

Fuente: Captura propia.

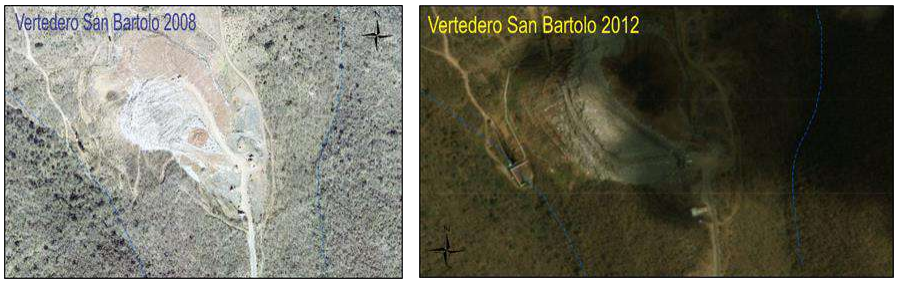


Figura 4.13. Evolución superficial del vertedero.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4.1. La recolección insuficiente de la inmensa basura

Fuente: Captura propia.

Fotografía 4.2. Movilización mecánica de la basura

Fuente: Captura propia.

Fotografía 4.3. Vista de la cumbre de basura.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 4.4. Vista panorámica del contraste ambiental

Fuente: Captura propia.

El Enfoque Cuenca aplicado arroja en dos instancias de análisis los siguientes resultados:

a) Microcuenca Las Palomas: el vertedero se ubica en una zona funcional media, con una dirección de drenaje hacia el Río Verde. En las partes baja de la microcuenca muy pegado al punto de salida definitivo se ubican balnearios que reportan el paso de aguas residuales mermando el atractivo ambiental.

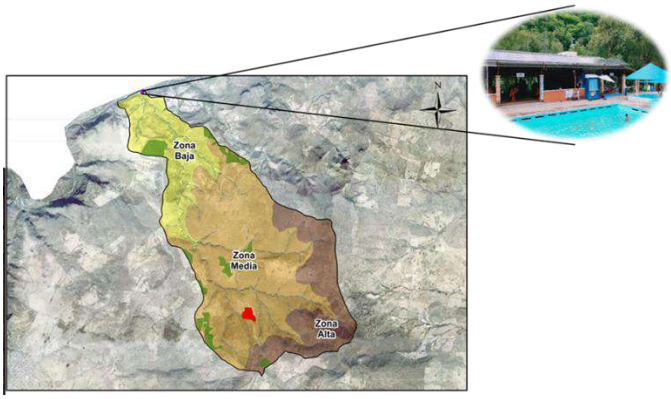


Figura 4.14. Microcuenca Las Palomas.

Fuente: Elaboración propia.

b) Cuenca baja Río Verde Grande: al salir la escorrentía contaminada de la microcuenca Las Palomas, esta se integra al cauce principal Río Verde. La dirección eje del flujo es diagonal hacia el suroeste, terminando en la confluencia con el río Santiago. Antes se consideran dos referencias a contemplar para el análisis. El Área Natural Protegida barranca del Río Verde y el punto de medición del SINA ubicado en dicha área. El registro del semáforo ambiental es amarillo señal de la carga de contaminantes regular que altera el ambiente. En conclusión el vertedero San Bartolo suma en la contaminación de la barranca.

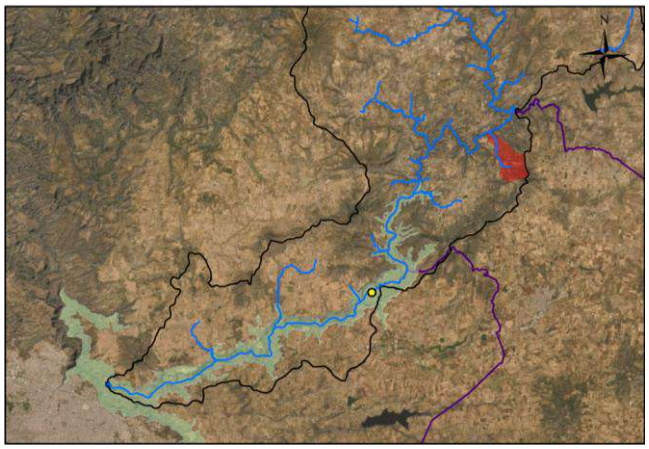


Figura 4.15. Contaminación del ANP.

Fuente: Elaboración propia.

Otra locación de análisis con EC

Otro punto de interés ambiental es halla en las periferias expandidas de la localidad de Capilla de Guadalupe. Las colonias de constitución joven carecen de ingeniería de descarga sanitaria y pluvial. Un caso en concreto corresponde a la colonia San Francisco, que vierte sus aguas servidas al arroyo conocido como El Cinco. Aplicando el Enfoque Cuenca se dimensiona realmente el impacto ambiental que viaja aguas abajo degradando la calidad ecológica a su paso. Este fenómeno es señal del transcurrir hídrico que supera designaciones políticas el territorio; el vecino dañado por una externalidad negativa.

Figura 4.16. Aplicación del EC a problemática detectada en las afueras de Capilla de Guadalupe.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4.5. Arroyo El Cinco contaminado.

Fuente: Captura propia.

4.8. Susceptibilidad a Incendios

Por su naturaleza, frecuencia de ocurrencia y la magnitud de los daños que potencialmente pueden ocasionar, el estudio y mitigación de los incendios forestales es un tema de gran interés tanto a nivel de ordenación territorial como de gestión de políticas públicas y concientización de la población; no obstante, el fenómeno presenta ciertas ambigüedades en su categorización a nivel conceptual, dificultando su inclusión integral en estudios de corte medioambiental y de ordenamiento territorial.

CENAPRED (2006) categoriza a los incendios dentro de los fenómenos químico-tecnológicos, aunque este contexto los refiere más bien en el ámbito de incendios de origen industrial debido al transporte, desecho o mal uso de sustancias flamables empleadas por ciertos giros de industrias. Sin embargo, es posible conceptualizarlos como fenómenos ecológico-sanitarios, especialmente en el contexto de un Ordenamiento Ecológico; debido primordialmente a las afectaciones en los recursos medioambientales que éstos generan, así como a la relación hombre-naturaleza de su génesis, ya que la mayoría de estos fenómenos son desencadenados por acciones antrópicas, sean deliberadas o por descuido.

Debido a la importancia del fenómeno, se decanta la necesidad de generar un modelo de susceptibilidad a la ocurrencia de los incendios forestales. Para ello, además de los mencionados incendios históricos, se consideraron variables que han sido referidas por otros autores como Chuvieco y Congalton (1989); Flores (2009); Pratt (s/f); y Van Wagner (1988) para construir parámetros de susceptibilidad a incendios forestales, tales como la pendiente, la orientación de la pendiente, la proximidad a caminos y carreteras, o las coberturas del suelo; así como otras que no se encontraron en la bibliografía consultada, como los referidos incendios históricos. Se estableció el porcentaje de influencia de cada uno de acuerdo a la estimación de cuánto aporta cada variable de acuerdo a la metodología consultada y a consideraciones técnicas propias, teniendo la siguiente ponderación:

Variable	Peso (%)
Superficie afectada (SEMADET y AERJ)	25
Cobertura del suelo	20
Orientaciones más susceptibles de acuerdo a los vientos dominantes	10
Pendiente	15
NDVI	25
Proximidad a caminos y carreteras	5
Total	**100**

Tabla 4.16. Variables y Porcentaje de importancia de cada una para el modelo de susceptibilidad a incendios.

Fuente: Elaboración propia.

Todas las variables debieron ser convertidas a una clasificación de 5 estratos con el fin de ser compatibles entre sí y poder cruzarlas para generar el modelo ponderado; donde 1 es el valor menos susceptible a sufrir un incendio, y 5 representa una alta susceptibilidad a la presencia del fenómeno. De tal forma, para la variable de superficie afectada, se sumaron todos los incendios que afectaron un espacio determinado en el periodo considerado.

Los incendios registrados en el municipio se adquirieron de diversas fuentes tales como son SEMADET (2014-2017), CONAFOR (2016-2018) y el Atlas Estatal de Riesgos del estado de Jalisco (2006), así como los reportes de la Unidad de Protección Civil municipal (1995-2019) e capas de información provistas por el IMPLAN municipal (2018).

Debido a la geometría puntual o lineal de algunos de estos registros, fue preciso generar una abstracción que, de manera uniforme, mostrara el área de afectación de un evento de incendio. Para ello, se tomaron como referencia las capas poligonales, mismas que por su geometría, sí cuentan con un área determinada; se promediaron los valores de superficie afectada y se tomó este dato como el área base o tipo para calcular la superficie de los registros carentes del mismo. Mediante la fórmula para el área de un círculo se calculó de manera abstracta la superficie afectada, sustituyendo el valor encontrado en el dato de área. Para poder proyectar tal dato, se usó la herramienta de Buffer, para lo cual fue preciso alimentarla con el valor del radio, quedando una circunferencia a partir del punto o línea de incidencia registrada.

Así: $A=\pi r^2$

Despejando: $\sqrt{A/\pi}=r$

En lo concerniente a la cobertura del suelo, se tomaron las categorías planteadas en el apartado de Uso de Suelo, pero agrupando algunas, para tener las clases jerarquizadas de acuerdo a su propensión a generar incendios y a que éstos se expandan, ello de acuerdo a sus características intrínsecas como material potencial de combustible para las llamas y densidad o distribución de elementos flamables, quedando la ponderación de la siguiente manera:

Uso de Suelo y Vegetación	
Cobertura de Suelo	**Ponderación**
Agricultura Intensiva	2
Agricultura Cíclica	2
Matorral	3
Selva Baja Caducifolia	5
Bosque de Táscate	5
Bosque de Pino y Encino	5
Vegetación Secundaria	4
Pastizal	3
Zona Urbana	0
Cuerpo de Agua	0

Tabla 4.17. Categorías y ponderación de Uso de Suelo y Vegetación para el modelo de Susceptibilidad a Incendios.

Fuente: Elaboración propia a partir de cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI INEGI (2012).

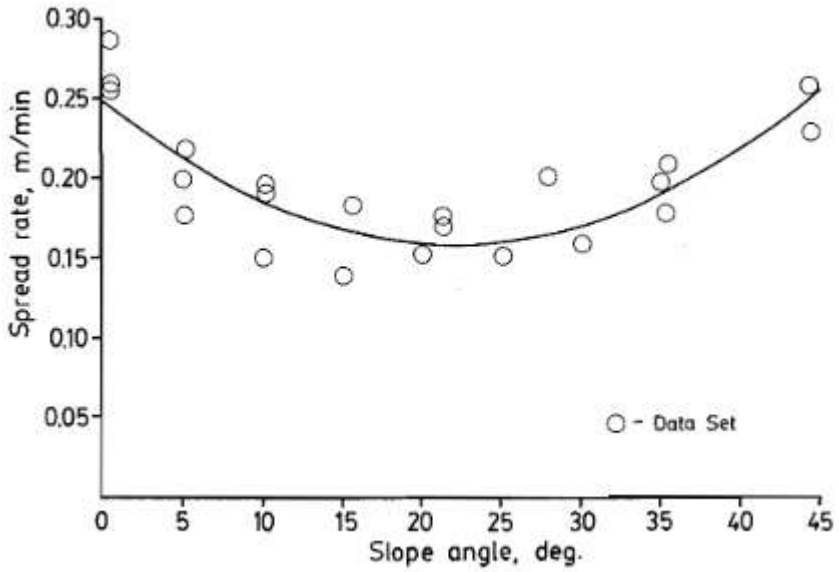
La variable de las orientaciones de la pendiente más susceptibles de acuerdo a los vientos dominantes se consideró como factor decisivo en la susceptibilidad a incendios forestales gracias al trabajo de Chuvieco y Congalton (1989). La dirección de los vientos dominantes en la región, de acuerdo a los datos meteorológicos de las estaciones de CONAGUA; arrojan las orientaciones más susceptibles a propagar un incendio, tal como se lista en el siguiente Cuadro; esto, aunado al modelo presentado en el subcapítulo Orientación de la Pendiente, permite generar una variable ponderada para nutrir el modelo de susceptibilidad de incendios:

Orientación de la Pendiente		
Orientación	**Grados Azimutales**	**Ponderación**
Plano	-1	0
N	0 - 11.25 ; 348.75 - 360	0
NNE	11.25 - 33.75	0
NE	33.75 - 56.25	1
ENE	56.25 - 78.75	2
E	78.75 -101.25	1
ESE	101.25 - 123.75	0
SE	123.75 - 146.25	0
SSE	146.25 - 168.75	1
S	168.75 - 191.25	2
SSW	191.25 - 213.75	2
SW	213.75 - 236.25	4
WSW	236.25 - 258.75	5
W	258.75 - 281.25	3
WNW	281.25 -303.75	0
NW	303.75 - 326.25	0
NNW	326.25 - 348.75	0

Tabla 4.18. Categorías y ponderación de la Orientación de la Pendiente para el modelo de Susceptibilidad a Incendios.

Fuente: Elaboración propia.

La pendiente es referida por prácticamente todos los autores que tratan el tema, como un aspecto fundamental en la rapidez de dispersión de un incendio. Algunos de ellos, consideran que mientras más se incremente el grado de pendiente, mayor será la velocidad de propagación del fuego; trabajos como el de Van Wagner (1988), han refutado tal axioma al establecer, mediante meticuloso trabajo de campo la siguiente curva de correlación de grados de pendiente con velocidad de propagación en metros por minuto:



Gráfica 4.8. Curva parabólica de velocidad de propagación del incendio.

Fuente: Van Wagner (1988).

Existe claramente una disminución en la velocidad conforme la pendiente se incrementa hasta llegar a los 22°. A partir de este umbral, el valor de propagación continúa aumentando hasta superar el que tenía incluso en suelo plano, tal efecto ocurre hasta alcanzar los 45°, donde los experimentos sugieren que las flamas presentan dificultades para extenderse debido primordialmente a la falta de suelo en superficies superiores a esta inclinación, la carencia de suelo consolidado se traduce en muy poca o nula cobertura vegetal, lo cual genera una barrera para la propagación del fuego. Considerado todo esto, la correspondiente ponderación de la variable de la pendiente se presenta en la Tabla 4.19.

Pendiente	
Valor en °	**Ponderación**
0 - 10	4
10 - 15	3
15 - 25	2
25 - 30	3
30 - 40	4
40 - 45	5
> 45	1

Tabla 4.19. Categorías y ponderación de la Pendiente para el modelo de Susceptibilidad a Incendios.

Fuente: Elaboración propia con base en parámetros de Van Wagner (1988).

El NDVI (índice de densidad de vegetación normalizado) es un índice que mide la presencia de vegetación a partir de los niveles digitales captados por un sensor remoto durante un momento determinado. Este indicador genera valores entre -1,0 y 1,0 que básicamente representan el verdor, donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve, y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo. Los valores muy bajos de NDVI (por debajo de 0,1) corresponden a áreas yermas de rocas, arena o nieve. Los valores moderados representan terrenos con arbustos y prados (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

Para el cálculo del NDVI, la fórmula es la siguiente:

NDVI=((IRC-Rojo))/((IRC+Rojo))

Donde IRC: Banda del Infrarrojo Cercano

Rojo: Banda del Rojo

Se empleó un mosaico de imágenes del sensor Sentinel-2 constituido por 4 imágenes tomadas el 18 de mayo de 2019, y que entre ellas, cubren la totalidad del área de estudio. Estas imágenes cuentan con un tamaño de pixel de 10 metros y se componen de las 3 bandas del espectro visible y la del infrarrojo cercano. Se consideró este momento temporal debido a que se trata de una temporalidad de la época de estiaje, durante el cual se presentan más incendios, además de tener el nivel de vegetación representativo de la mayor susceptibilidad a estos fenómenos; por lo tanto se consideró esta fecha suficientemente significativa para representar la época de mayor presencia de incendios. Aunado a lo anterior, la imagen muestra muy poca nubosidad, incrementando la certeza de los niveles digitales de sus pixeles a nivel de la superficie.

Ésta es la variable que se consideró aportaba más a explicar la susceptibilidad de ocurrencia de un incendio forestal, ya que el NDVI es la mejor representación de la presencia o ausencia del combustible principal de un evento de esta naturaleza. Al igual que en los demás insumos listados previamente para la creación del modelo, se realizó su ponderación en 5 categorías:

NDVI		
Presencia forestal	**Valor**	**Ponderación**
Vegetación muy densa y verde	0.8 a 1.0	2
Vegetación sana densa	0.5 a 0.8	5
Vegetación poco sana densa	0.3 a 0.5	4
Vegetación no sana o dispersa	0.1 a 0.3	3
Poca o nula vegetación	0.1 a -1.0	1

Tabla 4.20. Categorías y ponderación del NDVI para el modelo de Susceptibilidad a Incendios.

Fuente: Elaboración propia.

Se optó por considerar con bajo nivel de ponderación a los valores superiores a 0.8, ya que además de ser muy escasos (es muy poco común encontrarlos en condiciones naturales, al requerir un nivel de verdor que ni siquiera zonas como los campos de golf pueden alcanzar), se razonó que los espacios que estuvieran por encima de este umbral, poseen una cierta resistencia a la rápida propagación flamígera gracias a que su elevada reflexión de verdor pudiera significar alta presencia de humedad.

Por último, la actividad humana como catalizador de los incendios se consideró en la forma de la proximidad a los caminos y carreteras; donde éstas, al fomentar el tránsito de personas se consideran como un área más susceptible a la presencia de incendios. Así, de acuerdo a lo establecido por Chuvieco y Congalton (1989), se utilizaron los siguientes parámetros:

Cercanía a Caminos y Carreteras	
	Ponderación
Buffer de 150 m para caminos	5
Buffer de 50 m para carreteras	5
Fuera del Buffer	0

Tabla 4.21. Categorías y ponderación de los Caminos y Carreteras para el modelo de Susceptibilidad a Incendios.

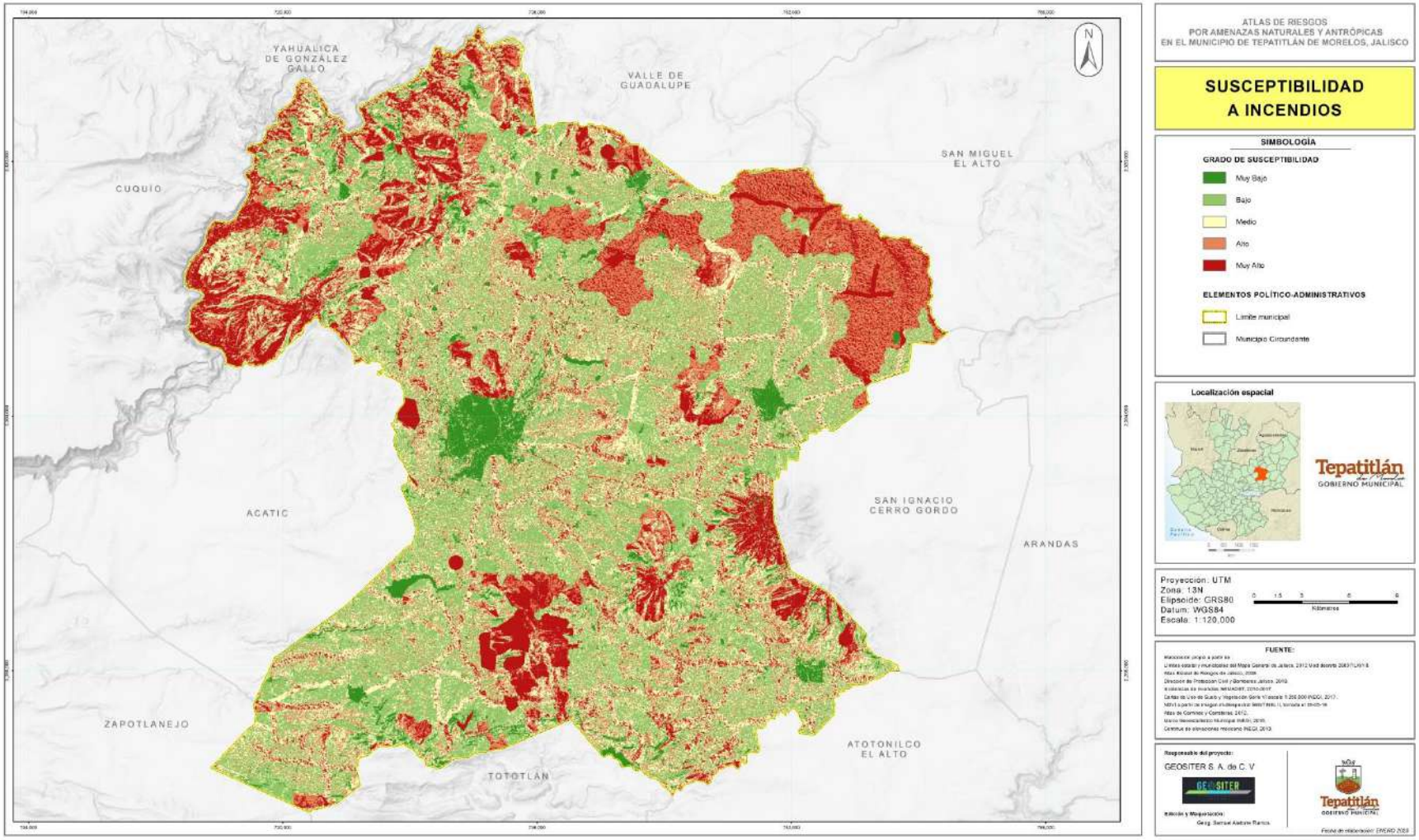
Fuente: Elaboración propia a partir de Chuvieco y Congalton (1989).

En el mismo artículo, se menciona su dicotomía al servir éstas como barreras o supresores de la propagación del fuego; sin embargo, tal función queda anulada al considerar lo mencionado anteriormente; al contener la geometría o trazo de la carretera el búfer, la barrera queda anulada ya que el polígono de susceptibilidad le rodea por doquier, por lo que la única área realmente libre de fuego sería el trazo de la carretera en sí.

Se considera un buffer mayor para las terracerías y caminos, a pesar de su jerarquía inferior como vías de comunicación, ya que en estos elementos la actividad antrópica tiende a ser más que solamente de tránsito, pudiendo por su naturaleza, acaparar actividades de convivencia, o al transitar vehículos de forma más lenta, se incrementa la posibilidad de un siniestro de esta índole por simple cercanía humana.

Computada toda la información, se procedió a ejecutar el modelo, cuyo resultado se presenta en el Mapa 8. Gracias a la ponderación de los insumos en 5 clases, se obtuvieron el mismo número de categorías en el producto final, que traducidas a una escala cualitativa se pueden clasificar desde susceptibilidad muy baja hasta muy alta.

Resaltan en rojo las zonas de susceptibilidad Alta y Muy Alta, encontrando su mayor concentración en zonas con vegetación primaria y secundaria, y en áreas donde se han registrado eventos de incendios recientes, contrastando con las zonas urbanas y cuerpos de agua, cuya baja propensión a presentar estos fenómenos se muestra en color verde. Este modelo, permite dar una lectura integral del fenómeno al cubrir el territorio en 5 clases cualitativas que califican mediante un enfoque multivariable, la propensión de una superficie determinada a presentar un incendio forestal; consiguiéndose así una perspectiva prospectiva de las incidencias, lo cual permitirá establecer normativas y brigadas de protección en las zonas de susceptibilidad alta, observando las áreas de susceptibilidad media como de amortiguamiento, no tan críticas, pero propensas a presentar estos eventos y, por consecuencia, sujetas a observación y monitoreo periódico.



Mapa 4.2. Susceptibilidad a incendios.

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Erosión Potencial

Entendida como la susceptibilidad de una superficie a erosionarse a partir de sus condiciones en un sistema estático, es decir sin considerar fluctuaciones estacionales que cambian de manera notable las características de la superficie de una temporada a otra, como puede ser la época de estiaje que remueve buena parte de la cobertura arbustiva y de pastos de la capa superficial del suelo, fomentando su degradación estructural, transporte y sedimentación pendiente abajo.

De tal manera, las variables consideradas para la determinación de la erosión potencial son de corte natural y estacionario; sin embargo, en el presente caso, se añadieron algunas contingencias de corte reciente que, si bien son de dimensiones relativamente pequeñas, potencian enormemente las condiciones erosivas actuales del municipio. A pesar de parecer contradictorias con el concepto estático-natural, éstas se introdujeron al modelo debido a su gran importancia en el cambio de las condiciones de degradación de la capa superficial en las zonas donde se localizan y a que la fuente de la que se tomaron se consideró altamente fidedigna, actualizada y oficial.

Es así como, para la elaboración del modelo de erosión potencial, se tomaron las capas de contingencias por incendio e inundación, así como los bancos de material registrados; la fuente de estas capas es el Atlas Estatal de Riesgos de Jalisco (2006), SEMADET (2014-2017), CONAFOR (2016-2018), además de las cartas topográficas INEGI Serie III escala 1:50000 para los bancos de extracción de material. Aunado a estas variables, se empleó el modelo de precipitación promedio anual, el raster de grados de pendiente y la cobertura de suelo tomada de la Serie VI Edición 2017 de las cartas de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI escala 1:250000, las categorías que estas cartas exponen fueron agrupadas y ponderadas de acuerdo su propensión a erosionarse, se tienen, de acuerdo a las características de cada tipo de cobertura, los siguientes niveles de jerarquización, donde el valor más alto tendrá más peso durante el modelado, representando un terreno más susceptible a erosión:

Uso de Suelo y Vegetación	
Cobertura de Suelo	**Ponderación**
Agricultura Intensiva	7
Agricultura Cíclica	6
Matorral	5
Selva Baja Caducifolia	4
Bosque de Táscate	4
Bosque de Pino y Encino	3
Pastizal	2
Zona Urbana	0
Cuerpo de Agua	0

Tabla 4.22. Categorías y valores de ponderación de erosión para el Uso de Suelo y Vegetación.

Fuente: Elaboración propia a partir de cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI INEGI (2012).

Por su parte, una vez obtenido el modelo de pendiente del terreno (dado en grados de inclinación), se llevó a cabo la reclasificación de los valores originales, tomando como guía la propuesta realizada por Palacio-Priento (1983), Van Zuidam (1986) y Lugo-Hubp (1988), citados en Aceves, Legorreta y Álvarez (2014). A continuación se mencionan los rangos de pendiente y su clasificación:

Pendiente	
Valor	**Rango**
1	0° - 1.5°
2	1.51° - 3°
3	3.01° - 6°
4	6.01° - 12°
5	12.01° - 20°
6	20.01° - 45
7	> 45°

Tabla 4.23. Categorías y valores de ponderación de erosión para la Pendiente.

Fuente: Elaboración propia.

Se entiende, por tanto, que la pendiente será directamente proporcional a la susceptibilidad de tal superficie a sufrir procesos erosivos.

Para el modelo de precipitación media anual se tomaron los datos de las series históricas de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS) del Servicio Meteorológico Nacional y CONAGUA de las estaciones que caen dentro del área de estudio y zonas circundantes, la temporalidad, de acuerdo al portal de las dependencias

mencionadas es de 1951-2010. Para la categorización en 10 clases, se empleó el algoritmo Equal Interval que, como su nombre indica, divide el universo de datos en intervalos homogéneos.

Precipitación	
Valor	**Rango de mm precipitados**
1	655.445 - 679.765
2	679.766 - 704.084
3	704.085 - 728.404
4	728.405 - 752.724
5	752.725 - 777.043
6	777.044 - 801.363
7	801.364 - 825.682
8	825.683 - 850.002
9	850.003 - 874.322
10	874.323 - 898.641

Tabla 4.24. Categorías y valores de ponderación de erosión para la Precipitación Media Anual

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se tomó la variable edafológica para denotar la influencia de los tipos de suelos más susceptibles a erosionarse. Al igual que los demás insumos, se ponderó de manera cuantitativa cada clase:

Tipo de suelo	Nivel de erosión
Feozem	3
Planosol	1
Luvisol	1
Litosol	5
Cambisol	4
Vertisol	4
Fluvisol	1
Regosol	4
Rendzina	3
Xerosol	4

Tabla 4.25. Categorías y valores de ponderación de erosión para los tipos de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Así, cada una de las capas se clasificó para que cada pixel tuviera un valor numérico que aportase a la ponderación final, cruzando las variables mediante el empleo del Álgebra de Mapas.

Se produjo a partir de lo anterior, el resultado expuesto en el Mapa 5.3, el cual se categorizó en 7 clases cualitativas para una lectura más práctica:

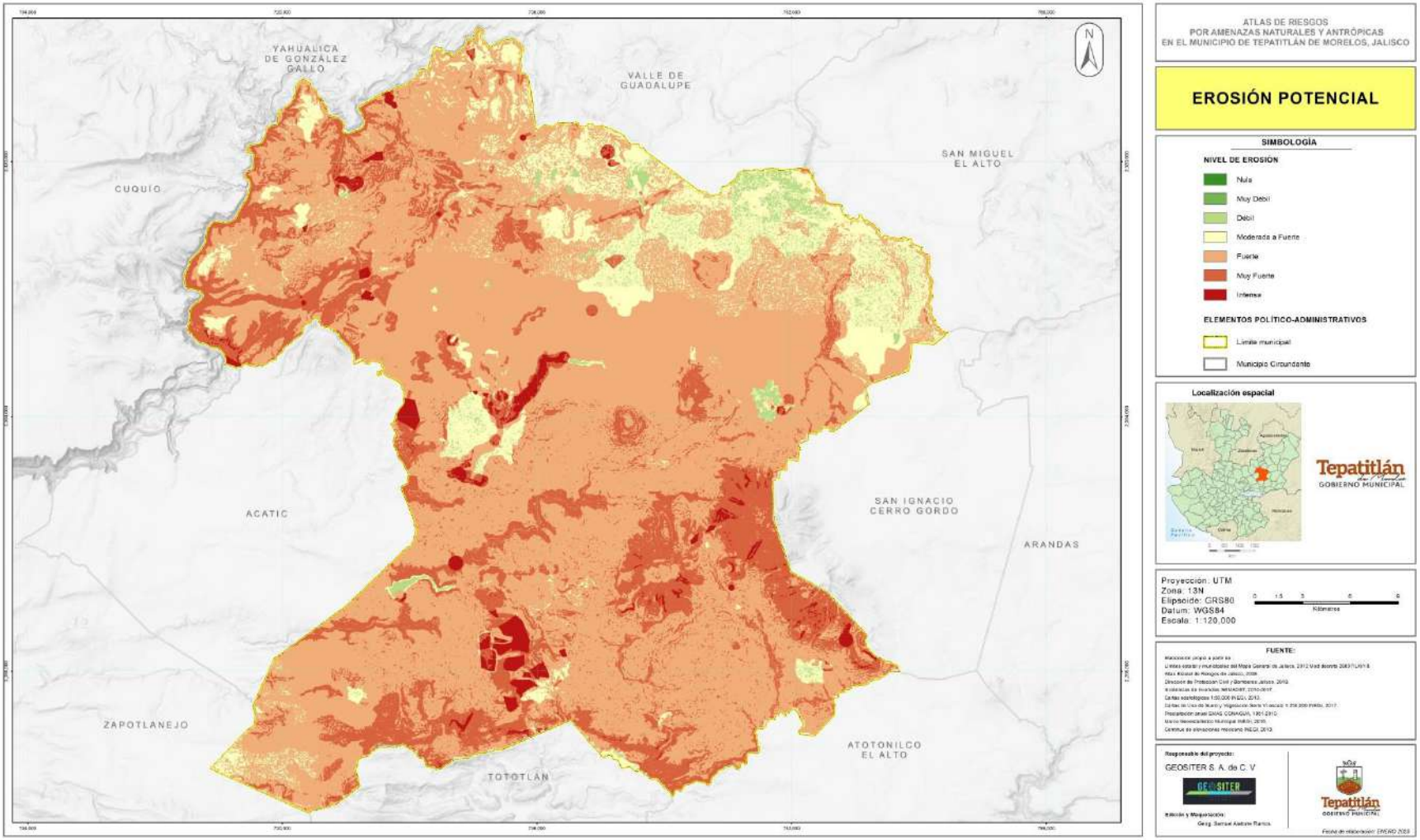
Erosión Potencial	
Valor	**Nivel de Erosión**
1	Nula
2	Muy débil
3	Débil
4	Moderada a Fuerte
5	Fuerte
6	Muy fuerte
7	Intensa

Tabla 4.26. Niveles de Erosión Potencial.

Fuente: Elaboración propia.

El Mapa muestra el resultado de la ponderación multivariable, se puede observar un patrón espacial en el que, de manera general, las zonas más propensas a sufrir erosión se localizan en la parte sur de la zona de estudio, para ir disminuyendo hacia el Norte-Noreste; lo anterior coincide con la distribución de la precipitación, denotando la gran influencia de la erosión hídrica. Resaltan como áreas altamente susceptibles, a su vez, zonas más acotadas, producto de superficies que han sufrido inundaciones o incendios, así como terrenos con pendientes pronunciadas en las laderas de los cerros.

Por el contrario, las zonas con edificaciones antrópicas, son poco propensas a este proceso morfogenético; al igual que los cuerpos de agua, donde, por razones obvias, la erosividad es prácticamente nula. De manera general, la cobertura vegetal decrementa significativamente la erosión, por lo que en zonas de vegetación boscosa o con abundantes elementos forestales, se observa poca susceptibilidad al fenómeno, de allí la importancia de prácticas de reforestación en zonas que han sido desprovistas de vegetación o que se están recuperando de algún desbroce y aún se encuentran en los primeros estadíos de sucesión vegetal.



Mapa 4.3. Grados de Erosión Potencial.

Fuente: Elaboración propia.

4.10. Aproximación a la crisis ecológica-sanitaria por la pandemia del SARS-COV-2

Como consideraciones previas: la epidemia internacional provocada por el coronavirus SARS-COV2, a la fecha de elaborado el documento, no se ha superado. Aunque existen varios países que ya levantaron sus restricciones sanitarias y han relajado sus medidas preventivas por su campaña de vacunación, la mayoría de naciones enfrentan aun el reto de proveer de estas medicinas al mismo tiempo de encarar crisis económicas y desigualdades sociales acentuadas por este evento sin precedentes.

No es un desatino pensar que tardaremos todavía una década en descifrar las claves para estudiar esta enfermedad y sus efectos en el sistema mundo a partir de la futura fecha en la que se haya superado este evento. Por el momento, la incertidumbre sobre la letalidad del virus se ha abierto paso a otras inquietudes igual de apremiantes, desde la amenaza de mutaciones locales que no sean menguadas por las vacunas ofertadas en el mercado hasta escenarios geopolíticos al borde de la crisis puesto que este virus se adaptó con gran éxito a la cotidianidad del humano, y ha enfermado también sistemas productivos y políticos falsamente sanos y poco resilientes.

A continuación se presenta un análisis que pretende abordar desde varios enfoques este fenómeno a la vez de presentar un referente informativo de los efectos locales en el municipio de Tepatitlán de Morelos. Este tema en particular se aborda como preámbulo en este módulo, es analizado desde la percepción ciudadana en el módulo de vulnerabilidad ecológico-sanitaria, y termina por desarrollarse en el módulo de riesgos debido a las particularidades geográficas del fenómeno. El presente documento no pretende hacer un estudio a fondo sobre el SARS-COV-2 en el municipio ni elaborar modelos predictivos o estrategias detalladas para su tratamiento social, más bien, sintetiza las principales bases de datos públicas para sentar un precedente para estudios posteriores.

Antecedentes en México

Previo al reconocimiento de la enfermedad Covid-19 por parte de la OMS, en nuestro país ya existía cierta normativa respecto al tratamiento de epidemias. Por ejemplo, en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, según la reforma publicada el 02/08/2007 en el artículo 73°, XVI, inciso 2a, en el caso de presentarse epidemias de carácter grave o el peligro de invasión de enfermedades exóticas, la Secretaría de Salud

tiene la obligación de dictar inmediatamente las medidas preventivas indispensables, a reserva de ser sancionadas por el Presidente de la República.

Por el contrario, en la Constitución Política del Estado de Jalisco, publicada en el Periódico Oficial del estado el 21, 25 y 28 de julio y el 1 de agosto de 1917, hasta la última reforma en el 10 de abril del 2014, no se mencionan directrices ni se figuran escenarios ante la presencia de una crisis de salud como una epidemia o una pandemia.

La Ley General de Salud, publicada el 7 de febrero de 1984, establece en el artículo 136°, reformado el 27/05/1987 que es obligatoria la notificación a la Secretaría de Salud o a la autoridad más cercana en casos de presentarse brotes de epidemias.

En el artículo 148° se aclara que las autoridades sanitarias quedan facultadas a utilizar elementos auxiliares en la lucha contra epidemias como los son recursos médicos y de asistencia social en los sectores público, social y privado en las regiones afectadas y colindantes de acuerdo a las leyes vigentes. Además que podrán ordenar la clausura temporal de locales o centros de reunión de cualquier índole por causas de pandemia, según el artículo 152°.

El artículo 181°, en la reforma del 27/05/1987, señala que en el caso de existir una epidemia de carácter grave o peligro de invasión de enfermedades, la Secretaría de Salud dictará inmediatamente las medidas indispensables para prevenir y combatir los daños a la salud, a la vez que se notificará a la Organización Mundial de la Salud tanto del contacto con el patógeno como de las medidas implementadas. Además que, las autoridades sanitarias competentes ordenarán la vacunación en el caso de un escenario como el actual, como lo indica el art. 408 fracción II.

Paralela a esta ley nacional, en el Estado de Jalisco se considera la Ley de Salud del Estado de Jalisco, en el artículo 21° fracción 3, la Secretaría de Salud captará, producirá y procesará la información necesaria para el proceso de planeación, programación, presupuesto y control de los sistemas nacionales y locales así como el estado de salud pública, donde deberá operar un Sistema Único de Información en Salud el cual estandarizará las bases de datos. Las pandemias propiamente pertenecen a la lista de acciones epidemiológicas de salud pública, señaladas en el art. 108° y 140°.

Existe el Manual de Organización General publicado por los Servicios de Salud Jalisco el 28 de noviembre del 2012 el cual es un instrumento técnico-administrativo producto de

la aprobación del Reglamento de la Ley de Creación del Organismo Público Descentralizado. Donde se indica que la Dirección General de Salud Pública, junto con la Dirección de Prevención y Control de Enfermedades y la Dirección de Laboratorios de Salud Pública (Centro Estatal de Laboratorios) deben poner de su disposición para el manejo y aplicación de vacunas además de los controles sanitarios.

Así, podemos asumir que como parte de las funciones de los gobiernos en todos los niveles está la prevención y manejo de epidemias y pandemias sea cual sea su origen. Estas obligaciones más que incitar a un régimen donde se vean afectadas las garantías individuales de la población requería la inversión en la investigación de las enfermedades, de la población gobernada y de los sistemas sociales que pueden fungir como transmisores de enfermedades o substancias venenosas aunado en la búsqueda de un sistema de salud pública que pueda atender las necesidades principalmente de la población sin poder adquisitivo. Si bien una epidemia de tal magnitud cuyos efectos inmediatos trasgreden a otras esferas como la económicas y la social, no tiene precedentes modernos, la información que se pueda trabajar al respecto brinda las herramientas para evitar situaciones parecidas en un futuro cercano.

Manejo de la crisis de salud

El 11 de marzo del 2020 la OMS declaró al COVID19 como pandemia global. Por lo que el Consejo de Salubridad General en una sesión extraordinaria celebrada el 19 de marzo del 2020 reconoce dicha enfermedad como grave y de atención prioritaria. Es así que en el DOF en su publicación del 24 de marzo del 2020 por primera vez de manera oficial como emergencia nacional sanitaria por causa de fuerza mayor a la epidemia por enfermedad generada por el virus SARS-COV2. En términos de lo dispuesto en el artículo 73°, fracción XVI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el 4°, fracción II de la Ley de Salud, el Consejo de Salubridad General (CSG) tiene el carácter de autoridad sanitaria y sus disposiciones generales son obligatorias en el país.

El CSG es un órgano colegiado subordinado directamente por el presidente de la república, con carácter de autoridad sanitaria, con funciones normativas, consultivas y ejecutivas. El presidente del consejo actualmente (en mayo del 2021) es el Dr. Jorge Alcocer Valera –mismo que para el 24 de septiembre del 2020 también era el Secretario de Salud de la federación – (CSG, 27 enero 2021). El fin del organismo es convocar intersectorialmente el análisis y generar alternativas de política para las decisiones de

Estado ante crisis y epidemias o en asuntos prioritarios de salubridad general. Se determinó al Covid19 como una enfermedad grave de atención prioritaria, a la vez que se decretaron acciones extraordinarias para combatir la enfermedad.

En el Artículo 2° se dictaminan las medidas preventivas que los sectores público y privado en todos los niveles de gobierno debieron acatar (DOF, 24/03/2020):

> “a) Evitar la asistencia a centros de trabajo, espacios públicos y otros lugares concurridos, a los adultos mayores de 65 años o más y grupos de personas con riesgo a desarrollar enfermedad grave y/o morir a causa de ella, quienes en todo momento, en su caso, y a manera de permiso con goce de sueldo, gozarán de su salario y demás prestaciones establecidas en la normatividad vigente indicada en el inciso c) del presente artículo. Estos grupos incluyen mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, menores de 5 años, personas con discapacidad, personas con enfermedades crónicas no transmisibles (personas con hipertensión arterial, pulmonar, insuficiencia renal, lupus, cáncer, diabetes mellitus, obesidad, insuficiencia hepática o metabólica, enfermedad cardiaca), o con algún padecimiento o tratamiento farmacológico que les genere supresión del sistema inmunológico;
>
> b) Suspender temporalmente las actividades escolares en todos los niveles, hasta el 17 de abril del 2020, conforme a lo establecido por la Secretaría de Educación Pública;
>
> c) Suspender temporalmente las actividades de los sectores público, social y privado que involucren la concentración física, tránsito o desplazamiento de personas a partir de la entrada en vigor de este Acuerdo y hasta el 19 de abril del 2020.
>
> Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y las organizaciones de los sectores social y privado, deberán instrumentar planes que garanticen la continuidad de operaciones para el cumplimiento de sus funciones esenciales relacionadas con la mitigación y control de los riesgos para salud que implica la enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19) y garantizar los derechos humanos de las

personas trabajadoras, en particular los señalados en el inciso a) del presente artículo, y de los usuarios de sus servicios.

En el sector público, los Titulares de la Áreas de Administración y Finanzas u homólogos o bien las autoridades competentes en la institución de que se trate, determinarán las funciones esenciales a cargo de cada institución, cuya continuidad deberá garantizarse conforme al párrafo anterior.

En el sector privado continuarán laborando las empresas, negocios, establecimientos mercantiles y todos aquéllos que resulten necesarios para hacer frente a la contingencia, de manera enunciativa, hospitales, clínicas, farmacias, laboratorios, servicios médicos, financieros, telecomunicaciones, y medios de información, servicios hoteleros y de restaurantes, gasolineras, mercados, supermercados, misceláneas, servicios de transportes y distribución de gas, siempre y cuando no correspondan a espacios cerrados con aglomeraciones.

Las relaciones laborales se mantendrán y aplicarán conforme a los contratos individuales, colectivos, contratos ley o Condiciones Generales de Trabajo que correspondan, durante el plazo al que se refiere el presente Acuerdo y al amparo de la Ley Federal del Trabajo y la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado reglamentaria del Apartado B del Artículo 123 Constitucional.

Todo lo anterior, con estricto respeto a los derechos laborales de las y los trabajadores, en los sectores público, social y privado;

d) Suspender temporalmente y hasta nuevo aviso de la autoridad sanitaria, los eventos masivos y las reuniones y congregaciones de más de 100 personas;

e) Cumplir las medidas básicas de higiene consistentes en lavado frecuente de manos, estornudar o toser cubriendo boca y nariz con un pañuelo desechable o con el antebrazo; saludar aplicando las recomendaciones de sana distancia (evitar saludar de beso, de mano o abrazo) y recuperación efectiva para las personas que presenten

síntomas de SARS-CoV2 (COVID-19) (evitar contacto con otras personas, desplazamientos en espacios públicos y mantener la sana distancia, durante los 15 días posteriores al inicio de los síntomas), y

f) Las demás que en su momento se determinen necesarias por la Secretaría de Salud, mismas que se harán del conocimiento de la población en general, a través del titular de la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud."

Cabe señalar que los casos de contagios así como defunciones provocadas por la infección del SARSCOV2 continuaron en aumento por lo que fue necesario seguir ajustando las medidas preventivas conforme se estimaba estadísticamente de casos positivos además de las necesidades de las actividades económicas en las regiones más afectadas.

Por otra parte, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que sirve como oficina regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y como agencia especializada en salud pública para el Sistema Interamericano. Promueve la salud como motor del desarrollo sostenible e impulsa decisiones para mejorarla. Tiene su sede principal en Washington DC, Estados Unidos desde la primera convención sanitaria internacional de las repúblicas americanas celebrada del 2 al 5 de diciembre de 1905, contando con la asistencia de 10 países. Desde entonces brinda cooperación técnica, combate enfermedades transmisibles y ataca los padecimientos crónicos y sus causas, fortalece los sistemas de salud en cada país y ofrece una respuesta ante situaciones de emergencia y desastres. México opera como una representación desde 1952 (OPS, 28 abril 2021).

El programa de Hospitales Seguros es oficializado por la OPS con la Resolución CD50.R15 del 50° Consejo Directivo celebrado del 27 de septiembre al 1 de octubre del 2010 en la sede principal. Es la sucesión a la resolución CD45.R8 del 45° Consejo Directivo donde se exhorta a los estados miembros a adoptar una política nacional de reducción de riesgos además de establecer hospitales seguros frente a desastres para el año 2015. Se resuelve que para alcanzar la meta es necesario: mejorar la coordinación dentro y fuera del sector salud con el fin de conjugar esfuerzos para el mejor uso de recursos disponibles; implementar actividades contenidas dentro del plan de acción para que los hospitales en todos los niveles se construyan con un nivel de protección que garantice su funcionamiento en casos de desastres; la coordinación entre países miembros para el intercambio de

experiencias, insumos, metodologías y estrategias en cuanto a la implementación gradual del plan de acción. Al mismo tiempo que se sujeta a las obligaciones de brindar cooperación técnica, desarrollar instrumentos y guías técnicas comunes para el fortalecimiento de alianzas, junto con la presentación de informes a los cuerpos directivos de los respectivos estados sobre el avance de la implementación del plan (OPS, 30 septiembre 2010).

En México, el programa Hospital Seguro es implantado por la Coordinación General del Sistema Nacional de Protección Civil. Participan instituciones del Sector Salud Público y Privado, además de Sectores relacionados como la SS, IMSS, ISSSTE, ISSEMYM y la Asociación Mexicana de Hospitales con la finalidad de elaborar líneas programáticas, la definición de prioridades por regiones de alto riesgo, comprometer a las instituciones a la implementación de las medidas consideradas por el programa que se mantiene en constante revisión y actualización (Guerrero, 22 junio 2017).

Esto implica que la estructura de los edificios, líneas vitales, servicios básicos y la organización del personal permita mantenerse con alta eficiencia en una situación de desastre. Aunque se considera que por un evento catastrófico como los sismos, incendios o explosiones pueden causar graves daños al inmueble, el objetivo del programa es mantener operativas las áreas críticas para la atención a las víctimas. Y una vez suceda el desastre, los hospitales deben incrementar su capacidad para responder a la demanda adicional emergente. La respuesta está íntimamente vinculada a la preparación: a mayor preparación más eficiente y efectivo será su desempeño. Esta debe llevarse a cabo indistintamente al tamaño de la organización o al riesgo además de apoyarse en un plan de respuesta y comité de emergencias que defina las políticas, la organización y los métodos para enfrentar situaciones adversas. En términos generales dicho plan posibilita la restricción de los daños a un área determinada y previamente designada; contempla acciones para evitar que las instalaciones involucradas en un fenómeno contribuyan a su agravamiento; facilite respuestas rápidas a emergencias y contempla objetivamente las atribuciones y responsabilidades al personal (Hospital General Dr. Manual Gea González, 17 enero 2021).

La Dirección de Prestaciones Médicas del IMSS, mediante su División de Proyectos Especiales en Salud participa de esta iniciativa con establecimientos de salud resilientes (el inmueble es capaz de mantenerse de pie y soportar un mínimo de daño) con servicios permanentes (mantiene o mejora su red de servicios así como la operatividad de sus equipos) y que operen a su máxima capacidad durante una situación de emergencia según

lo estipulado en la segunda versión del programa publicada en mayo del 2019 por la OPS, donde se incluyen análisis de amenazas para cada hospital con base a su ubicación geográfica y un método para medir el nivel de preparación a través de una lista de verificación del índice de seguridad hospitalaria (IMSS, 24 febrero 2021).

1	Nivel de seguridad con base en la ubicación geográfica de la instalación, frente a amenazas geológicas, hidro-meteorológicas, sociales, sanitario ecológicas, químico tecnológicas, y propiedades geotécnicas del suelo;
2	La seguridad estructural: a través de los antecedentes constructivos del hospital y la relacionada con el sistema estructural y materiales utilizados en la edificación;
3	Seguridad no estructural: que se mide revisando el funcionamiento de líneas vitales, sistemas de ventilación, anclajes de mobiliario, equipos médicos y de laboratorio, así como los elementos arquitectónicos;
4	Nivel de organización del comité hospitalario para emergencias y desastres, su centro de operaciones, el plan operativo, los planes de contingencia y funcionamiento, y la disponibilidad de medicamentos e insumos, a lo que se denomina en su conjunto seguridad funcional.

Tabla 4.27. Lista de verificación del índice de seguridad hospitalaria

Fuente: IMSS (24 febrero 2011).

En Jalisco, con el fin de evaluar las instalaciones de los hospitales públicos y privados la SSJ en coordinación con la Dirección de Protección Civil del Estado establecieron el “Comité Estatal de Evaluación, Diagnóstico y Certificación del Programa Hospital Seguro” en el 2007 (Informativo del Sur de Jalisco, 25 mayo 2007). Además que, recientemente se realizó el Curso-Taller para Evaluadores Acreditados del programa Hospital Seguro fue impartido del 31 de mayo al 01 de junio del 2017 por instructores de la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos, Secretaría de Salud Jalisco, Hospitales Civiles de Guadalajara y Hospitales Particulares. Participaron 32 evaluadores dela SSJ, OPD Hospitales Civiles de Guadalajara, SEMAR, Asociación de Hospitales Particulares de Jalisco, Cruz Roja Mexicana, Instituto Jalisciense de Cancerología y del IMSS.

Al mismo tiempo se capacitaron del 29 al 31 de mayo un total del 24 elementos de las Unidades de Protección Civil y Bomberos de los municipios de Jalostotitlán, Tepatitlán, San Miguel el Alto, Tecoaltiche, Valle de Guadalupe, Encarnación de Díaz, Ojuelos, Villa Hidalgo, Arandas y San Ignacio Cerro Gordo. Esto como parte de del fortalecimiento de la

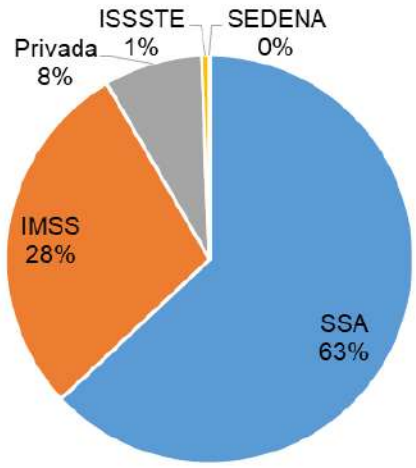
respuesta a emergencias durante la temporada de estiaje en las regiones Altos Norte y Altos Sur, por parte del Gobierno del Estado (Guerrero, 22 junio 2017).

Es importante recordar la existencia del programa de Hospitales Seguros puesto que uno de los enemigos a vencer durante la crisis sanitaria fue la distribución de servicios de salud además del abastecimiento de insumos médicos para asegurar su operación. Aunque oficialmente este programa ya tenía años de haberse incorporado, se demostró, cuando menos a nivel estatal, que los problemas superaron las prevenciones. El sistema de salud se vio rebasado y su infraestructura ineficiente, aunque esto sin llegar a casos extremos. Para Tepatitlán jugó a su ventaja la poca densidad poblacional en el municipio así como sus sistemas rurales que no se vieron contaminados por el coronavirus a la misma velocidad que en los sistemas urbanos.

Durante los primeros meses de la pandemia fueron evidentes los esfuerzos de distintas dependencias tanto estatales como nacionales por recabar información prioritaria para el manejo de esta enfermedad. Es importante recalcar que no había existido tanta presión mediática por la publicación de estadísticas fiables hacía con las autoridades sanitarias, puede decirse que es la primer pandemia en México de la que se tienen datos espacializados al menos a nivel municipal en cortes temporales de bastante precisión.

Fueron muchos los esfuerzos y a más de un año de existir una evolución constante de bases de datos, la Dirección General de Epidemiología publica datos abiertos (es decir, gratuitos y de libre descarga por Internet) provenientes del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedad Respiratoria Viral. Este sistema se conforma por 475 Unidades de Salud Monitoras de Enfermedad Respiratoria viral (USMER) en todo el país. Los datos continúan siendo preliminares pues el método de captura varía según los procesos internos y el personal en cada unidad. Existe una revisión y validación por parte de la Secretaría de Salud pero aún pueden contener errores de origen que pueden ser ajustados con la solicitud de organismos estatales.

De este modo, se seleccionaron de las bases de datos nacionales los pacientes que registraron ser residentes de Tepatitlán de Morelos, sumando un total de 173,547 personas. En esta población el 63% proviene del Sistema de Salud y Asistencia (SSA), 28% del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 8% del sector privado, 1% del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y una pequeña fracción de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).



Gráfica 4.9. Recepción de pacientes con sospecha de SARS-COV-2

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

De todas las unidades de salud, solamente el 7% de los datos fueron colectados directamente en una de las USMER, siendo el SSA la institución que más acaparó. Esto es un indicador de la dificultad de recolección de datos pues la mayoría de las instituciones mantienen protocolos independientes, a esto se le suma que las pruebas del coronavirus se desarrollaron en un tiempo más lento que la propagación del mismo.

Institución	Pacientes	%	Fuera de USMER	%	USMER	%
SSA	109,358	63%	98,204	90%	11,154	10%
IMSS	49,532	29%	49,127	99%	405	1%
Privada	13,549	8%	13,549	100%	-	0%
ISSSTE	1,084	1%	1,083	100%	1	0%
SEDENA	24	0%	24	100%	-	0%
Total	173,547	100%	161,987	93%	11,560	7%

Tabla 4.28. Procedencia de bancos de información del SARS-COV-2

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

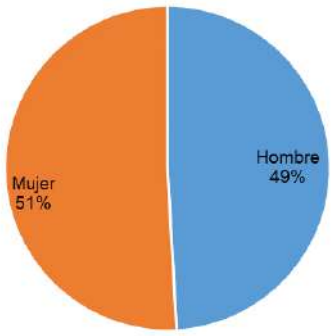
La SSA fue la institución que registró más pruebas obteniendo un 48% de casos positivos y un 47% de negativos. Seguida por el IMSS con apenas el 19% de positivos y el 38% de negativos, es también la que registra más resultados no especificados con el 19%. Las instituciones privadas reportaron el 51% de casos con el coronavirus y el 40% de negativos. El ISSSTE fue la que menor porción de positivos tuvo al presentar un 70% de negativos. Por su parte, la SEDENA solamente dio parte de 92% de casos positivos y el 8% de negativos, pero es la que menos pacientes atendió.

Institución	Positivo a SARS-COV-2	%	No positivo a SARS-COV-2	%	Resultado pendiente	%	No especificado	%
SSA	52,573	48%	51,488	47%	2,037	2%	3,260	3%
IMSS	9,556	19%	19,049	38%	615	1%	20,312	19%
Privada	6,934	51%	5,424	40%	368	3%	823	1%
ISSSTE	310	29%	762	70%	12	1%	-	0%
SEDENA	22	92%	-	0%	2	8%	-	0%
Total	69,395	40%	76,723	44%	3,034	2%	24,395	22%

Tabla 4.29. Casos positivos por institución

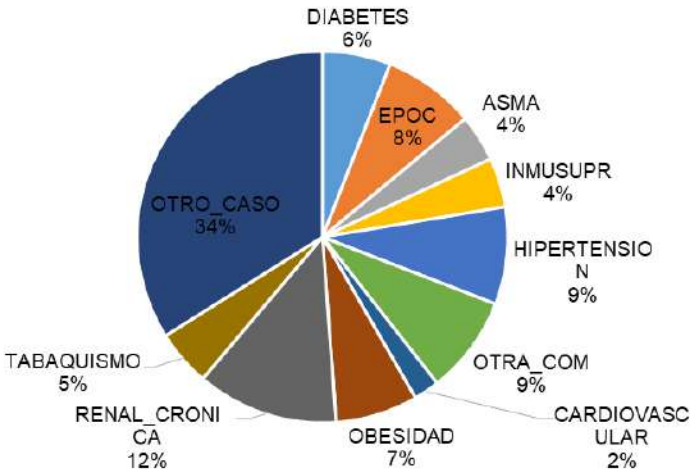
Fuente: Datos Abiertos, DGE.

Entre todos los resultados positivos al SARS-COV-2, se tiene que el 51% son de sexo femenino mientras que el 49% masculino. Además que el 34% de la población se contagió directamente de otro paciente contagiado (OTRO_CASO), el 12% reportó tener padecimientos renales crónicos (RENAL_CRONI), el 9% mencionó otra comorbilidad (OTRA_COM) o hipertensión arterial (HIPERTENSION), el 7% tenía algún grado de obesidad (OBESIDAD), el 6% diabetes (DIABETES), el 5% tabaquismo (TABAQUISMO), el asma (ASMA) y la inmunosupresión (INMUNOSUPR) suman el 4% cada una. La que tuvo menos comorbilidad fueron las enfermedades cardiovasculares (CARDIOVASCULAR).



Gráfica 4.10. Casos positivos por sexo

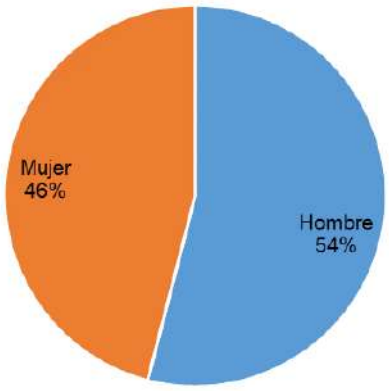
Fuente: Datos Abiertos, DGE.



Gráfica 4.11. Comorbilidad de pacientes con positivo de SARS-COV-2

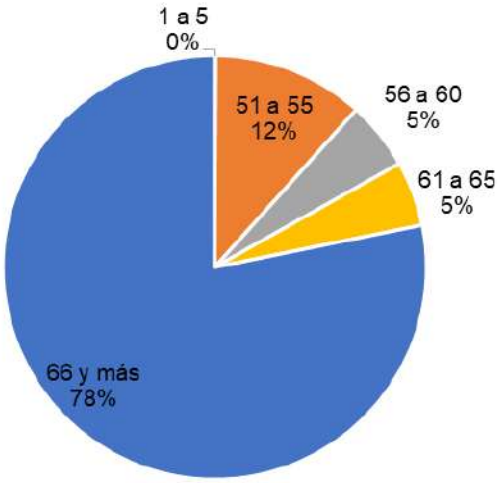
Fuente: Datos Abiertos, DGE.

De los pacientes finados por el contagio de SARS-COV-2 a nivel municipal, el 54% fueron de sexo masculino y el 46% femenino. Es decir, el virus estadísticamente muestra una ligera inclinación a ser letal en las mujeres. Entre este grupo de pacientes finados, el 78% era mayor de 66 años, es decir personas de la tercera edad. Seguidas por el 12% de aquellos entre los 51 y 55 años. El resto del 10% se reparte entre los mayores de 56 a 66 años. Esto indica que el coronavirus es letal a partir de los 51 años.



Gráfica 4.12. Defunciones por sexo

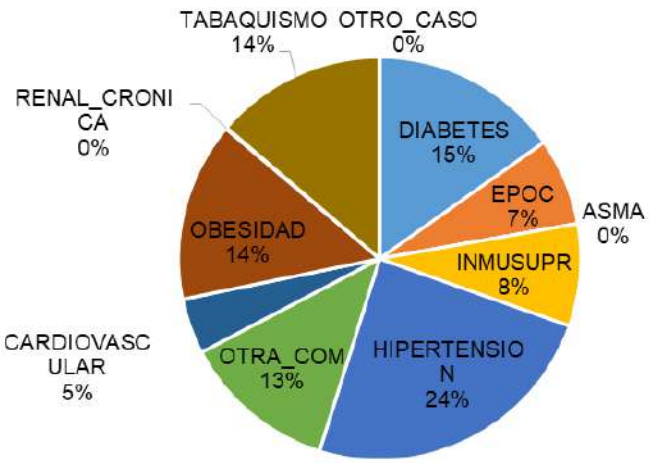
Fuente: Datos Abiertos, DGE.



Gráfica 4.13. Defunciones por rango de edad

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

Entre los pacientes finados, la mayor causa de comorbilidad es la hipertensión con el 24%, seguida por la diabetes con el 15% y el tabaquismo y obesidad con el 14% respectivamente. Por lo que la atención al COVID-19 concretamente debe remitir su alcance a someter y trabajar socialmente la hipertensión, el tabaquismo y la diabetes.



Gráfica 4.14. Comorbilidad de pacientes finados con SARS-COV-2

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

Impacto en las actividades económicas

La crisis sanitaria vivida a nivel global desde el 2019 ha provocado que los gobiernos de cada país implementen las medidas consideradas necesarias para disminuir la

propagación del coronavirus, además que los grandes bloques geopolíticos se han organizado para aplicar cierres en sus operaciones, sobre todo aquellas que implican mano de obra masiva. Los efectos de estas acciones aún no se conocen por completo pero es evidente que las repercusiones tienen alcances locales e internacionales.

En México, por medio de la Secretaría de Salud y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se publicaron en el Diario Oficial de la Federación el 31 de marzo, como en el 6 y 8 de abril del 2020, acuerdos en los que se identificaron las actividades económicas esenciales para el funcionamiento del país. Por su parte, INEGI, considerando también los periódicos respectivos de los estados de Ciudad de México, Jalisco, México, Baja California Sur, Morelos Oaxaca y Tabasco, vinculó estos giros al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) 2018, el resultado fue la identificación de las actividades esenciales de las no esenciales en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

Para elaborar los mapas con los establecimientos y el número de empleados mínimo por manzana por sector para el municipio de Tepatitlán se consideraron los últimos datos publicados por INEGI, el último corte del año 2020. Posteriormente, se aprovechó la clasificación de los tamaños por establecimiento para determinar el número de empleados mínimo que necesita para operar según el censo económico.

Para el rango de menor tamaño, es decir, de 0 a 5 empleados, el límite inferior se trasladó hasta el 2 dado que esta clase se constituye principalmente por microempresas de índole familiar lo que posibilita la participación frecuente de los miembros del grupo. La localización puntual de cada establecimiento con más de 50 empleados.

Clasificando los establecimientos por sector económico, encontramos que el sector con mayor presencia en número de empresas es el terciario, mismo que es en su mayor parte de actividades esenciales. En el número mínimo de empleados el sector terciario de actividades esenciales mantiene el predominio.

Sector Económico	Establecimientos					
	Total	%	Total Actividad Esencial	%	Total Actividad No Esencial	%
Primario	4	0%	4	0%	-	0%
Secundario	738	10%	310	6%	428	17%
Terciario	6,945	90%	4,820	94%	2,125	83%
Total	7,687	100%	5,134	100%	2,553	100%

Tabla 4.30. Total de establecimientos por sector económico

Fuente: DENUE, 2020.

Sector Económico	Mínimo de Empleados					
	Total	%	Total Actividad Esencial	%	Total Actividad No Esencial	%
Primario	21	0%	21	0%	-	0%
Secundario	6,454	20%	3,726	18%	2,728	24%
Terciario	25,123	80%	16,571	82%	8,552	76%
Total	31,598	100%	20,318	100%	11,280	100%

Tabla 4.31. Total de número mínimo de empleados por sector económico

Fuente: DENUE, 2020.

Paralelo a esto, se sumaron por manzana el personal mínimo ocupado de los establecimientos de actividades esenciales y las no esenciales sí como el total de personal mínimo ocupado para establecer un parámetro aproximado de las dimensiones del impacto demográfico de las actividades catalogadas.

La carga de mayor número de establecimientos la tiene la cabecera municipal que representa el 67% del total de empresas registradas por el DENUE en Tepatitlán. En todas las delegaciones es mayor la cantidad de establecimientos dentro de las actividades esenciales llegando a ser el doble en el total municipal. Se mantiene la tendencia en la cantidad mínima de empleados la tendencia se mantiene.

Zona	**Tipo de Establecimientos**			
	Total de establecimientos	**%**	**Establecimientos Actividades Esenciales**	**Establecimientos Actividades No Esenciales**
Tepatitlán de Morelos	5,884	77%	3,928	1,956
Capilla de Guadalupe	935	12%	626	309
San José de Gracia	387	5%	255	132
Pegueros	258	3%	168	90
Mezcala de Los Romeros	2	0.03%	2	-
Capilla de Milpilla	220	3%	155	65
Ojo de Agua de Latillas	1	0.01%	-	1
Total	**7,686**	**100%**	**5,134**	**2,552**
%	**100%**		**67%**	**33%**

Tabla 4.32. Total de establecimientos por tipo y delegación

Fuente: DENUE, 2020.

Zona	Personal mínimo ocupado					
	Total de personal mínimo	%	Establecimientos Actividades Esenciales	%	Establecimientos Actividades No Esenciales	%
Tepatitlán de Morelos	25,107	80%	16,136	79%	8,971	80%
Capilla de Guadalupe	3,685	12%	2,230	11%	1,455	13%
San José de Gracia	1,204	4%	863	4%	341	3%
Pegueros	968	3%	716	4%	252	2%
Mezcala de Los Romeros	17	0.05%	17	0%	-	0%
Capilla de Milpilla	516	2%	356	2%	160	1%
Ojo de Agua de Latillas	101	0.32%	-	0%	101	1%
Total	**31,497**	**100%**	**20,318**	**100%**	**11,179**	**100%**
%	**100%**		**65%**		**35%**	

Tabla 4.33. Total de personal mínimo ocupado por tipo de actividad del establecimiento

Fuente: DENUE, 2020.

Considerando el número mínimo de empleados por establecimiento podemos inferir el total mínimo de empleados por manzana según tipo de actividad, de este modo, en los giros considerados esenciales tenemos un mapa de aglomeración de personas tanto por manzana como los establecimientos con más de 50 personas y estancia de ocho horas. Sitios que podrían resultar en significar vectores de contagio para el coronavirus.

En los núcleos urbanos, la cabecera municipal es la que los agrupa entre el centro de la localidad y los márgenes del sur y oeste, aunque existen un gran número de manzanas que mantuvieron la actividad con establecimientos con poco aforo de personas. Resalta la localidad de San José de Gracia por la presencia de una empresa con una capacidad mayor de 251 empleados de tipo esencial.

Graficando las actividades no esenciales tenemos el fenómeno contrario, se identifican clusters donde se puede anticipar una situación de adversidad económica por lo que tiene mayor relevancia el número relativo respecto a las manzanas. Para Pegueros y San José, no se registraron empresas con más de 50 empleados mientras que en Tepatitlán y Capilla de Guadalupe estas se aproximan a los centros de sus respectivas localidades.

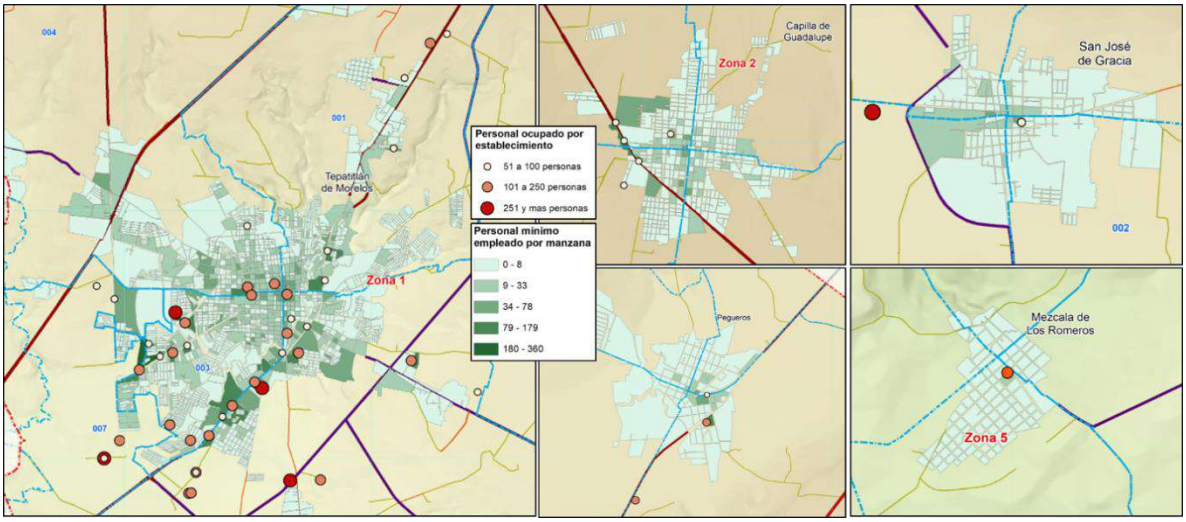


Figura 4.17. Establecimientos de actividades esenciales

Fuente: Elaboración propia.

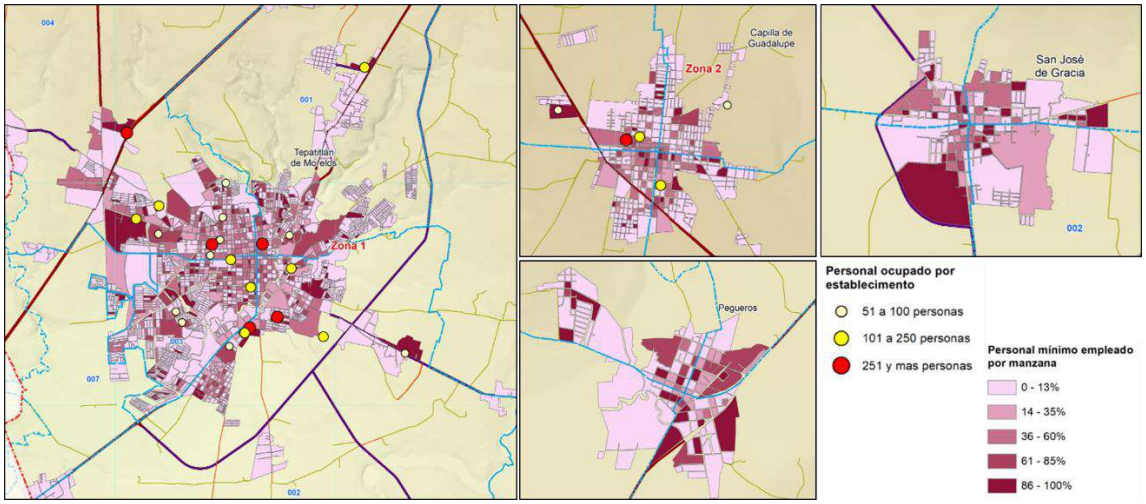
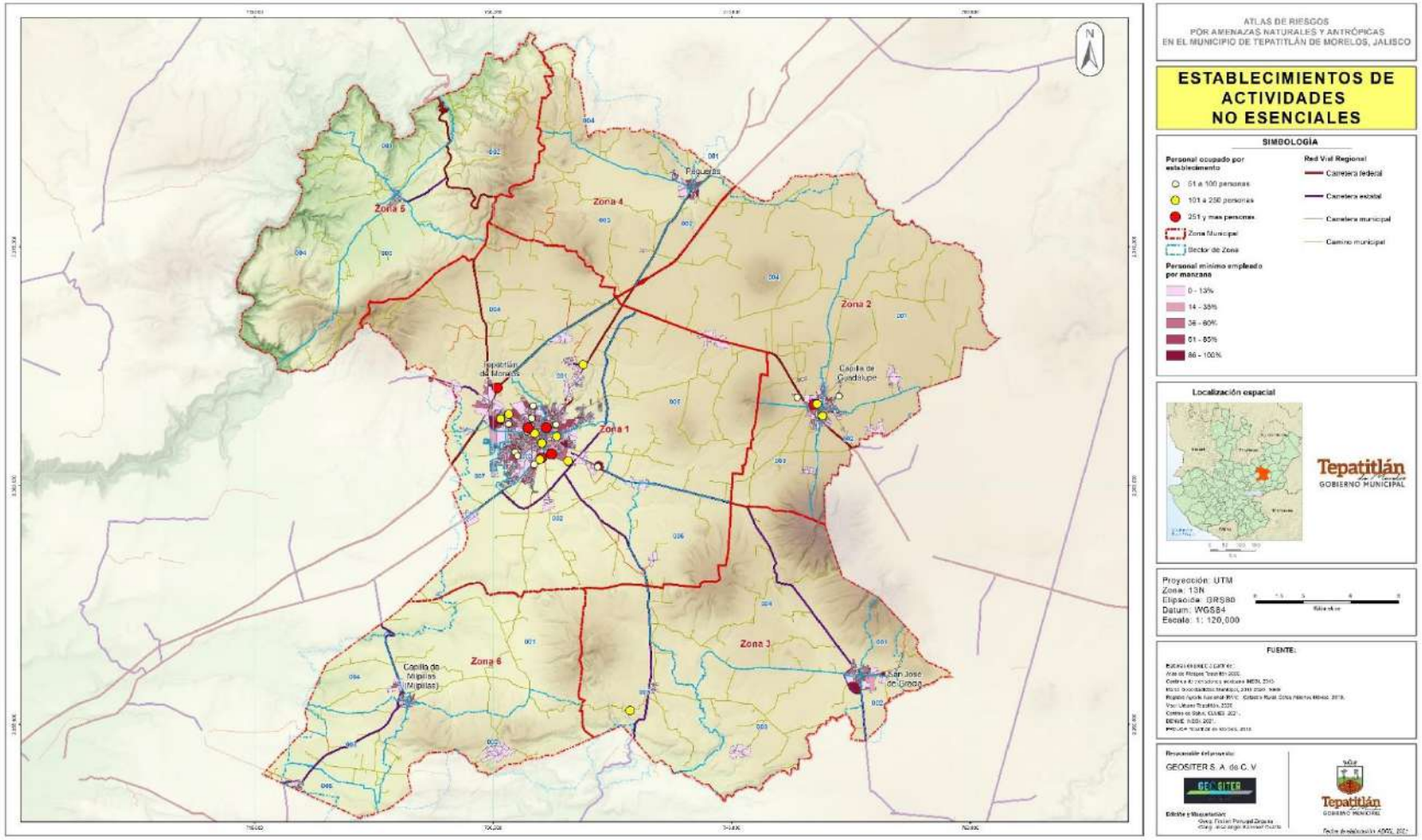


Figura 4.18. Establecimientos de actividades no esenciales
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4.4. Establecimientos de actividades esenciales

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 4.5. Establecimientos de actividades no esenciales

Fuente: Elaboración propia.

5. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS

5.1. Introducción

La sociedad como motor de cambios simboliza una fuerza que estructura los cambios en el ambiente, sus actos deliberados justificados por motivos de inconformidad, sectores o grupos sociales que toman como vía de reclamo o forma de adquisición de bienes provocan desconcierto, al igual que la suma de actos no del todo voluntarios, como las concentraciones masivas de personas por festividades o evento de gran convocatoria.

Los criterios para enlistar un acontecimiento como amenaza socio-organizativa varían desde; la explicita identificación de actos que buscan provocar daños como el terrorismo, hasta las aglomeración de personas sin un orden en su tránsito o en escenarios sin garantías de aforo. Empero los accidentes que surgen de las acciones imprudentes en la maniobra de vehículos de transporte, resultan ser los peligros más recurrentes, dentro de dicha clasificación.

Acudiendo a marcos legales para perfilar una mejor definición sobre esta clase de fenómenos, la Ley General de Protección Civil los define: “son agentes perturbadores 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 la población”. Definición que esclarece el objeto del fenómeno pero no termina de delimitar su pertinencia: en el marco de los espectros de peligros la génesis antrópica es compartida por muchos de ellos, el hombre como ente creador de nueva materialidad ambiental, fruto de sus facultades técnicas y científicas crea una infinidad de objetos, establecimiento y proceso, muchos de ellos son de alto cuidado, es así que los peligros químicos son vectorizados muchas veces por acciones humanas pero no entra como socio-organizativos, ya que son otra clase de dinámicas sociales que constituyen dichos fenómenos, dinámicas acordes a la índole social como la ideas consiente de ser parte de una aglutinación en un evento, o el manejar un vehículo, los riesgos químicos también pasan por ser consientes en los sujetos que manipulan elementos de reacción, pero debido a su ámbito de manejo como la industria obedecen a una especialización, por en su clasificación independiente.

Sin embargo la atención a cualquier tipo de peligro presente en un determinado territorio pasa por mensurar tanto su presencia individual como conjunta. Las dinámicas

sociales perturbadoras pueden formularse como desequilibrios de la reproducción social fruto del acontecer de fenómenos perturbadores de génesis natural como un terremoto.

Las pérdidas o perjuicios que provocan los fenómenos perturbadores sean de origen natural o antropogénico tienen que ser evaluadas con igual responsabilidad y rigor científico ya que no se eximen de posturas éticas que visibilizan las consecuencias funesta que se tiene que prever.

A todo lo ya expuesto es posible deducir varias condiciones elementales en la formación de los fenómenos socio-organizativos: la alusión constante de la aglomerada presencia de individuos sociales, en términos espaciales son los asentamientos humanos en sus variantes urbanas y en menor medidas las rurales, las que presenta dicha condición. Sumado a ello la dimensión cultural define las faenas sociales, como sus dinámicas, siendo un condicionante complejo de la formulación de los fenómenos, ya que la flexibilidad de la cultura por una parte sustenta las acciones que formulan el riesgo, cuando avala las malas prácticas, pero dada su maleabilidad en base a la incorporación de nuevos conocimiento es posible instruir a la sociedad a comportamientos que adviertan de los peligros y los eviten. En esencia el papel de un Atlas de Riesgos de confección con finalidad pública, es un vehículo para elevar la cultura del riesgo que amerita cualquier sociedad, que busca una prolijidad en la gestión del bien común.

5.2. Jerarquía de fuentes

Una de las primeras labores de confección del presente Atlas como bien ya se mención, es la recopilación de incidencias que permitan representar geográficamente la ubicación de los fenómenos. El procesamiento de los reportes que Protección Civil capturo en varios años, facilitaron perfilar patrones de atención.

Empero la posibilidad de conseguir la ubicación de los reportes pasa por una buena captura completa del mismo. A lo largo de veinticinco años, de 1994 al 2019, con la excepción de 1998, se contabilizaron 818 incidencias, de las cuales solo el 8.92% se georreferenciaron, es decir unas 73 incidencias. Al marguen de la forma de captura es posible indicar que la naturaleza de los fenómenos a capturar no tiene una rigidez espacial, lo que no permite adecuadamente su captura, debido a que los vectores de daño son sujetos con capacidad de movilidad en el espacio, la captura de la amenaza escapa de una referencia geométrica.

Dentro del universo de incidencias espacilizadas se encuentran dos tipos específicos de fenómenos: 45 afectaciones de servicios y 28 accidentes de transporte. Cubriendo dos de las cinco clases de fenómenos catalogados por CENAPRED.

Esta pobre diversidad de las amenazas socio-organizativas en el municipio de Tepatitlán, puede responder a la falta de referentes en la identificación de los peligros, es decir a la escasa capacidad de clasificar los aconteceres siniestros con el marco de la clasificación que posibilita CENAPRED. Sin embargo el factor descrito considerado como medidor de la captura, no es significativo al comparase con las posibilidades de presencia o gestación de los demás fenómenos en la jurisdicción municipal.

De la clasificación oficial de peligros socio-organizativos que CENAPRED publica, al ser el amplio marco que se tiene de referencias, se tiene que mostrar el mayor alcance de tipologías y variantes del fenómeno, donde mucho de ellos responde a escenarios sociales correspondientes a urbes, a modo de indicación preambular enlistada se muestras la clasificación, ahondado posteriormente en cada uno de ellos y su relación con la realidad de Tepatitlán:

Accidentes de Transporte

Accidentes derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones

Demostraciones de inconformidad social

Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica

Accidentes premeditados: sabotaje; terrorismo; y vandalismo

El resultado cartográfico de los eventos extraordinarios no resulto tener una amplia distribución, muy por el contrario estructuran un patrón concentrado en la cabecera municipal, como se muestra en el mapa de reporte de incidentes socio-organizativos.

Concentración que si guarda relación con las condiciones territoriales idóneas para albergar dichos conatos. En la cabecera municipal existe un extenso sistema de servicios interconectado que hace posible la habitabilidad de estilo urbano, relacionad a ello, la densidad poblacional y la demanda de movilidad provoca disturbios de transporte donde muchos de ellos termina siendo riesgos efectuados.

Empero la condición de urbanidad para la gestación de siniestras socio-organizativos, en específico la interrupción de servicios, no solo se mantiene en la cabecera; San José de Gracia, Capilla de Guadalupe, Pegueros y Capilla de Milpillas,

comparten la condición en menor medida pero no indican incidencia alguna, lo que no las exime de albergar peligros de esta categoría.

Con respecto a los accidentes de transporte, estos se restringen a la existencia de infraestructura territorial de comunicación. El municipio esta cruzado por vías con diseños para carga pesada y de velocidad considerable, el relieve hace que las carreteras presentes ciertas condiciones de peligro por lo menos en ciertos segmentos.

Como medida de cobertura del fenómeno es menester buscar insumos que faciliten una representación más amplia para ambos fenómenos, al igual que indagar sobre las condiciones sociales como territoriales para descartar o hallar presencia de los demás peligros.

La búsqueda de amplitud de análisis para con los fenómenos a estudiar se basa en primera instancia en presentar un sustento teórico que explique la génesis del siniestro, permitiendo adquirir nociones de interpretación sobre los insumos y hechos tratados, para luego en base a las evidencias conseguidas, descifrar las condiciones de gestación en las particularidades territoriales presentes en el municipio.

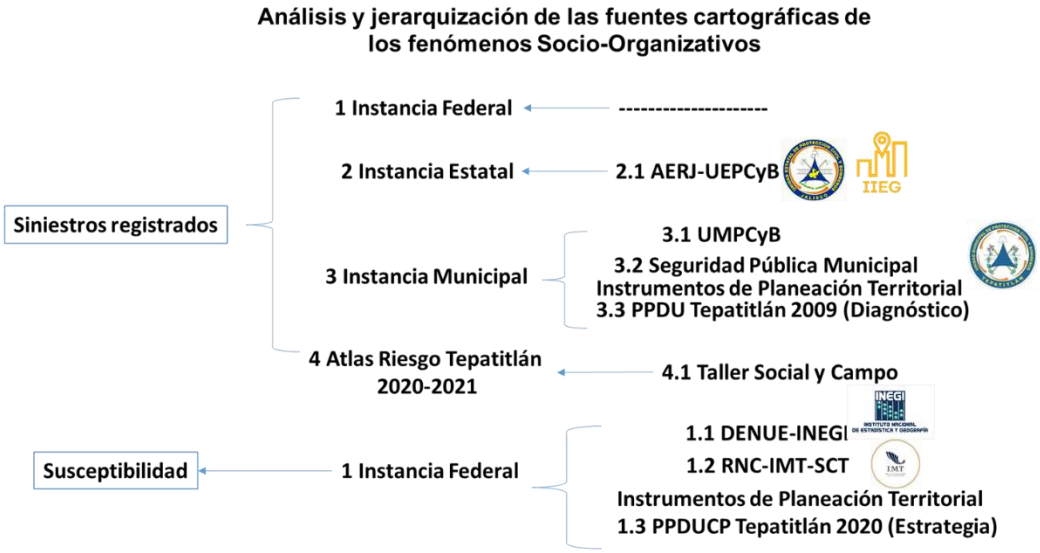
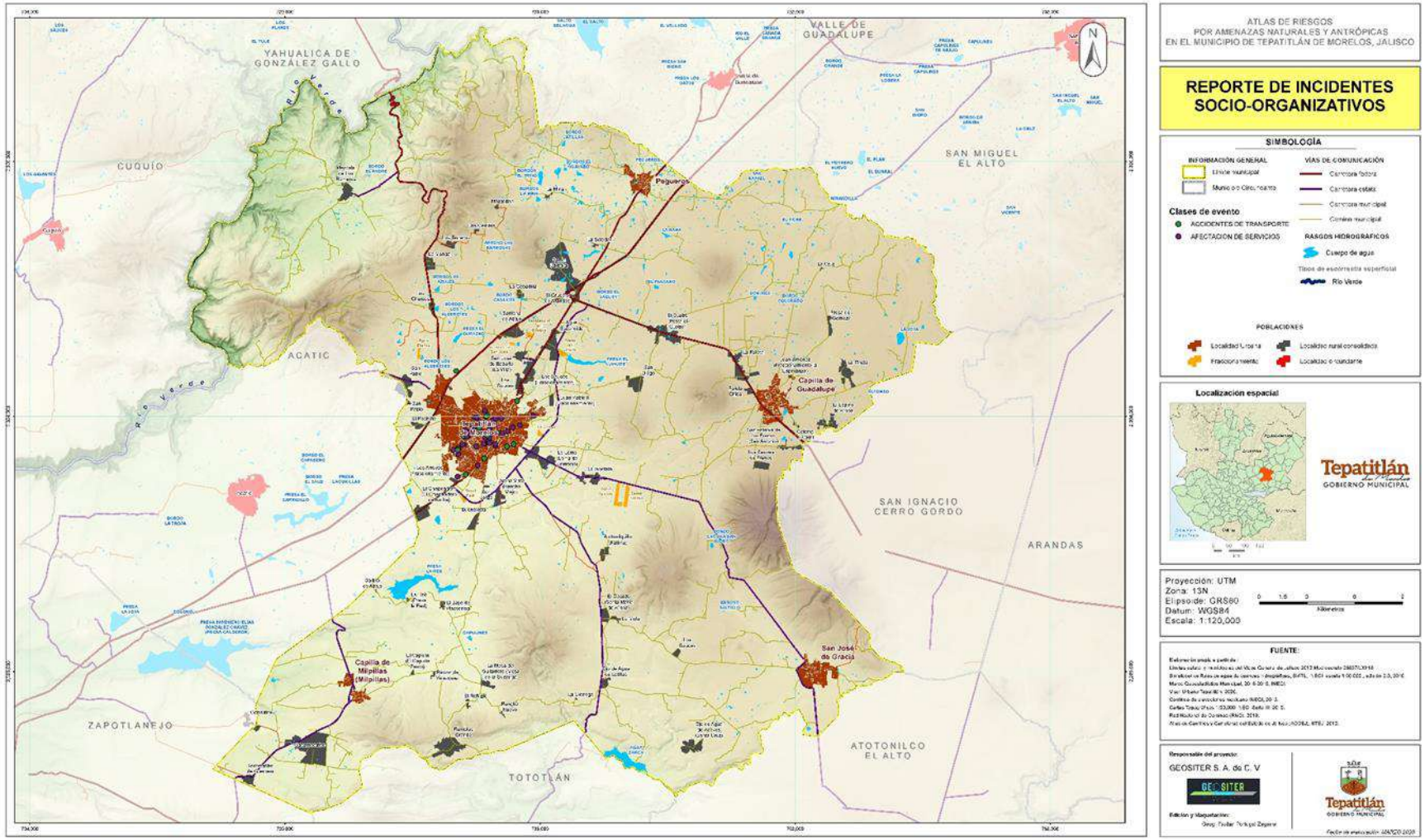


Figura 5.1. Jerarquía de fuentes.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 5.1. Reporte de incidencias socio-organizativas.

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Interrupción a los servicios

Primeramente se define cuáles son los servicios básicos; son aquellos que permiten la vida confortable al cubrir las necesidades elementales para la comodidad del habitar, según la Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI), los servicios básicos son el agua, el drenaje y el combustible, también se puede sumar a ellos la electricidad. Estas asistencias sistémicas configuran los territorios, que según su nivel de distribución, concentración, complementariedad y niveles sofisticados técnicos, pueden ser llamados urbes o poblados rurales.

La importancia de tener estos servicios posibilitan elevar la calidad de vida de la población, tal es el caso que los censos que recogen e indican la configuración socioeconómica, precisan de consultar si los hogares cuentan con dichos servicios o utilizan artefactos domésticos que funcionen en base a estos.

Identificar las infraestructuras estratégicas que guarda un territorio es aclarar los bienes expuestos a ser susceptibles. La Ley General de Protección Civil, indica que esta infraestructura “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”. Tal es el grado de jerarquía de esta clase de infraestructura que una falla pone en riesgo el desenvolvimiento normal de la sociedad, paraliza la economía afectando sectores y corta los auxilios contraviniendo con el propio operar de la gestión del riesgo.

La interrupción de estos servicios no es un efecto exclusivo de esta clase de fenómenos, usualmente los impactos naturales también causas alteraciones en los servicios, es así que se distinguen por motivos de la causa social como socio-organizativos, son afectaciones que de forma prolongada repercuten considerablemente el bien común.

Dentro de las especificaciones encontradas de esta clase de fenómenos se encontraron en Tepatitlán: interrupción al servicio eléctrico y de comunicación, antenas, postes y cables caídos; fugas de agua; y obstrucciones del drenaje que ameritaron desazolve. Si bien es posible atribuirle estos inconvenientes a causas sociales de forma directa, hasta el momento de confección de este Atlas estas incidencias se mantiene como independientes, un mayor análisis arrojara la correlación de estos siniestros con otras causas quizás naturales. Se recuerda que esta clasificación específica procede de una captura de datos que no contempla aclarar las causas de los siniestros, exigiendo un procesamiento más detallado de la base de datos.

5.4. Accidentes de transporte

Dentro de los accidentes de origen socio-organizativos los provocados por el descuido de manejo vehicular son los más recurrentes a nivel mundial. La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (STC) califica a estos accidentes como “todo suceso directamente resultante de la utilización de un aeronave, barco, o equipo rodante en el curso del cual, según el caso, una persona o varias, sufren lesiones graves o mueren como consecuencia de estar a bordo de la aeronave, barco o equipo rodante, o por entrar en contacto con un elemento de la aeronave, barco o equipo rodante, o de su contenido”.

Los accidentes de transporte carretero por su alto nivel de presencia en las estatificas de morbilidad o mortalidad, se considera un factor común, incluso al punto de ser considerado materia de problema a tratar en la salud pública.

Las incidencias encontradas en el municipio refieren específicamente a accidentes catalogados como; atropellamientos, volcaduras y choques. Si bien son comunes para todo escenario territorial que alberga transito carretero, es clave indagar las cusas estructurales de los siniestros. El descuido humano es la causa más frecuente, pero es posible relacionarlos con malos diseños viales de la infraestructura o la falta de indicativos de orden vial como semáforos.

Para poder buscar una relación entre los siniestros registrados y las condiciones materiales de la red vial, pudiendo ser este mantenimiento o formas peligrosas, se consultó material de la Secretaría de Comunicación y Transporte, del Instituto Mexicano de Transporte, el INEGI, como el sistema de red vial, mostrado cartográficamente en los mapas ya presentados como la jerarquía de vialidades, y sumado a ello para especificar la atención a los altercados viales se analiza las maniobras prohibidas que la Red Nacional de Caminos 2018 producto compartidos de las dependencias ya mencionadas encabezadas por las SCT, publica.

Según el Documento Técnico Descriptivo de la Red Nacional de Caminos, son maniobras prohibidas: acciones que los conductores de vehículos deben realizar a través de giros para lograr encausarse a otras vías en intersecciones a nivel. Las consideraciones para este producto son específicamente maniobras prohibidas, que pueden estar señaladas o por la lógica de la funcionalidad de distribuidores o existencia de enlaces que tiene como función dar seguridad a los conductores y evitar accidentes.

Para una mejor pormenorización del evento a atender entendido como maniobra prohibida, se muestra un extracto de las indicaciones que el Documento Técnico Descriptivo contiene, en cuanto a su representación geométrica:

Maniobra prohibida

Es aquella que físicamente es posible realizar con algún vehículo, pero que no está permitida por reglamento o porqué se indica con señales de tránsito, además por la existencia de elementos de enlace en intersecciones a nivel. Se establecen para prevenir accidentes y en el modelado son utilizadas para resolver una ruta correcta y apropiada sobre todo en rotondas o enlaces en distribuidores.

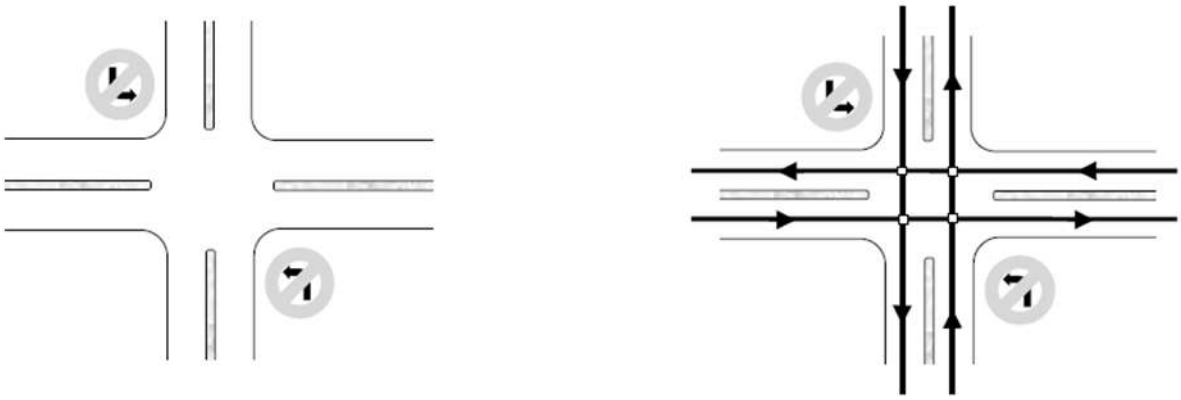


Figura 5.2 Representación de maniobras prohibidas.

Fuente: RNC, 2018.

Siguiendo con el ejemplo, se aprecian los identificadores para cada elemento de la *Red Vial* y para cada *Unión*.

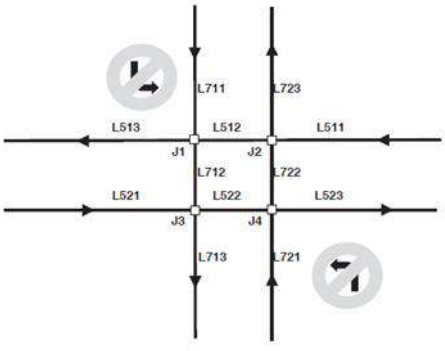


Figura 5.3. Representación de maniobras prohibidas.

Fuente: RNC, 2018.

De tal forma que las dos maniobras prohibidas que se muestran en la figura anterior, se establecen a través de las siguientes relaciones.

Elemento Red Vial	Unión	Elemento Red Vial	Elemento Red Vial	Elemento Red Vial
L711	**J1**	**L712**	**L522**	**L523**
L721	**J4**	**L722**	**L512**	**L513**

Tabla 5.1. Elementos vectoriales de la red.

Fuente: RNC, 2018.

Figura 5.4. Representación de maniobras prohibidas. En vialidades al interior de las ciudades, las maniobras prohibidas solo son identificables por algún señalamiento.

Fuente: RNC, 2018.

No obstante, existen algunos elementos en intersecciones a nivel, construidos para dar cierta seguridad en los cruces además de facilitar la maniobra para vehículos pesados y de arrastre, en los cuales es factible girar o dar vuelta de un elemento a otro, no obstante, la existencia del resto de la infraestructura es fácil interpretar cuales son maniobras prohibidas.

A efecto de tener como resultado rutas confiables sobre este tipo de distribuidores e intersecciones, se interpretaron y se modelaron con sus respectivas maniobras prohibidas.

Existen dos formas para identificar estas maniobras prohibidas:

a) Por interpretación. Son aquellas identificadas a través del análisis y la interpretación de la funcionalidad de los elementos que componen una intersección a nivel, tal es el caso del siguiente ejemplo de una falsa glorieta en la cual existen catorce maniobras prohibidas.

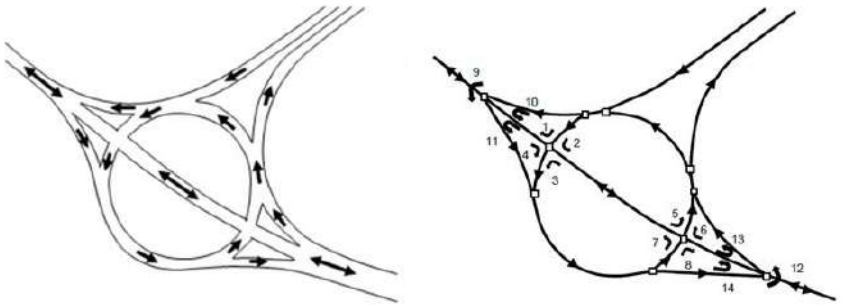


Figura 5.5. Representación de maniobras prohibidas.

Fuente: RNC, 2018.

b) Por señalamiento. Son aquellas que se indican con un señalamiento y es imposible identificarlas mediante interpretación, a menos que se conozca de su existencia. Tal es el caso del siguiente ejemplo en el cual existe una vuelta prohibida de poniente a oriente y giro hacia el norte.

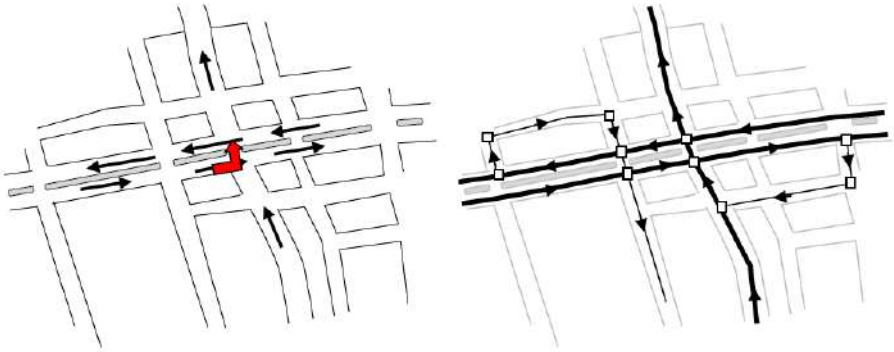


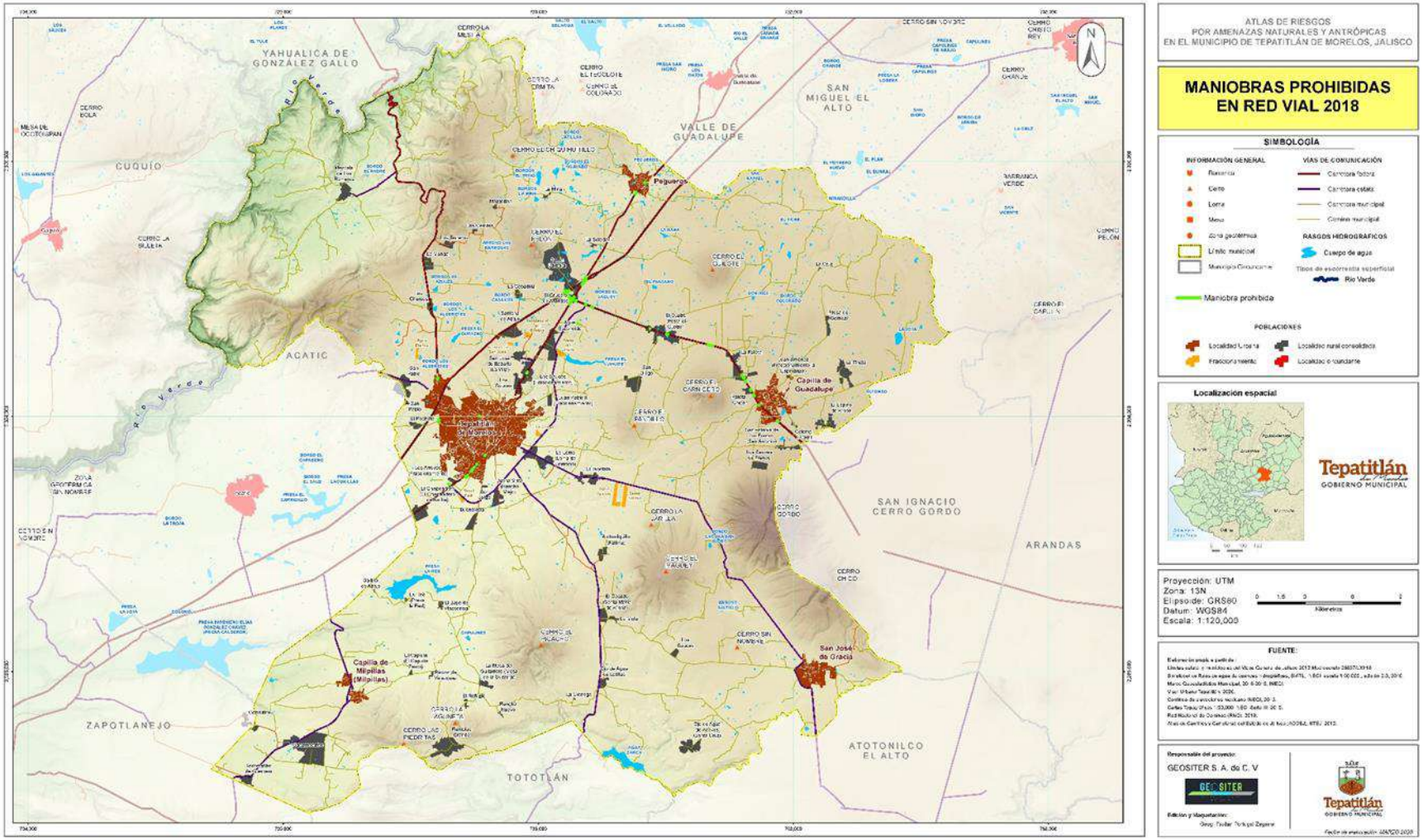
Figura 5.6. Representación de maniobras prohibidas.

Se incluyen este tipo de maniobras prohibidas solamente por conocimiento del analista de estos señalamientos o bien en aquellos lugares donde los servicios de imágenes de apoyo, permiten visualizar dicha señalización.

Fuente: RNC, 2018.

Para obtener rutas confiables al interior de las localidades, es importante conocer donde existen estas restricciones, las cuales se espera se obtengan de las instancias estatales que administran las vialidades una vez que el proyecto sea colaborativo.

Finalmente se muestra cartográficamente las maniobras prohibidas encontradas en la jurisdicción del municipio de Tepatitlán: encontrándose 53 representaciones geométricas sin embargo no muestran correlación espacial con las incidencias mostradas por PC municipal.



Mapa 5.2. Maniobras prohibidas en red vial 2018.

Fuente: Elaboración propia con base en RNC, 2018.

6. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

6.1. Peligros por los sistemas tropicales ((Huracanes, Tormentas y Depresiones tropicales)

Los Ciclones o huracanes, tormentas tropicales y depresiones tropicales son eventos naturales que se originan y desarrollan en los océanos de aguas cálidas y templadas, con nubes tempestuosas, fuertes vientos y lluvias abundantes. Según la velocidad de los vientos, se clasifican en diversos tipos de fenómenos tropicales, tales como; depresión tropical. Estos fenómenos se definen cuando los vientos máximos constantes alcanzan 62 Km/h. Las tormentas tropicales, cuando tienen ráfagas de vientos máximos constantes que se encuentran entre 63 y 118 Km/h. En cuanto los huracanes, las ráfagas de vientos máximos constantes exceden los 119 Km/h.

Los ciclones tropicales también cuentan con su propia subclasificación donde la velocidad alcanzada por el fenómeno de peligro, puede generar estragos a los ecosistemas y a los seres vivos, estos van de acuerdo a la presión que existe en su centro o a la intensidad de los vientos; representadas en la siguiente tabla (6.1) por la clasificación en la escala de Saffir –Simpson:

	Escala Saffir-Simpson		
Denominación	Categoría	Velocidad del viento (km/h)	Presión mínima (hPa)
Depresión Tropical	TD	< 63	-
Tormenta Tropical	TS	64 - 118	-
Huracán	Cat 1	119 - 153	> 980
Huracán	Cat 2	154 - 177	979 - 965
Huracán	Cat 3	178 - 210	964 - 945
Huracán	Cat 4	211 - 250	944 - 920
Huracán	Cat 5	> 251	< 920

Tabla 6.1. Regiones ciclogenéticas de los huracanes.

Fuente: CENAPRED, 2006.

El municipio de Tepatitlán de Morelos se encuentra en una zona de bajo peligro por los embates secundarios que podría presentar ante este tipo de peligro (de acuerdo con la clasificación establecida por parte de CENAPRED, 2006), ya que la incidencia y el nivel de peligrosidad de los fenómenos tropicales (los ciclones o huracanes, tormentas tropicales y depresiones tropicales) están en relación por el contacto con el continente; se debilita su

severidad, cuando se alejan de su principal fuente de energía que son los océanos (por sus aguas cálidas) y penetran más hacia el continente. Sin embargo, sus incidencias pueden manifestarse de una manera secundaria o indirecta, dispersas y hasta cierto punto aislado.

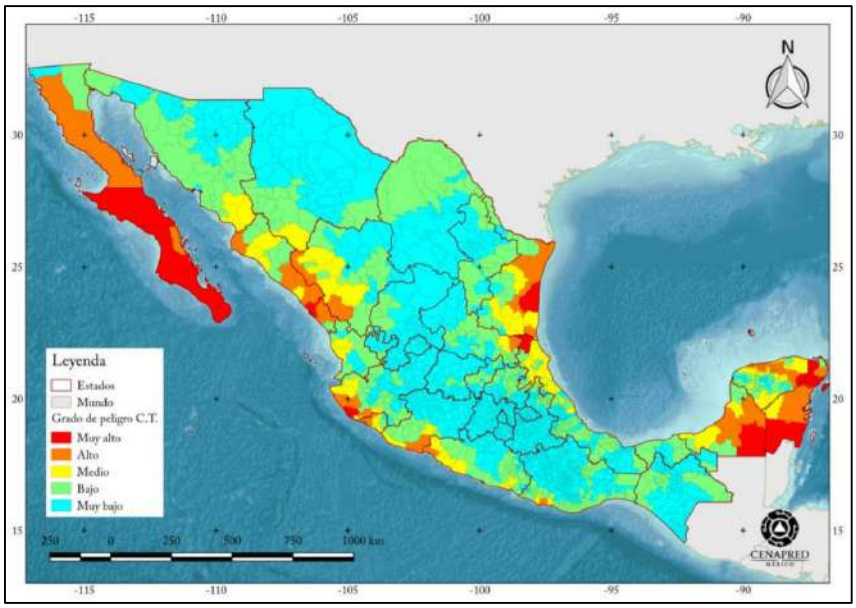


Figura 6.1. Regiones ciclogenéticas de los huracanes.

Fuente: CENAPRED, 2006.

Los principales disturbios que podrían presentarse en el municipio son atribuidos primordialmente por precipitación intensa y/o prolongada, y si las condiciones atmosféricas son favorables, pueden presentarse tormentas torrenciales o tormentas convectivas. Además de manifestar tormentas eléctricas y granizadas. Estas incidencias están íntimamente relacionadas con el efecto del continente y no por las zonas litorales; ya que, en las costas, las incidencias están influenciadas por el contacto directo por dos ambientes: costero y continental, favoreciendo mayor energía en su presión atmosférica y la velocidad de masa, dando más sinergia al sistema tropical y generando los vectores de daños por tormentas intensas y/o prolongadas, acompañadas de fuertes vientos y la formación de las marejadas.

6.1.1. Zonificación del peligro por los sistemas tropicales

Dentro de los antecedentes históricos que se han manifestado a lo largo de la historia en el estado de Jalisco y los estados circundantes, hay una cuantificación total de 770 eventos relacionados con los sistemas tropicales, que van desde 1955 a 2019 (64 años). De estos incidentes, se han manifestado diversas categorías de peligro; tormentas tropicales, depresiones tropicales y ciclones, desde categoría 1 hasta la categoría 5. Por lo general estos fenómenos se manifiestan en promedio anual aproximado, un total de 26 durante la temporada húmeda; de los cuales, 6 eventos si llegan a tocar tierra firme (hacia el continente), las tormentas tropicales y las depresiones tropicales son más recurrentes, con un periodo de retorno de 3 años y con una probabilidad de ocurrencia anual de 31%. En cuanto los huracanes de categoría 2 y 3, tienen una probabilidad de ocurrencia anual de 11% y con un periodo de retorno de 10 años. En cambio, los fenómenos meteorológicos más devastadores, los huracanes de categoría 4 y 5, tienen una probabilidad de 0.33% anual y con un período de retorno de 57 años.

En la siguiente tabla (6.2), se aprecian algunos de los fenómenos más significativos que se han presentado en la región occidental de la República Mexicana y en el estado de Jalisco:

NOMBRE	CATEGORÍA	FECHA	VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO KM/H	PRECIPITACIÓN GENERADA EN MANZANILLO (LLUVIA EN MM)
S/N	H1	15 de octubre de 1955	139	230.5
S/N	H4	23 de octubre de 1959	222	503.1
Emily	H1	29 de junio de 1963	139	54
Annette	TT	21 de junio de 1968	83	220
Glenda	H1	8 de septiembre de 1969	120	70
Agatha	H2	21 de mayo de 1971	158	297
Bridget	H2	15 de junio de 1971	158	45.7
Lily	H1	31 de agosto de 1971	139	144.6
Annette	H1	4 de junio de 1972	139	215.7
Aletta	TT	29 de mayo de 1974	93	71.6
Norma	H1	10 de septiembre de 1974	120	38.1
Eleanor	TT	12 de julio de 1975	65	261.9
Andrés	H2	2 de junio de 1979	158	10.8
Ignacio	H4	25 de octubre de 1979	232	92.6
Irwin	TT	29 de agosto de 1981	83	328.6
Otis	TT	26 de octubre de 1981	139	108.6
Adolph	H2	22 de mayo de 1983	176	153
Eugene	H2	24 de julio de 1987	157	344.3
John	TT	19 de agosto de 1988	65	358.3
Duglas	TT	21 de junio de 1990	102	83.8
Ignacio	TT	17 de septiembre de 1991	93	182.8
Virgil	H4	3 de octubre de 1992	215	116.2
Winifred	H2	9 de octubre de 1992	174	S/D
Calvin	H2	7 de julio de 1993	167	S/D
Hernán	H3	9 de mayo de 1996	206	27
Olaf	H1	10 de julio de 1997	174	79.7
Greg	H1	9 de junio de 1999	120	419.4
Julio	TT	26 de septiembre de 2002	65	75.5
Olaf	H3	10 de junio de 2003	205	143.3
Lene	H4	15 de septiembre de 2006	205	143.3
Norman	TT	10 de octubre de 2006	85	16.8
Henrietta	H2	9 de septiembre de 2007	140	28
Odile	TT	10 de septiembre de 2008	110	48.1
Andrés	H1	23 de junio de 2009	120	50.8
Beatríz	H1	21 de junio de 2009	150	30.1
Jova	H2	23 de junio de 2009	205	231.9
Erick	H1	4 de julio de 2013	130	109.6
Manuel	H1	13 de septiembre de 2013	120	176.4
Patricia	H5	20 de octubre de 2015	325	290

Tabla 6.2. Fenómenos meteorológicos que han afectado en el estado de Jalisco.

Fuente: SEDATU, 2016.

6.2. Peligros por los fenómenos de las tormentas extremas (trombas, eléctricas y Granizadas)

La precipitación intensa o también conocida como tromba o tormentas convectivas, es un fenómeno hidrometeorológico que se caracteriza por su intensa lluvia de corta duración y/o prolongada que generalmente se manifiesta durante la temporada húmeda. Los efectos colaterales que desarrolla este tipo de peligro por lo general son los vientos intensos y los relámpagos pueden ocasionar estragos, además de inundaciones súbitas y/o prolongadas. También pueden desencadenar otros tipos de fenómenos no relacionados con los elementos meteorológicos, como es el caso de los flujos caóticos (procesos gravitacionales) que están relacionados directamente con la génesis geomorfológica - geológica (García, 1988).

Las tormentas convectivas suelen estar acompañadas de granizo, tornados y vientos lineales con rachas destructoras. La aparición de estos fenómenos suele indicar que la tormenta extrema (T.E.), ha alcanzado su estado de madurez (T.E. severa), luego sobreviene la etapa de disipación. Cabe señalar que no todas las T.E. llegan a alcanzar este nivel, en ocasiones sólo pueden ser consideradas como tormentas en desarrollo.

Las tormentas eléctricas son descargas súbitas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Además, se asocian a nubes convectivas (cumulonimbos) y pueden estar acompañadas de precipitación intensa, y en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada o granizo.

Estos fenómenos meteorológicos se forman principalmente por una combinación de humedad en el aire caliente, el cual es obligado a ascender por un sistema de aire frío o un frente frío; en regiones montañosas y brisas marinas.

Dentro del municipio de interés, solamente se encuentra la estación Hidrometeorológica “La Red”. Es indispensable contar con varias estaciones meteorológicas para establecer y gestionar el análisis del peligro por las tormentas intensas, con la finalidad de determinar, su magnitud, su periodo de retorno y sobre todo, establecer cuál sería el peor escenario posible que se podría presentar dentro en el área de estudio.

6.2.1. Microzonificación del peligro por tormentas extremas (Trombas, tormentas eléctricas y tormenta de granizos)

6.2.1.1. Tormentas extremas (Trombas)

En este apartado se utilizaron las estaciones meteorológicas que se encuentran distribuidas a lo largo de la periferia del límite del municipio y la estación que se encuentra en su jurisdicción. Esta información tiene como finalidad establecer la precipitación promedio anual, la precipitación máxima registrada históricamente y es una herramienta crucial para estimar o establecer sus respectivos periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años).

Para establecer las intensidades, los periodos de retorno y el índice de probabilidad anual para las precipitaciones intensas, se interpolo la información meteorológica para generar los modelos rasterizados, con ayuda de los datos de precipitación y el número de días con tormentas y sus efectos secundarios.

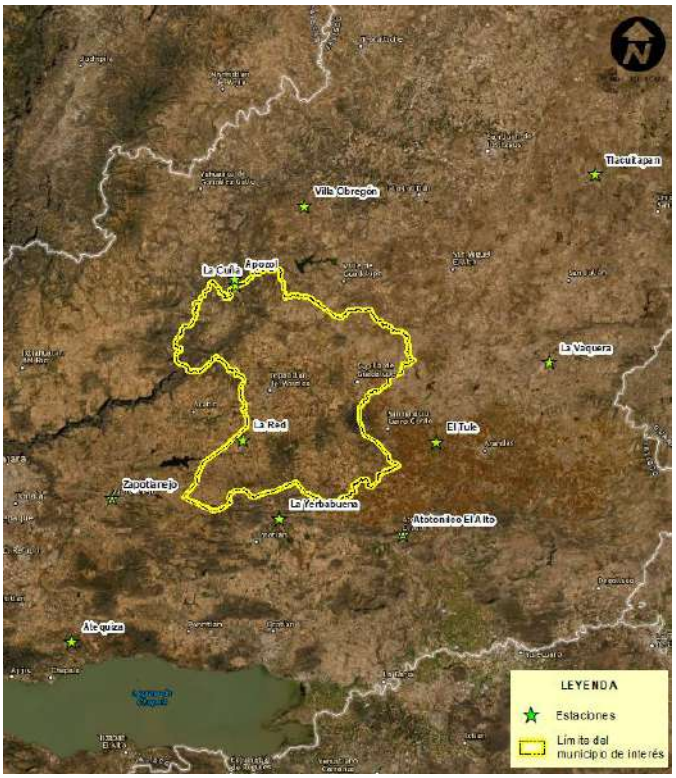


Figura 6.2. Estación de interés.

Fuente: SEDATU, 2016.

Posteriormente se construyó una serie de modelos rasterizados y con sus respectivos periodos de retorno; con base al logaritmo y herramienta de "*IDW*"[32] para establecer su cobertura espacial.

Por último, se implementó la herramienta "*Reclassify*[33]" para establecer las ponderaciones de peligrosidad propuestas por parte de CENAPRED (2011) y con ayuda del método de *Natural Breaks*[34] para establecer los cinco campos de peligrosidad; representadas en la siguiente tabla:

TIPOS DE PRECIPITACIÓN	CARCATERÍSTICAS	PONDERACIÓN	NIVEL DE PELIGRO
Lluvia torrencial	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, mayor a 150 mm.	5	Muy Alto
Lluvia intensa	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 70 a 150 mm.	4	Alto
Lluvia fuerte	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 20 a 70 mm.	3	Medio
Lluvia moderada	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 5 a 20 mm.	2	Bajo
Lluvia ligera	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 0.1 a 5 mm.	1	Muy Bajo

Tabla 6.3. Umbrales del tipo de precipitaciones.

Fuente: CENAPRED, 2011.

El municipio se caracteriza por presentar un patrón ordinario de periodo seco y periodo lluvioso. Los valores de humedad más altos o de precipitación se registran principalmente, durante los meses de junio a agosto; en donde la precipitación máxima se da en el mes de Julio, registrando una precipitación total de 226.18 mm.

MUNICIPIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tepatitlán de Morelos	15.08	8.79	6.81	5.26	26.76	154.64	226.18	189.49	134.02	46.66	12.80	8.24

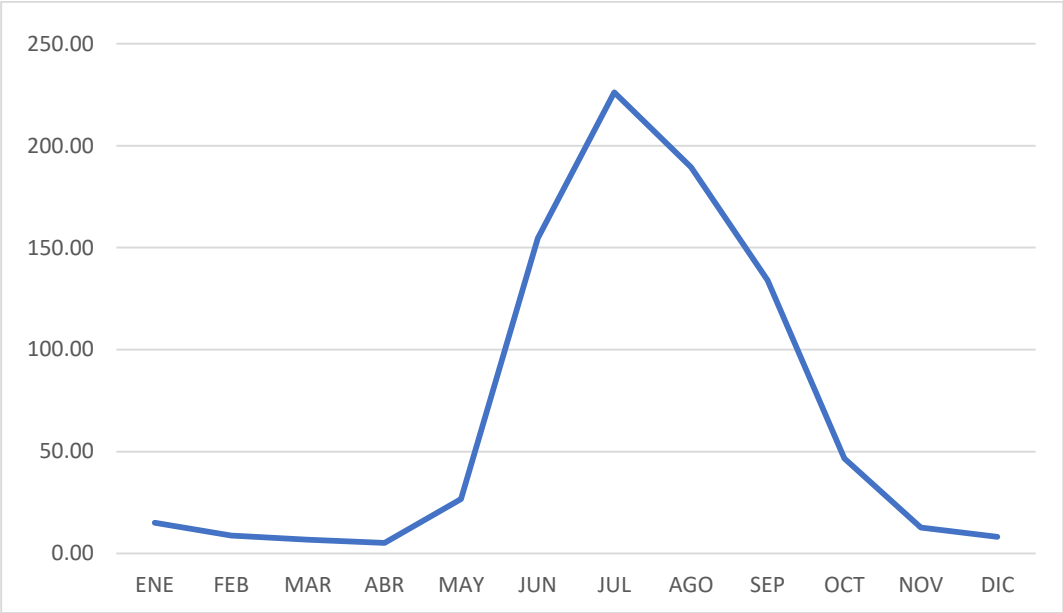
Tabla 6.4. Promedio de lluvias promedio en mililitros.

Fuente: Elaboración propia, con rango temporal de 54 años, y datos de CONAGUA.

[32] Inverse Distance Weighted (IDW) ó es conocido en español como distancia inversa ponderada, es un modelo matemático que estima valores desconocidos al especificar la distancia de búsqueda, los puntos más cercanos, el ajuste de potencia y las barreras (Chuvieco, 2009).

[33] Reclassify o en español como reclasificación, es una herramienta de un software de los SIG (sistema de Información Geográfica) para establecer agrupaciones para su análisis espacial (Chuvieco, 2009).

[34] *Natural Breaks ó cortes naturales*, es una clasificación espacial que as clases se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Las rupturas de clase se crean de manera que los valores similares se agrupan mejor y se maximizan las diferencias entre clases (Chuvieco, 2009).



Gráfica 6.1. Variación de la precipitación anual.

Fuente: Elaboración propia, con rango temporal de 54 años y CONAGUA.

Los registros históricos de precipitación máxima de 24 horas son obtenidos gracias a las estaciones meteorológicas que están involucradas en el área de estudio. A continuación, se describen los datos obtenidos por cada una de ellas:

En la estación Apozol, se registra una probabilidad anual del 100% de que se manifieste una precipitación máxima ordinaria de 35 mm durante la temporada de húmeda del año. En cambio, para que se manifieste una intensidad de 53 mm lluvia, hay una probabilidad anual de 50% durante el verano. En cuanto las tormentas extraordinarias de 24 horas como el evento de mayor intensidad es de 126 mm y su probabilidad anual es de 2.8%; con un rango temporal de 36 años.

ID	AÑOS	PRECIPITACIÓN	PROBABILIDAD
1	1992	126	2.8
2	2012	77	5.6
3	1998	67	8.3
4	2004	66	11.1
5	2015	62	13.9
6	1988	61	16.7
7	2000	60	19.4
8	2003	60	22.2
9	1989	58	25.0
10	1991	57	27.8
11	2017	57	30.6
12	1984	56	33.3
13	2007	56	36.1
14	2016	55	38.9
15	2011	55	41.7
16	2008	54	44.4
17	1993	53	47.2
18	1996	53	50.0
19	2002	52	52.8
20	1983	52	55.6
21	1985	50	58.3
22	1981	50	61.1
23	2009	49	63.9
24	2013	49	66.7
25	1982	48	69.4
26	2001	47	72.2
27	1980	46	75.0
28	1986	45	77.8
29	1995	45	80.6
30	1997	44	83.3
31	2005	44	86.1
32	2006	41	88.9
33	1987	40.5	91.7
34	1994	40	94.4
35	2014	36.5	97.2
36	1999	35	100.0

Tabla 6.5. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

Por otra parte, en la estación de Atequiza, se presentan tormentas ordinarias de 35.9 mm, por lo que estos efectos tienen una probabilidad anual del 100%. En cambio, para una precipitación máxima de 57.5 mm hay una posibilidad de 50% anual, durante la temporada húmeda. Las precipitaciones equivalentes o superiores a 111 mm, tiene una ocurrencia anual de 1.49%; con un rango temporal de 67 años en su análisis.

ID	AÑOS	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑOS	PR	PROBABILIDAD
1	1979	111.0	1.49	37	1968	55.8	55.22
2	2010	107.2	2.99	38	1957	54.6	56.72
3	1987	94.9	4.48	39	1982	54.6	58.21
4	1965	94.8	5.97	40	2000	54.3	59.70
5	1984	93.2	7.46	41	2009	53.8	61.19
6	1994	88.5	8.96	42	2011	52.2	62.69
7	1977	86.4	10.45	43	2005	52.0	64.18
8	2007	86.1	11.94	44	2014	51.5	65.67
9	2016	82.3	13.43	45	1970	50.9	67.16
10	1992	81.7	14.93	46	1995	49.8	68.66
11	1967	79.7	16.42	47	1963	49.0	70.15
12	2008	77.6	17.91	48	1985	49.0	71.64
13	1991	76.8	19.40	49	1951	48.0	73.13
14	1996	72.4	20.90	50	1990	47.8	74.63
15	1962	69.0	22.39	51	2015	47.6	76.12
16	1961	68.5	23.88	52	1964	47.5	77.61
17	1958	68.1	25.37	53	1983	47.0	79.10
18	2017	68.0	26.87	54	1997	47.0	80.60
19	1989	67.8	28.36	55	1974	46.4	82.09
20	1969	67.7	29.85	56	1980	45.9	83.58
21	1960	65.5	31.34	57	1986	44.8	85.07
22	1954	64.0	32.84	58	1976	43.2	86.57
23	1993	63.7	34.33	59	1952	43.0	88.06
24	1971	63.0	35.82	60	1981	43.0	89.55
25	1973	62.7	37.31	61	1959	42.8	91.04
26	2001	62.7	38.81	62	1966	41.5	92.54
27	2012	60.3	40.30	63	1998	41.4	94.03
28	2013	60.3	41.79	64	2004	41.2	95.52
29	1988	60.2	43.28	65	1956	39.5	97.01
30	1953	60.0	44.78	66	1978	39.1	98.51
31	1999	58.2	46.27	67	2006	35.9	100
32	2002	58.2	47.76				
33	1972	58.0	49.25				
34	1955	57.5	50.75				
35	1975	57.4	52.24				
36	2003	57.2	53.73				

Tabla 6.6. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Atequiza.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la estación La Red existen registros de precipitación máxima ordinara de 30.8 mm y representa el 100% del índice de probabilidad anual con un rango temporal de análisis de 56 años. En cuanto la precipitación de 55.7 mm, tiene una probabilidad anual de 50%. En cambio, para que haya una precipitación máxima extrema de 93 mm, hay una probabilidad anual que se manifieste de 1.79%.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	2008	93.6	1.79	36	2001	49.9	64.29
2	1991	79.5	3.57	37	1966	49.8	66.07
3	1995	77.6	5.36	38	2000	49.8	67.86
4	1976	76.5	7.14	39	1978	49	69.64
5	2017	74.4	8.93	40	1964	48.7	71.43
6	1987	72.2	10.71	41	2010	48.5	73.21
7	1997	70.7	12.50	42	2003	48	75.00
8	1965	68	14.29	43	1990	47.4	76.79
9	2002	68	16.07	44	1961	47	78.57
10	1983	67.4	17.86	45	1980	46.1	80.36
11	1967	66.5	19.64	46	1993	45.6	82.14
12	1992	65.8	21.43	47	1962	44.3	83.93
13	1973	64.8	23.21	48	1999	43.8	85.71
14	1963	63.7	25.00	49	1994	43.1	87.50
15	2016	63.7	26.79	50	1985	41.4	89.29
16	1971	62.5	28.57	51	1974	40.5	91.07
17	2005	62.3	30.36	52	1977	37.2	92.86
18	2015	61.6	32.14	53	2014	37	94.64
19	1982	61.2	33.93	54	1984	36.8	96.43
20	1968	61.1	35.71	55	1989	34.5	98.21
21	1988	60.4	37.50	56	2011	30.8	100.00
22	1975	60	39.29				
23	1986	60	41.07				
24	2009	57.6	42.86				
25	2013	57.1	44.64				
26	2006	56.1	46.43				
27	1970	56	48.21				
28	2007	55.7	50.00				
29	2004	53.6	51.79				
30	1998	52.2	53.57				
31	2012	52.2	55.36				
32	1979	51.3	57.14				
33	1972	51	58.93				
34	1996	50.3	60.71				
35	1981	50	62.50				

Tabla 6.7. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación La Red.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la estación El Tule se puede apreciar que la mayor ocurrencia para las precipitaciones máximas en 24 horas es 30 mm. En cuanto la precipitación que tiene una probabilidad anual de 50% es de 51.11 mm, y en cuanto la precipitación extraordinaria, tiene una probabilidad anual de 2.22%, con una precipitación máxima de 105 mm.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	2004	105	2.22	37	1987	43.6	82.22
2	2002	87	4.44	38	1993	42	84.44
3	2003	78.5	6.67	39	1972	41.2	86.67
4	1985	77.6	8.89	40	1978	41	88.89
5	1997	74	11.11	41	1974	40.8	91.11
6	2009	74	13.33	42	1965	39	93.33
7	1980	73.8	15.56	43	1962	38	95.56
8	1981	72	17.78	44	1999	33	97.78
9	1984	67.4	20.00	45	2008	30.5	100.00
10	1979	65.8	22.22				
11	1994	65.5	24.44				
12	1971	64.4	26.67				
13	1963	63.5	28.89				
14	1983	63.3	31.11				
15	1989	62	33.33				
16	2000	62	35.56				
17	1975	61.4	37.78				
18	1970	60	40.00				
19	1988	59.2	42.22				
20	1973	58.7	44.44				
21	1996	58	46.67				
22	1976	57.7	48.89				
23	1995	57	51.11				
24	1966	56.5	53.33				
25	1967	56.4	55.56				
26	1986	56	57.78				
27	2012	54	60.00				
28	1990	53	62.22				
29	1998	52	64.44				
30	1968	50.5	66.67				
31	1964	49.1	68.89				
32	1977	45.7	71.11				
33	2007	44.5	73.33				
34	2013	44.5	75.56				
35	1982	44.4	77.78				
36	2014	44	80.00				

Tabla 6.8. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación El Tule.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la estación La Cuña la precipitación ordinaria máxima es de 24 mm con una probabilidad anual de 100%. En cuanto la precipitación máxima con una probabilidad de 50% anual es de 47.8 mm y en cuanto la precipitación excepcional máxima superiores o equivalente de 97 mm, representa el 1.5% de probabilidad anual de ocurrencia.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	1994	97	1.49	35	1980	47.6	52.24
2	1963	79	2.99	36	1979	47.5	53.73
3	1986	78.5	4.48	37	1965	47.2	55.22
4	1978	78.4	5.97	38	2000	47	56.72
5	1973	77.8	7.46	39	1982	46.6	58.21
6	1968	74.7	8.96	40	1949	45.2	59.70
7	1997	74	10.45	41	1962	45	61.19
8	1970	72	11.94	42	1964	45	62.69
9	1987	69	13.43	43	1954	44.3	64.18
10	2002	68	14.93	44	1983	44	65.67
11	1992	66	16.42	45	2006	44	67.16
12	1991	65.5	17.91	46	2009	44	68.66
13	1993	65	19.40	47	1956	43.4	70.15
14	1961	63	20.90	48	1977	42.6	71.64
15	1967	60	22.39	49	1951	42.2	73.13
16	2004	60	23.88	50	1999	42	74.63
17	2015	60	25.37	51	1996	41.5	76.12
18	1989	58.5	26.87	52	1950	40.8	77.61
19	1959	56.7	28.36	53	2003	40	79.10
20	1952	55.6	29.85	54	1972	38.9	80.60
21	2001	55	31.34	55	1966	38.8	82.09
22	1981	54.1	32.84	56	1974	38.8	83.58
23	1953	54	34.33	57	1975	38.5	85.07
24	1988	53.5	35.82	58	1960	38	86.57
25	1984	53.3	37.31	59	2010	38	88.06
26	2007	52	38.81	60	1990	37.5	89.55
27	2014	51.5	40.30	61	2005	37	91.04
28	1958	51.1	41.79	62	2013	37	92.54
29	1985	50.9	43.28	63	1955	34.5	94.03
30	1976	50.3	44.78	64	1969	33	95.52
31	2008	50	46.27	65	2012	32.7	97.01
32	1995	49.5	47.76	66	1957	30.1	98.51
33	1998	49	49.25	67	2011	24	100.00
34	1971	47.8	50.75				

Tabla 6.9. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación La Cuña.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

La precipitación máxima con mayor probabilidad anual en la estación Cuquío es de 35 mm con un rango temporal de 70 años. En cambio, la precipitación máxima con rango de 50% de probabilidad anual es de 57 mm. Por último, la precipitación que tiene una ocurrencia esporádica y con un índice de probabilidad anual de 1.43% es de 104 mm, con un rango temporal de 70 años de análisis temporal.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	1948	104	1.43	36	1987	56.7	51.43
2	1967	102.4	2.86	37	1964	56.5	52.86
3	1970	85.8	4.29	38	1975	56	54.29
4	1991	78.3	5.71	39	1968	55.9	55.71
5	2011	76	7.14	40	1982	55	57.14
6	2012	76	8.57	41	1989	54.3	58.57
7	2014	76	10.00	42	2010	52.5	60.00
8	1951	75	11.43	43	2001	50.5	61.43
9	1980	75	12.86	44	2004	50.5	62.86
10	1997	74	14.29	45	2006	50.5	64.29
11	1981	70	15.71	46	1974	49.1	65.71
12	1990	70	17.14	47	1950	49	67.14
13	1972	67.8	18.57	48	1944	48	68.57
14	1952	67.5	20.00	49	2007	47	70.00
15	1965	67.5	21.43	50	2017	47	71.43
16	2000	67.5	22.86	51	2009	46.5	72.86
17	1960	67	24.29	52	1971	46.3	74.29
18	1973	66.4	25.71	53	1995	45.6	75.71
19	2016	66	27.14	54	1949	45.3	77.14
20	1985	64.9	28.57	55	2005	44.5	78.57
21	2013	64	30.00	56	1978	44	80.00
22	1945	63	31.43	57	1943	43.5	81.43
23	1996	63	32.86	58	1963	43.5	82.86
24	2002	62.8	34.29	59	1969	42	84.29
25	1976	62.6	35.71	60	1983	41.8	85.71
26	1992	61.7	37.14	61	1988	41.7	87.14
27	1958	61.5	38.57	62	1999	40.4	88.57
28	1957	61.3	40.00	63	1953	40.3	90.00
29	1961	60.5	41.43	64	1955	40	91.43
30	1962	60.5	42.86	65	1977	39.2	92.86
31	2015	60	44.29	66	1959	38.3	94.29
32	1998	59.9	45.71	67	1947	38.2	95.71
33	2003	59.5	47.14	68	1979	37.5	97.14
34	1966	58	48.57	69	1993	36.4	98.57
35	2008	57	50.00	70	1954	35	100

Tabla 6.10. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Cuquío.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la estación Atotonilco El Alto se puede apreciar que la mayor ocurrencia para las precipitaciones máximas en 24 horas es 31 mm. En cuanto la precipitación que tiene una probabilidad anual de 50% es de 56.5 mm, y en cuanto la precipitación extraordinaria, tiene una probabilidad de 1.4% y con una precipitación máxima de 133.5 mm.

ID	AÑO	PR	ID	AÑO	PR
1	2012	133.20	37	1988	56
2	2013	122.5	38	2009	55.7
3	1952	105	39	2001	55.5
4	1975	101.00	40	1960	55
5	2005	95.00	41	2016	55
6	1999	93.00	42	1970	54.6
7	1976	90.30	43	1957	53.4
8	2004	87.50	44	1980	52.5
9	1965	87.00	45	2002	52.5
10	2017	82.50	46	1997	52.4
11	1948	81.20	47	1986	50.5
12	1963	80.70	48	1987	49.7
13	1961	80.00	49	1966	49.6
14	1950	79.10	50	1943	49.5
15	2003	78.50	51	1947	49.5
16	1968	78.00	52	1993	49
17	2000	78.00	53	1995	49
18	1998	75.50	54	1979	48.3
19	1967	72.20	55	1962	48.2
20	1971	70.20	56	1959	47.8
21	1973	68.70	57	1989	47
22	1994	68.00	58	1949	46.8
23	2014	66.00	59	1954	46.8
24	1956	63.50	60	1981	45.8
25	1958	63.00	61	1964	44.1
26	1984	63.00	62	1969	43.7
27	1978	61.30	63	2007	43.5
28	2010	61.00	64	1945	43
29	1955	60.00	65	1996	42.3
30	1946	59.00	66	2015	42.3
31	1974	57.8	67	1951	37.3
32	1972	57.6	68	1953	36
33	2008	57.5	69	2011	35.6
34	1977	57.2	70	2006	33
35	1944	56.8	71	1982	31
36	1983	56.5			

Tabla 6.11. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Atotonilco El Alto.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

La estación La Vaquerita, cuenta con registros ordinarios de precipitación máxima de 39 mm. En cambio, el índice de probabilidad del 50% es de 56 mm y las precipitaciones extremas excepcionales, pueden alcanzar precipitaciones superiores de 84 mm; con un índice de probabilidad anual de 3%.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	2014	84	2.94
2	2003	80	5.88
3	1989	77.2	8.82
4	1991	75	11.76
5	2004	75	14.71
6	2005	75	17.65
7	1983	67	20.59
8	2015	65	23.53
9	1996	63	26.47
10	2006	63	29.41
11	2009	63	32.35
12	2013	62.5	35.29
13	2008	61	38.24
14	2016	60.3	41.18
15	1997	60	44.12
16	2007	56	47.06
17	2012	56	50.00
18	1984	55.5	52.94
19	2017	55	55.88
20	1993	54.5	58.82
21	2000	54	61.76
22	1986	52.5	64.71
23	1990	52.4	67.65
24	1999	52	70.59
25	1995	51	73.53
26	1982	46.5	76.47
27	1987	46.3	79.41
28	1988	46	82.35
29	1985	45	85.29
30	2002	43	88.24
31	1998	42.5	91.18
32	1994	41	94.12
33	1992	39.5	97.06
34	2001	39	100.00

Tabla 6.12. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación La Vaquerita.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

Dentro de la estación Tlacuitapan localizada en el municipio de La Unión de San Antonio, las precipitaciones máximas en 24hrs que se consideran ordinarias son de 30 mm de acuerdo a sus registros. En cuanto a las precipitaciones que tienen un índice de probabilidad anual de 50% registradas, son aproximadamente de 51.5 mm. En cuanto a las precipitaciones máximas esporádicas y además son categorizadas como las más peligrosas en cuanto a estragos, tienden a llegar o superar los 99.5 mm de precipitación y tiene un índice de probabilidad anual de 3.33% de ocurrencia.

ID	Años	PR	PROBABILIDAD
1	2015	99.5	3.33
2	2016	85	6.67
3	1995	77	10.00
4	1991	74	13.33
5	2004	70	16.67
6	2007	69	20.00
7	1988	63	23.33
8	1989	63	26.67
9	1986	62.5	30.00
10	1987	61	33.33
11	1997	60	36.67
12	1993	58.5	40.00
13	2006	54.5	43.33
14	1998	51.5	46.67
15	2000	51.5	50.00
16	2003	49	53.33
17	1984	47	56.67
18	1985	47	60.00
19	2008	45.5	63.33
20	1983	44.5	66.67
21	1981	40	70.00
22	2001	40	73.33
23	2002	39	76.67
24	2013	39	80.00
25	2005	34.5	83.33
26	1982	33	86.67
27	1999	33	90.00
28	1994	32.5	93.33
29	1996	32	96.67
30	2009	30.5	100.00

Tabla 6.13. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Tlacuitapan.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En cambio, la precipitación máxima con mayor ocurrencia para la estación Villa Obregón es de 34 mm, con un rango temporal de 65 años y representa el 100% del índice de probabilidad anual. En cambio, la precipitación máxima con una probabilidad anual del 50%, es de 49.3 mm. Por último, la precipitación máxima con una ocurrencia excepcional de 65 años es de 115 mm y tiene una probabilidad anual de 1.5%.

ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PROBABILIDAD
1	1991	115	1.54	34	1964	49	52.31
2	1970	109	3.08	35	1980	49	53.85
3	2005	99	4.62	36	2010	48.7	55.38
4	1994	80	6.15	37	1943	48	56.92
5	2016	75	7.69	38	1987	48	58.46
6	1974	66.9	9.23	39	1995	48	60.00
7	1990	66.2	10.77	40	1971	47	61.54
8	2000	65.5	12.31	41	1977	47	63.08
9	2013	65	13.85	42	1997	46.9	64.62
10	2007	64	15.38	43	1998	46.7	66.15
11	2003	63	16.92	44	1961	46	67.69
12	1967	62	18.46	45	1966	46	69.23
13	2011	61.8	20.00	46	1959	45	70.77
14	2002	61.5	21.54	47	1993	45	72.31
15	2004	61.3	23.08	48	1996	44.7	73.85
16	1983	60	24.62	49	1953	44.5	75.38
17	2015	60	26.15	50	1962	44	76.92
18	2017	60	27.69	51	1960	43	78.46
19	1975	59.3	29.23	52	1988	43	80.00
20	2012	58.9	30.77	53	1944	42	81.54
21	1992	57.5	32.31	54	1965	41.8	83.08
22	1989	56.5	33.85	55	1982	41	84.62
23	2008	55.6	35.38	56	1999	40.8	86.15
24	1954	55.5	36.92	57	1985	40	87.69
25	2001	55.5	38.46	58	1986	40	89.23
26	1973	55	40.00	59	1956	39	90.77
27	1981	53.2	41.54	60	2014	36.7	92.31
28	1955	53	43.08	61	1963	36.3	93.85
29	1968	52	44.62	62	1976	35.5	95.38
30	1972	51.1	46.15	63	1984	35.5	96.92
31	1958	51	47.69	64	1957	35	98.46
32	2009	49.5	49.23	65	1945	34	100.00
33	2006	49.3	50.77				

Tabla 6.14. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Villa Obregón.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la estación Yerbabuena, la precipitación de mayor ocurrencia es de 35 mm y representa el 100% de probabilidad anual. En cambio, la precipitación que presenta una probabilidad anual de 50% durante la temporada, es de 54.5 mm; con un rango temporal de 24 años. Por último, la precipitación máxima excepcional es de 85 mm con rango temporal de 48 años y presenta el 2% probabilidad anual.

ID	AÑOS	PR	Probabilidad	ID	AÑOS	PR	Probabilidad
1	2012	85	2.08	35	2000	46.5	72.92
2	2013	82	4.17	36	1992	46	75.00
3	2005	78.5	6.25	37	2016	45.5	77.08
4	2004	76	8.33	38	1995	45	79.17
5	1981	74.5	10.42	39	2006	45	81.25
6	1976	70	12.50	40	2002	44	83.33
7	1999	70	14.58	41	2010	42.5	85.42
8	1996	69	16.67	42	2011	41.5	87.50
9	1970	66.5	18.75	43	2017	41	89.58
10	1991	66	20.83	44	1982	40	91.67
11	1997	66	22.92	45	1987	40	93.75
12	1983	65	25.00	46	1978	38.5	95.83
13	1973	64.5	27.08	47	1974	37.5	97.92
14	2003	63	29.17	48	1998	35	100.00
15	2007	63	31.25				
16	1994	62	33.33				
17	1988	61	35.42				
18	1979	60.5	37.50				
19	1980	60.5	39.58				
20	1977	58.5	41.67				
21	1975	57.5	43.75				
22	2009	57	45.83				
23	1984	56	47.92				
24	2014	54.5	50.00				
25	1985	53	52.08				
26	2015	53	54.17				
27	1989	51	56.25				
28	1993	51	58.33				
29	2001	51	60.42				
30	1972	48.5	62.50				
31	1986	48.5	64.58				
32	1990	48	66.67				
33	2008	48	68.75				
34	1971	47.5	70.83				

Tabla 6.15. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Yerbabuena.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

En la última estación de interés, Zapotlanejo, se han registrado las precipitaciones de manera ordinara en 24 horas de 35 mm, con un índice de probabilidad de 100%. En cuanto la precipitación que tiene una probabilidad del 50% anual es de 49 mm. En cambio, para que haya una precipitación máxima de 140 mm deben pasar 56 años con una probabilidad anual de 1.79% de ocurrencia.

ID	AÑO	PR	PRBABILIDAD	ID	AÑO	PR	PRBABILIDAD
1	1973	140.8	1.64	32	1980	48.5	52.46
2	2015	111	3.28	33	1955	47.9	54.10
3	1967	102.5	4.92	34	1948	46.9	55.74
4	2009	90.9	6.56	35	1962	45.6	57.38
5	1946	80.4	8.20	36	1977	45	59.02
6	1999	80	9.84	37	1981	45	60.66
7	1976	72.2	11.48	38	1956	44.5	62.30
8	1988	70	13.11	39	2001	44	63.93
9	2010	66	14.75	40	1971	43.8	65.57
10	1975	65.9	16.39	41	1984	43	67.21
11	1958	65.1	18.03	42	1959	42.7	68.85
12	1944	64.5	19.67	43	1954	42.6	70.49
13	1949	64.3	21.31	44	1951	42.4	72.13
14	1995	64	22.95	45	1945	42	73.77
15	2003	64	24.59	46	1964	42	75.41
16	1950	62.6	26.23	47	1985	42	77.05
17	2008	60.5	27.87	48	2007	42	78.69
18	1978	60	29.51	49	1983	41.8	80.33
19	1965	59.4	31.15	50	1968	41.2	81.97
20	2016	59	32.79	51	2002	40.9	83.61
21	1997	58.5	34.43	52	1953	40	85.25
22	1970	56	36.07	53	1986	40	86.89
23	1966	55.8	37.70	54	1998	40	88.52
24	1969	55.2	39.34	55	2000	38.3	90.16
25	1994	55	40.98	56	1996	38	91.80
26	1963	54.2	42.62	57	1972	37.8	93.44
27	1991	54	44.26	58	1974	37.5	95.08
28	1982	52.6	45.90	59	1979	37	96.72
29	1947	51	47.54	60	1960	35.7	98.36
30	1957	50.5	49.18	61	1993	35	100.00
31	1992	49	50.82				

Tabla 6.16. Probabilidad anual de presentar las precipitaciones intensas en 24 horas en la estación Zapotlanejo.

Fuente: Elaboración propia, y (Comisión Nacional del Agua CONAGUA).

Con la información obtenida de la distribución de las estaciones meteorológicas dentro y fuera de la jurisdicción del municipio de Tepatitlán, se pudo interpolar la información del municipio de interés.

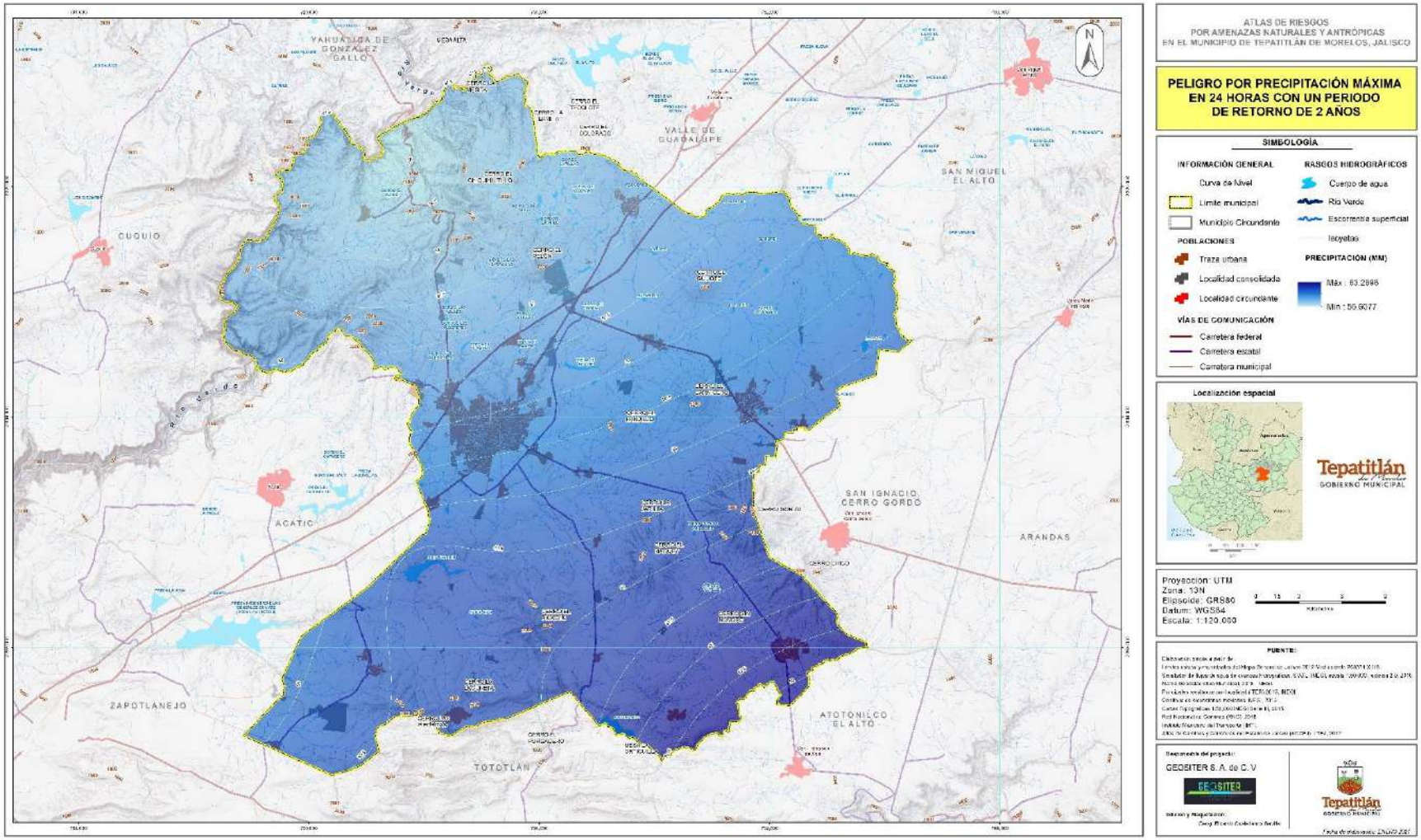
Periodos de retorno en años (Tr)	Intensidad de la lluvia en milímetros por intervalo de tiempo (min)								
	5	10	15	30	45	60	100	120	1440
2	8.86	16.21	16.21	25.65	28.71	32.19	36.95	56.43	63.20
5	11.69	21.40	26.51	33.86	37.90	45.44	69.53	71.39	81.40
10	13.84	25.33	33.81	40.06	44.84	53.78	57.71	81.45	93.45
25	16.67	30.51	40.73	48.27	54.03	64.79	69.53	94.22	108.68
50	18.82	34.44	45.97	54.48	60.97	73.12	78.47	103.72	119.97
100	32.30	36.36	51.21	60.68	67.92	81.45	87.41	113.16	131.18

Tabla 6.17. Intensidad y precipitaciones máximas en 24 horas en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia, y Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

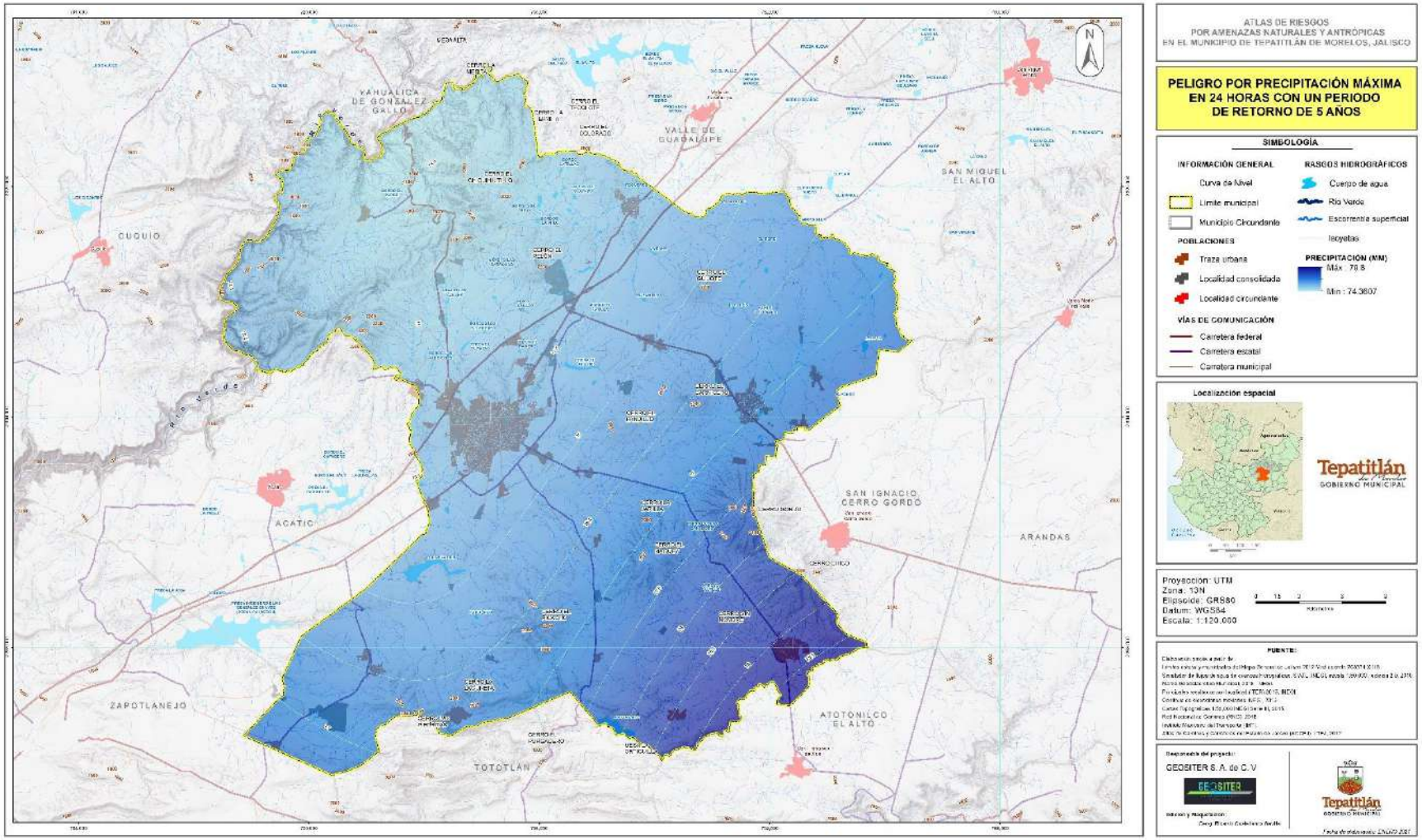
Con base a la tabla anterior se puede apreciar las condiciones meteorológicas recurrentes u ordinarias (2 a 5 años) que se podrían presentar en cuanto a la precipitación máxima, para el municipio de Tepatitlán de Morelos; es de 8.86 mm a 11.69 mm con una intensidad máxima de cinco minutos. En cambio, estas precipitaciones máximas pueden alcanzar de los 32.19 mm a 45.44 mm en el transcurso de una hora y las lluvias máximas de 24 horas que se podría presentar en el área de estudio, son precipitaciones superiores de los 63.20 mm a los 81.40 mm.

Las precipitaciones que son consideradas como excepcionales durante un rango temporal de 10 a 25 años, las precipitaciones iniciales de 5 minutos pueden alcanzar una lámina de 13.84 hasta 16.67 mm. En cambio, una hora de precipitación puede llegar de 44.84 mm hasta 54 mm. Por último, los tirantes extremos de precipitación en 24 horas de precipitación máxima excepcionales tienen un intervalo de 93.45 a 108.68 mm. Por otra parte, las precipitaciones extraordinarias que podrían presentar dentro del área de estudio es de 131.18 mm con un rango temporal de 100 años.



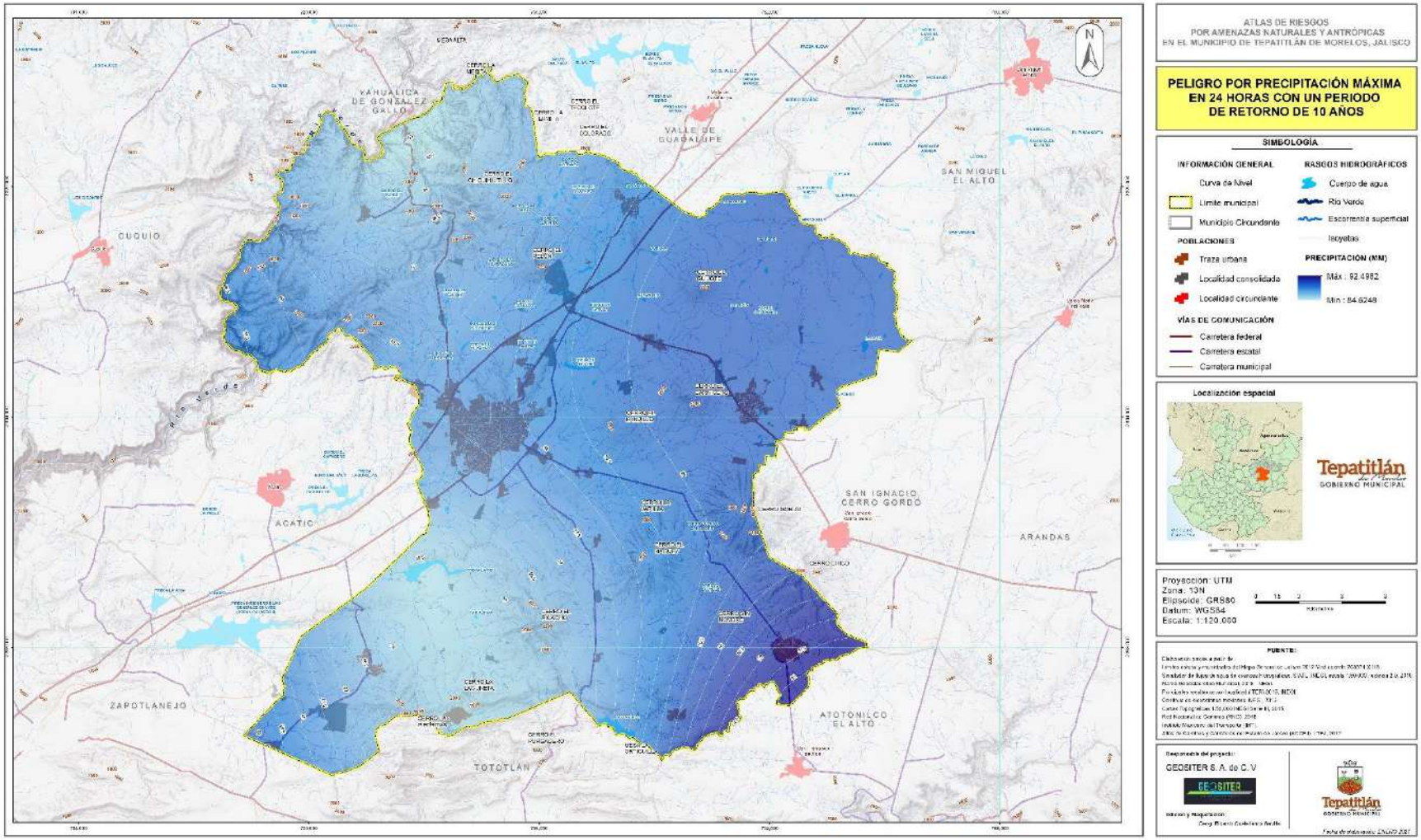
Mapa 6.1. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de dos años.

Fuente: Elaboración propia.



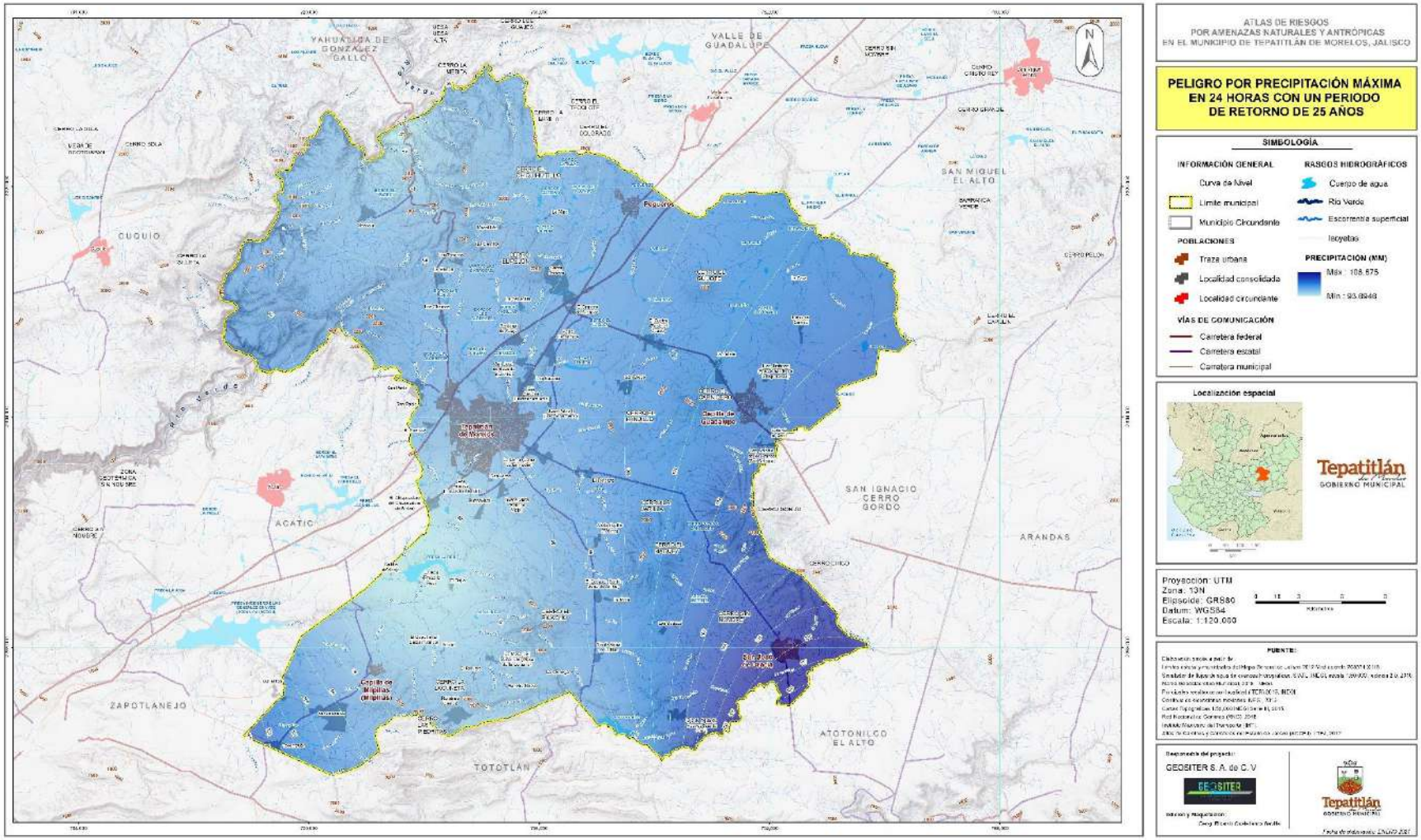
Mapa 6.2. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cinco años.

Fuente: Elaboración propia.



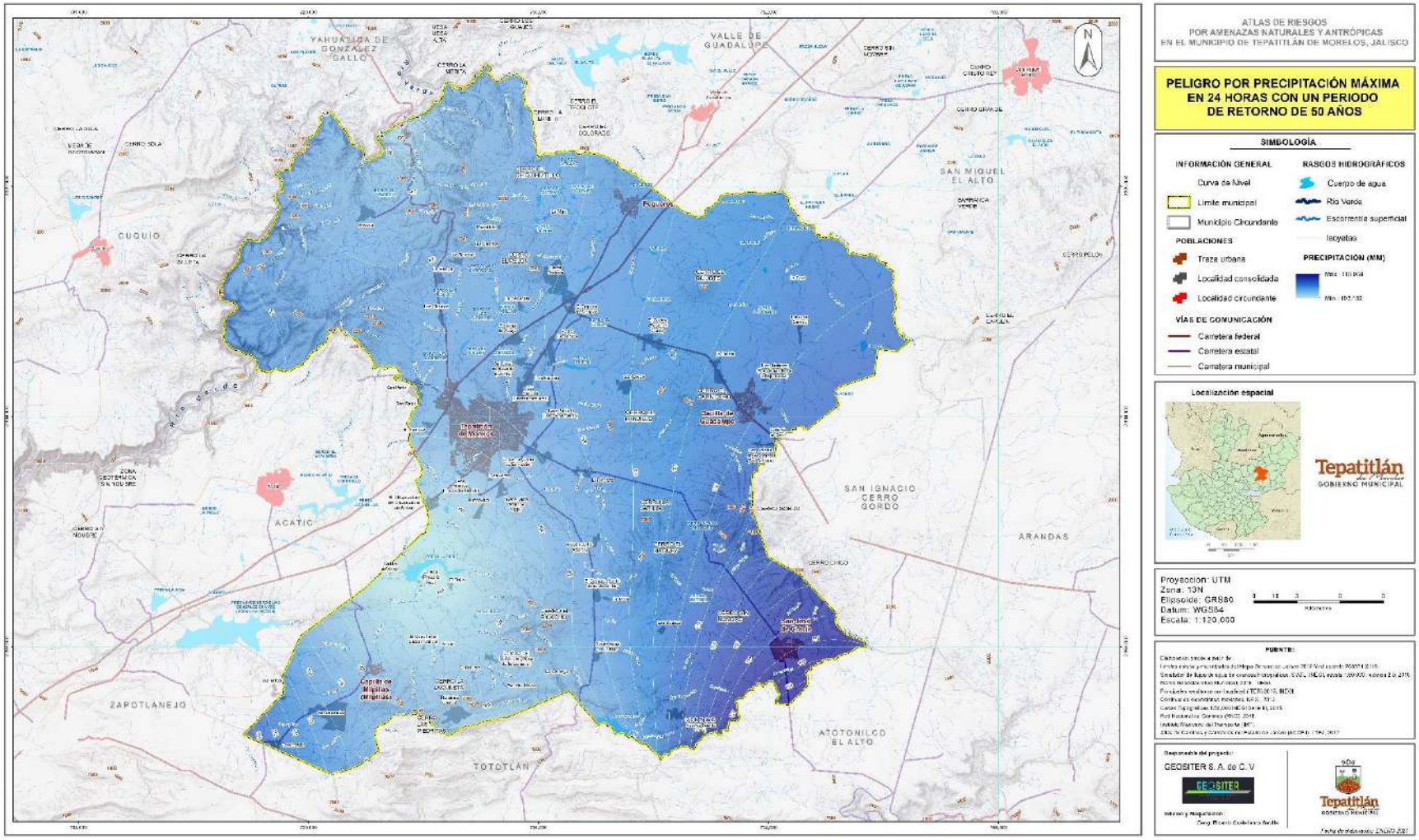
Mapa 6.3. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de diez años.

Fuente: Elaboración propia.



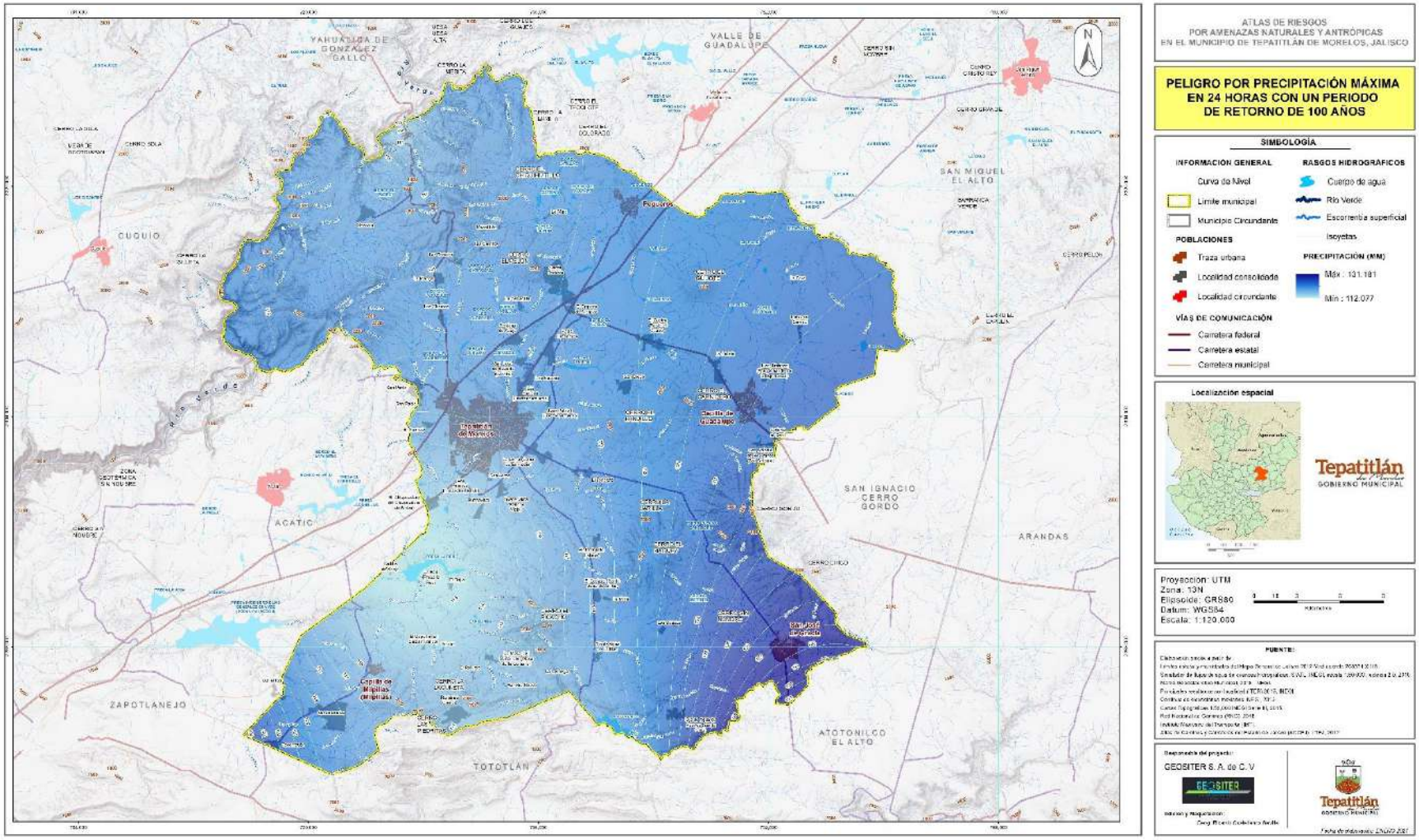
Mapa 6.4. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de veinticinco años.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.5. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cincuenta años.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.6. Peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cien años.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la siguiente tabla (6.18), las precipitaciones con mayor altura de lámina se encuentran principalmente en la región de San José de Gracia con un total de 131.16 mm y en promedio de 121.97 mm. En cuanto en la región de Capilla de Milpillas, es la segunda localidad que puede presentar precipitaciones superiores de 120 mm y así como también, en la localidad de Capilla de Guadalupe.

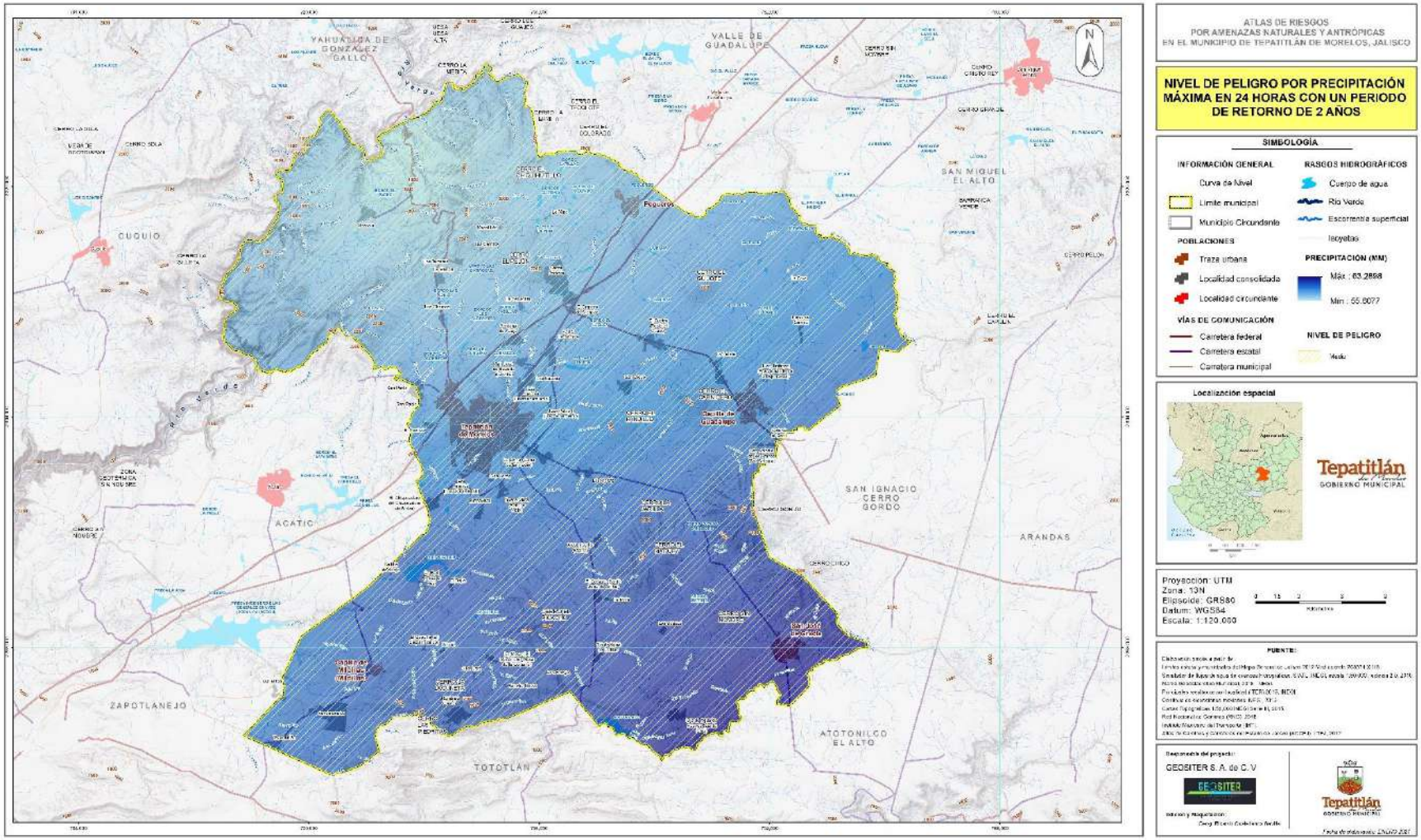
REGIÓN	MÍNIMAS	PROMEDIO	MÁXIMA	NIVEL DE PELIGRO
Cabecera municipal	112.08	117.84	121.01	Alto
Capilla de Guadalupe	119.06	121.35	123.07	Alto
Capilla de Milpillas	112.08	115.84	124.29	Alto
Pegueros	117.49	118.75	120.04	Alto
Mezcala	112.55	117.78	119.65	Alto
San José de Gracia	115.42	121.97	131.16	Alto

Tabla 6.18. Precipitación máxima por las localidades urbanas que se encuentran establecidas en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia [35].

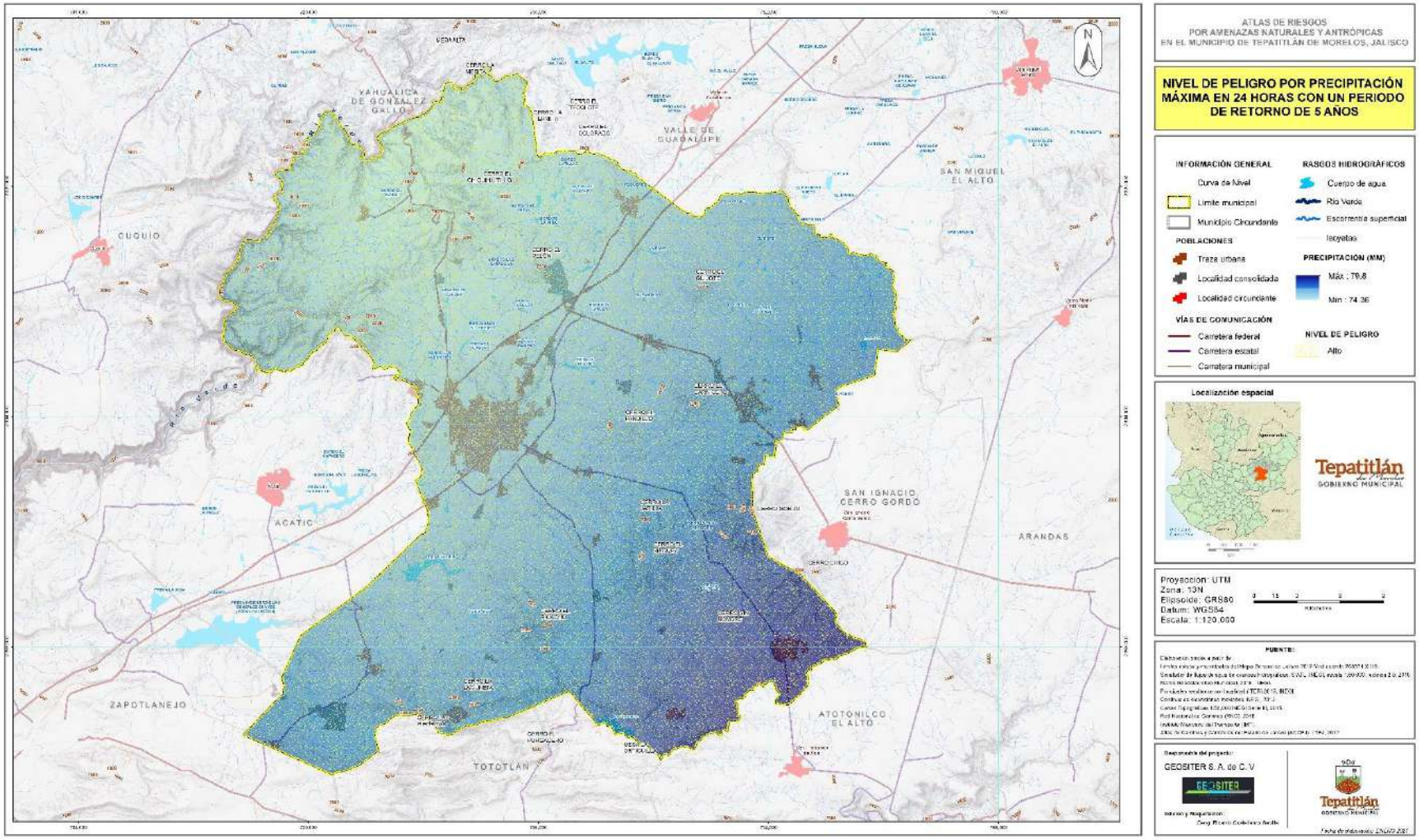
.

[35] Estos valores fueron tomados con base al periodo más peligroso dentro del área de estudio que es de 100 años y con una intensidad de 24 horas.



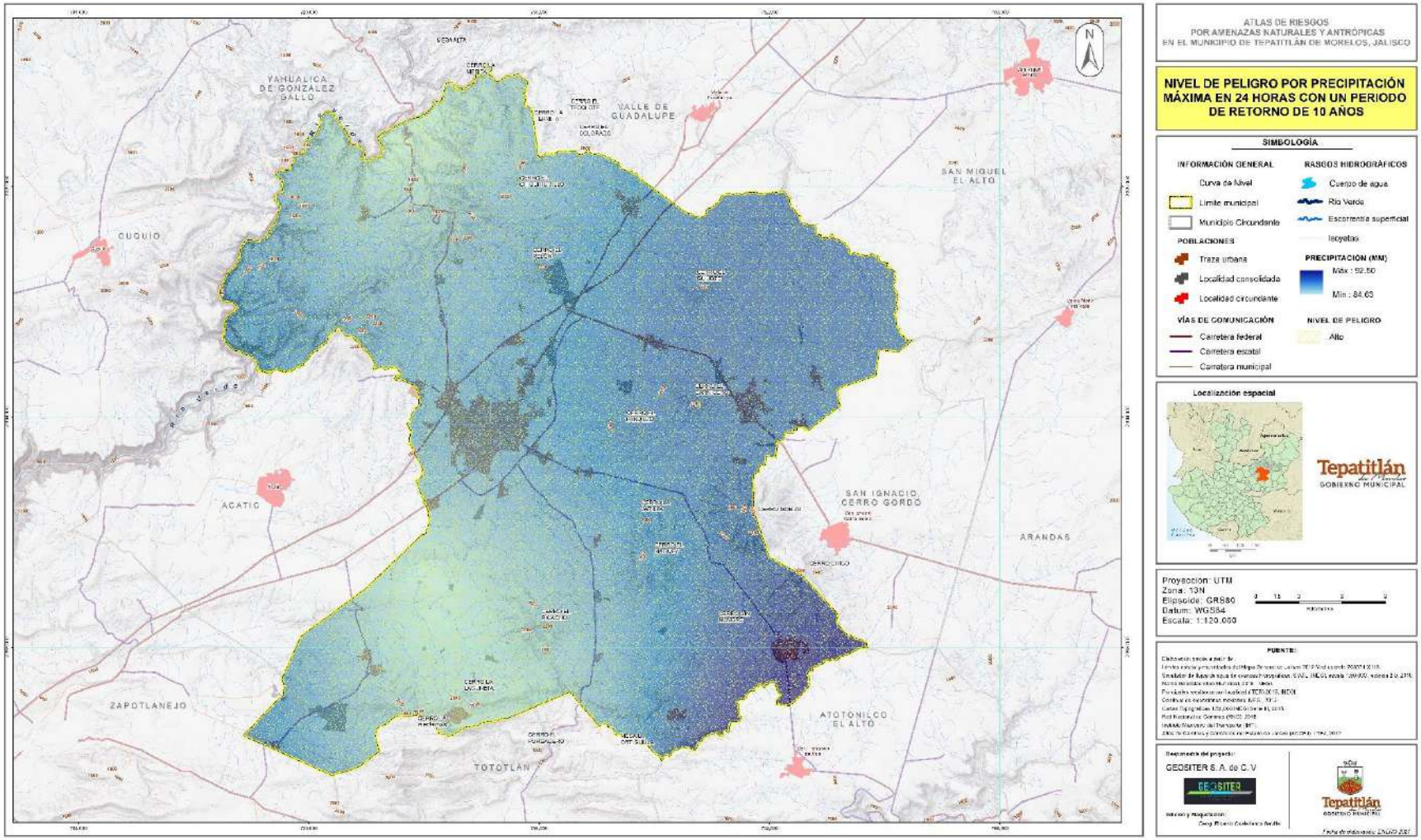
Mapa 6.7. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de dos años.

Fuente: Elaboración propia.



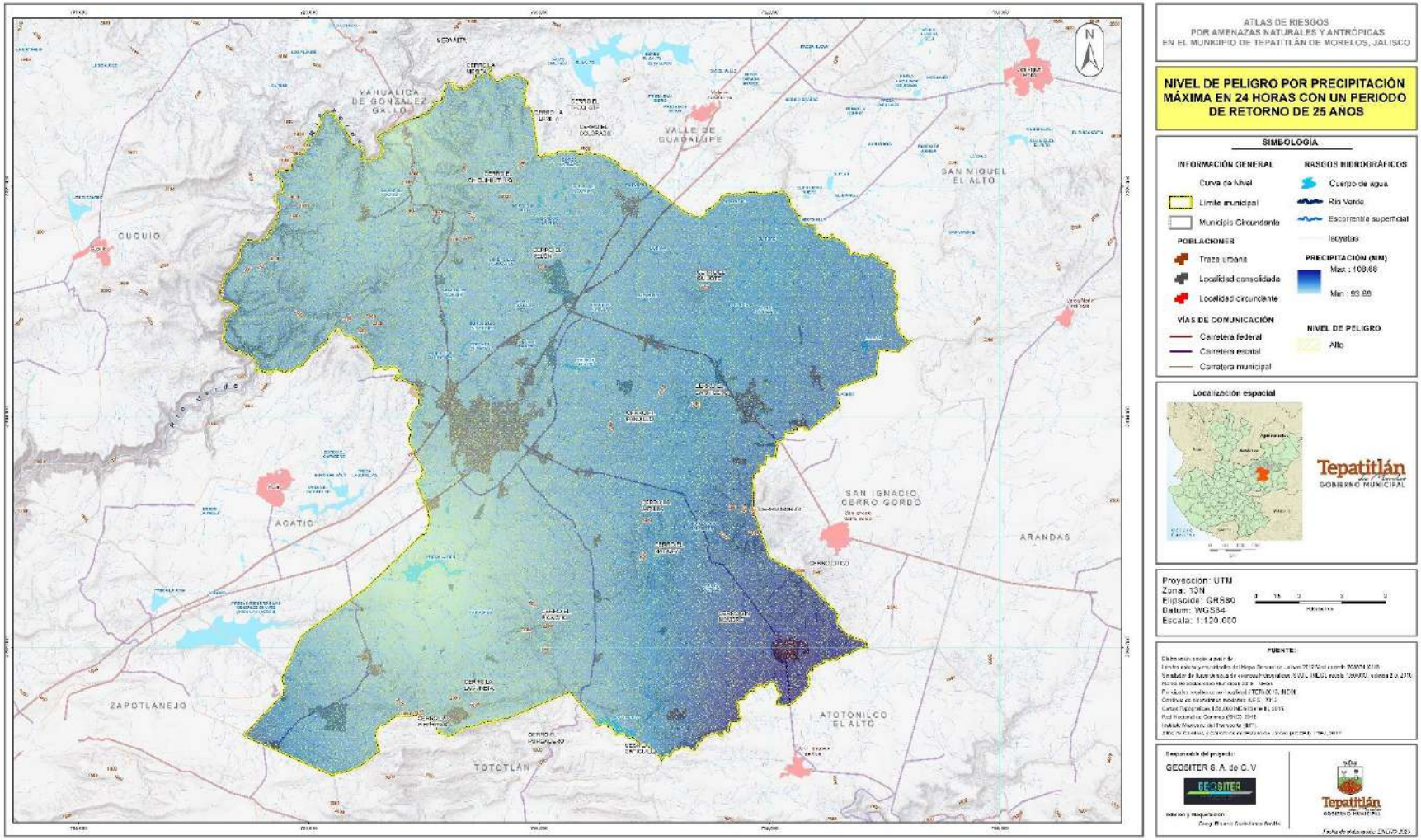
Mapa 6.8. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cinco años.

Fuente: Elaboración propia.



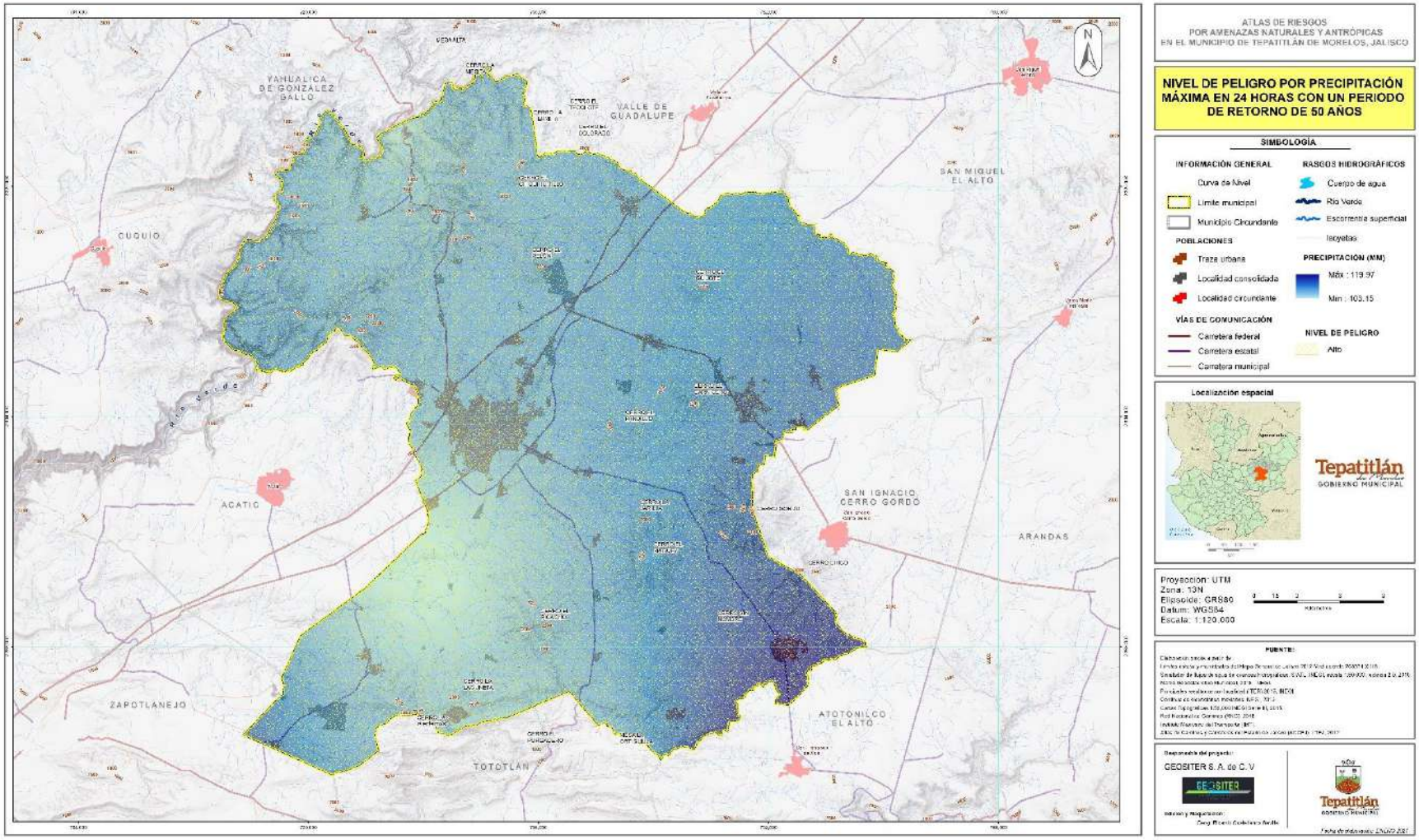
Mapa 6.9. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de diez años.

Fuente: Elaboración propia.



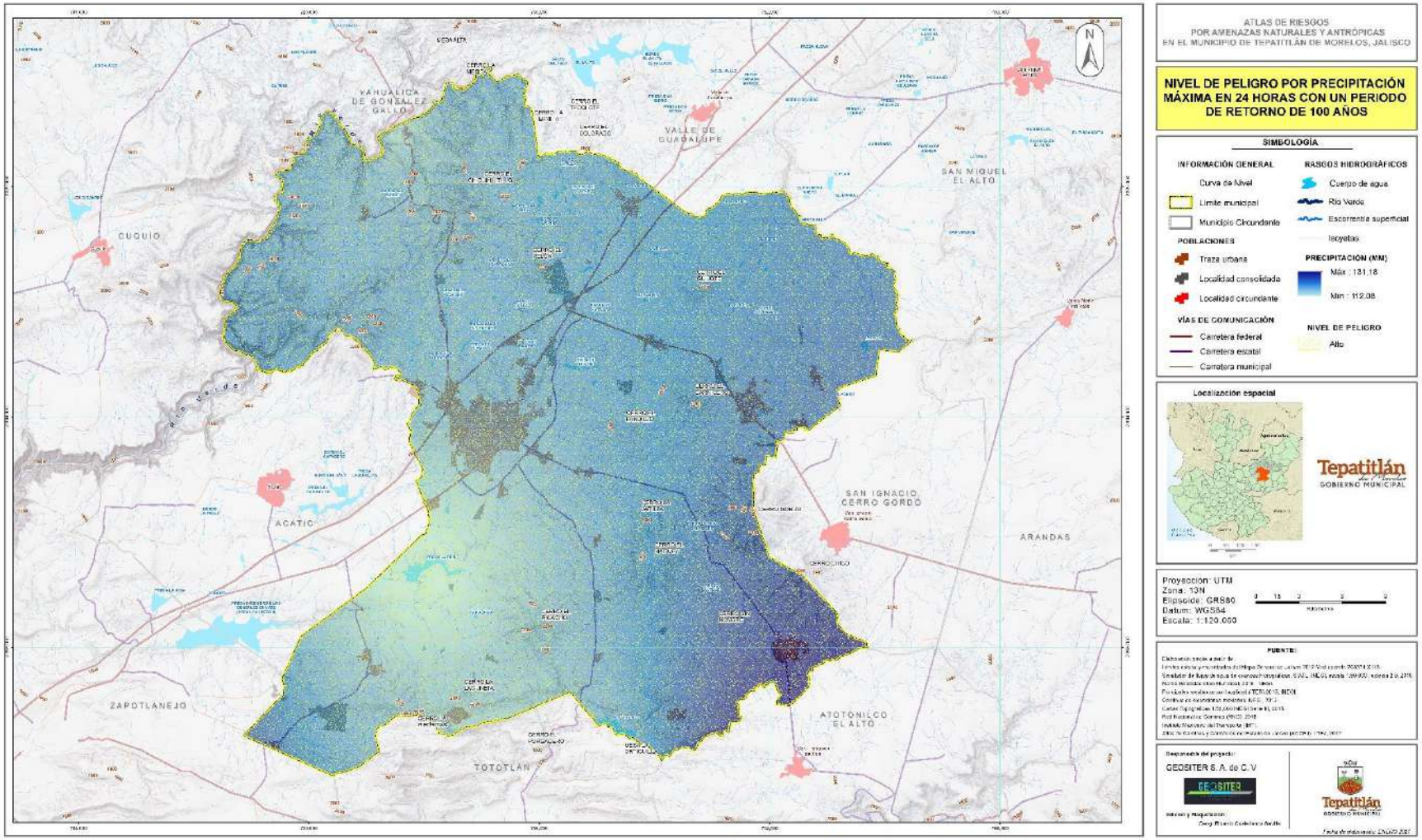
Mapa 6.10. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de veinticinco años.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.11. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cincuenta años.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.12. Nivel de peligro por precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de cien años.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las principales localidades rurales que presentan un máximo valor de incidencia de peligro por las precipitaciones intensas, son; Ojo de Agua de Aceves (Santa Cruz), San Antonio de los Franco (San Antonio), Tecomatlán, Colonia el Carril, entre otras localidades rurales ya consolidadas.

Fotografía 6.1. Zona conflictiva por las precipitaciones máximas, fraccionamiento El Tablón.

Fuente: Captura propia.

LOCALIDADES	MÍNIMAS	PROMEDIO	MÁXIMA	NIVEL DE PELIGRO	REGIÓN
Agua Escondida	118.68	118.83	118.96	Alto	Cabecera Municipal
Atotonilquillo (Fátima)	118.19	118.35	118.54	Alto	Cabecera Municipal
Buena Vista (Rancho Viejo)	115.22	115.61	115.91	Alto	Cabecera Municipal
Buenavista	113.9	114.29	114.72	Alto	Cabecera Municipal
El Chispeadero (El Chispeadero de Arriba)	113.37	113.72	114.09	Alto	Cabecera Municipal
El Cuatro (Posta el Cuatro)	119.92	120.15	120.38	Alto	Cabecera Municipal
El Pochote	116.54	116.65	116.74	Alto	Cabecera Municipal
El Tepetate	118.04	118.42	118.81	Alto	Cabecera Municipal
Juan Pablo II [Fraccionamiento]	118.35	118.44	118.53	Alto	Cabecera Municipal

LOCALIDADES	MÍNIMAS	PROMEDIO	MÁXIMA	NIVEL DE PELIGRO	REGIÓN
La Cebadilla	118.62	118.65	118.68	Alto	Cabecera Municipal
La Loma (Loma de Enmedio)	117.1	117.45	117.78	Alto	Cabecera Municipal
La Manga	117.99	118.06	118.11	Alto	Cabecera Municipal
Los Arroyos [Fraccionamiento]	115.08	115.17	115.24	Alto	Cabecera Municipal
Los Charcos	118.2	118.2	118.21	Alto	Cabecera Municipal
Los Sauces [Fraccionamiento]	118.34	118.39	118.44	Alto	Cabecera Municipal
Los Terreros	117.95	118.01	118.06	Alto	Cabecera Municipal
Saltillo de Abajo	112.43	112.45	112.48	Alto	Cabecera Municipal
San Diego	119.65	119.78	119.91	Alto	Cabecera Municipal
San Jorge	115.5	115.59	115.69	Alto	Cabecera Municipal
San José de Basarte (La Villa)	118.4	118.48	118.57	Alto	Cabecera Municipal
San Pablo	117.16	117.53	117.74	Alto	Cabecera Municipal
Santana de Abajo	118.4	118.54	118.63	Alto	Cabecera Municipal
Colonia el Carril	122.35	122.41	122.48	Alto	Capilla de Guadalupe
El Crucero de Arandas	119.09	119.13	119.18	Alto	Capilla de Guadalupe
Juan Jiménez (Fraccionamiento la Esperanza)	121.9	121.94	121.97	Alto	Capilla de Guadalupe
La Cruz	121.51	121.52	121.53	Alto	Capilla de Guadalupe
La Paleta	121.03	121.24	121.44	Alto	Capilla de Guadalupe
Presa de Gómez	121.86	121.95	122.04	Alto	Capilla de Guadalupe
San Antonio de los Franco (San Antonio)	122.32	122.54	122.75	Alto	Capilla de Guadalupe
Corralillos	120.4	120.67	120.88	Alto	Capilla de Milpillas
El Bajío de Plascencia	112.47	112.57	112.66	Alto	Capilla de Milpillas
El Capulín (El Capulín Zarco)	114.02	114.13	114.22	Alto	Capilla de Milpillas
El Refugio	115.08	115.13	115.17	Alto	Capilla de Milpillas
La Mesa del Guitarrero (Mesa de la Guitarra)	115	115.15	115.31	Alto	Capilla de Milpillas
La Red (Presa la Red)	112.11	112.13	112.15	Alto	Capilla de Milpillas
Ramblas Grande	114.94	115.17	115.38	Alto	Capilla de Milpillas
Rancho Nuevo	115.31	115.34	115.36	Alto	Capilla de Milpillas

LOCALIDADES	MÍNIMAS	PROMEDIO	MÁXIMA	NIVEL DE PELIGRO	REGIÓN
Rincón de Velázquez	114.16	114.27	114.38	Alto	Capilla de Milpillas
Sacamecates	117.5	118.46	119.61	Alto	Capilla de Milpillas
Tecomatlán	121.79	122.19	122.65	Alto	Capilla de Milpillas
Mezcala	117.23	117.34	117.52	Alto	Mezcala
La Mina	118.57	118.61	118.65	Alto	Pegueros
Los Cerritos	118.05	118.08	118.11	Alto	Pegueros
Mazatitlán	118.08	118.11	118.14	Alto	Pegueros
Santa Bárbara	118.77	118.96	119.19	Alto	Pegueros
El Cedazo (Santa María de Arriba)	118.16	118.3	118.47	Alto	San José de Gracia
La Ciénega	116.85	116.89	116.93	Alto	San José de Gracia
La Mota	118.49	118.68	118.89	Alto	San José de Gracia
Los Sauces	118.07	118.69	121.38	Alto	San José de Gracia
Ojo de Agua de Aceves (Santa Cruz)	121.65	122.46	123.3	Alto	San José de Gracia
Ojo de Agua de Latillas	117.82	118.05	118.32	Alto	San José de Gracia

Tabla 6.19. Precipitación máxima por región demográfica en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia [36].

6.2.1.2. Tormentas eléctricas

Para la construcción de este mapa, se utilizaron las estaciones que se encuentran distribuidas a lo largo del límite del municipio de Tepatitlán de Morelos y la que se encuentra dentro de su jurisdicción (mencionadas anteriormente). En esta información meteorológica se utilizaron los valores cuantitativos del número de días con tormentas eléctricas para posteriormente ser rasterizado, se utilizó el logaritmo y herramienta de *IDW* para establecer su representación espacial.

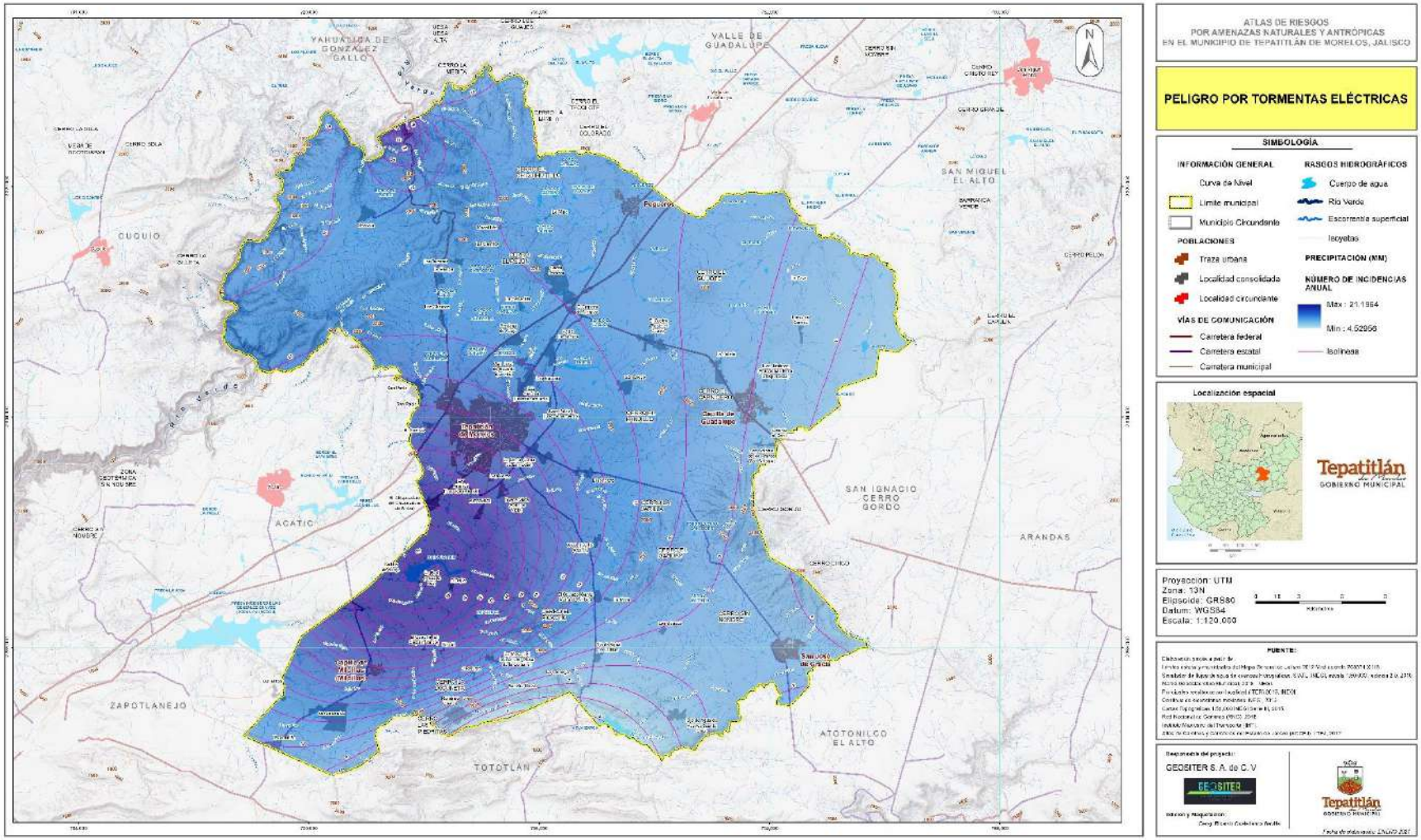
Posteriormente se utilizó la herramienta *Reclassify* y el método de *Natural Breaks* para establecer las categorías que marca CENAPRED (2011).

NÚMERO DE DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	PONDERACIÓN	VALORES
>30	4	Muy Alto
20 - 29	3	Alto
19-11	2	Medio
9-1	1	Bajo

Tabla 6.20. Umbrales del número de tormentas eléctricas.

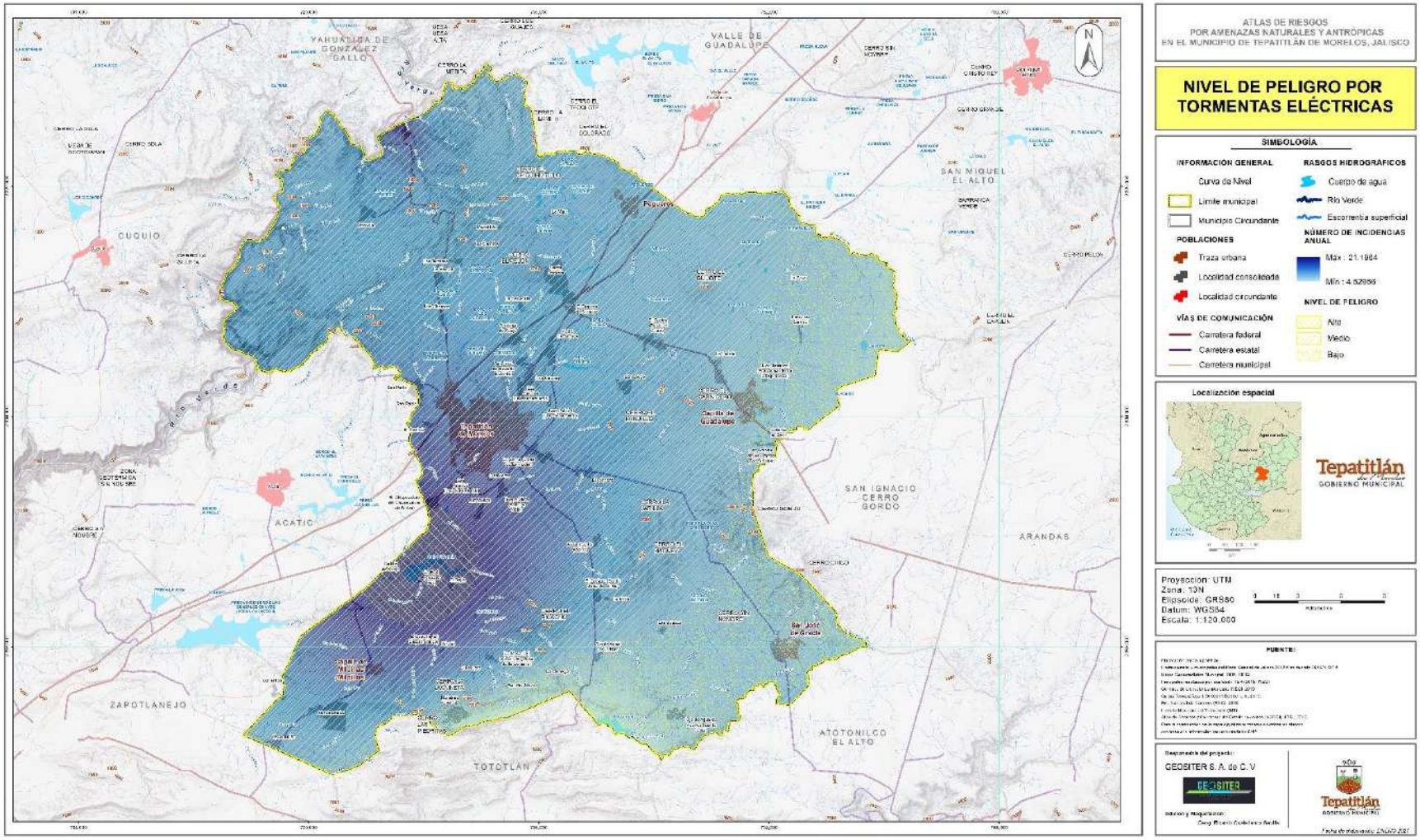
Fuente: CENAPRED, 2011.

[36] Estos valores fueron tomados con base al periodo más peligroso dentro del área de estudio que es de 100 años y con una intensidad de 24 horas.



Mapa 6.13. Peligro por Tormentas eléctricas.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.14. Nivel de peligro por Tormentas eléctricas.

Fuente: Elaboración propia.

Las localidades con mayor incidencia, donde se generan estragos por tormentas eléctricas son principalmente la cabecera municipal de Tepatitlán de Morelos, con un promedio de 17 tormentas eléctricas anuales y categorizadas como nivel medio de peligrosidad. Otra localidad que también está categorizado con nivel medio de peligrosidad, es la localidad de Capilla de Milpillas, con un índice de peligrosidad medio ante su ocurrencia anual de 16 eventos por año.

LOCALIDAD	DÍAS CON TORMENTA ELÉCTRICA	NIVEL DE PELIGRO
Tepatitlán de Morelos	16.61	Medio
Capilla de Milpillas (Milpillas)	15.45	Medio
Pegueros	10.42	Medio
Capilla de Guadalupe	9.26	Medio - Bajo
San José de Gracia	8.63	Bajo

Tabla 6.21. Principales localidades expuestas por las tormentas eléctricas.

Fuente: Elaboración propia.

En cambio, las localidades rurales ya consolidadas, los conglomerados rurales que representan alto peligro por la ocurrencia de las tormentas eléctricas, son; La Red (Presa la Red), Saltillo de Abajo y El Bajío de Plascencia; representadas en la siguiente tabla.

LOCALIDADES RURALES	NUMERO DE TORMENTAS ANUALMENTE	NIVEL DE PELIGRO	REGIÓN
Agua Escondida	11.79	Medio	Cabecera Municipal
Atotonilquillo (Fátima)	12.35	Medio	Cabecera Municipal
Buena Vista (Rancho Viejo)	16.59	Medio	Cabecera Municipal
Buenavista	18.46	Medio	Cabecera Municipal
Colonia el Carril	8.67	Bajo	Cabecera Municipal
Corralillos	11.66	Medio	Cabecera Municipal
El Bajío de Plascencia	20.52	Alto	Cabecera Municipal
El Capulín (El Capulín Zarco)	17.1	Medio	Cabecera Municipal
El Cedazo (Santa María de Arriba)	11.4	Medio	Cabecera Municipal
El Chispeadero (El Chispeadero de Arriba)	19.33	Medio	Cabecera Municipal
El Crucero de Arandas	11.04	Medio	Cabecera Municipal
El Cuatro (Posta el Cuatro)	10.53	Bajo	Cabecera Municipal
El Pochote	14.94	Medio	Cabecera Municipal
El Refugio	11.89	Medio	Cabecera Municipal
El Tepetate	12.94	Medio	Cabecera Municipal
Juan Jiménez (Fraccionamiento la Esperanza)	8.88	Bajo	Cabecera Municipal
Juan Pablo II [Fraccionamiento]	12.46	Medio	Cabecera Municipal
La Cebadilla	11.32	Medio	Cabecera Municipal
La Ciénega	7.94	Bajo	Cabecera Municipal
La Cruz	8.8	Bajo	Cabecera Municipal
La Loma (Loma de Enmedio)	14.13	Medio	Cabecera Municipal
La Manga	11.38	Medio	Cabecera Municipal
La Mesa del Guitarrero (Mesa de la Guitarra)	13.17	Medio	Capilla de Guadalupe
La Mina	10.76	Bajo	Capilla de Guadalupe
La Mota	10.88	Bajo	Capilla de Guadalupe
La Paleta	9.65	Bajo	Capilla de Guadalupe
La Red (Presa la Red)	21.14	Alto	Capilla de Guadalupe
Los Arroyos [Fraccionamiento]	16.9	Medio	Capilla de Guadalupe
Los Cerritos	11.13	Medio	Capilla de Guadalupe
Los Charcos	11.83	Medio	Capilla de Milpillas
Los Sauces	12.73	Medio	Capilla de Milpillas
Los Sauces [Fraccionamiento]	12.34	Medio	Capilla de Milpillas
Los Terreros	11.25	Medio	Capilla de Milpillas
Mazatitlán	11.01	Medio	Capilla de Milpillas
Mezcala	11.46	Medio	Capilla de Milpillas
Ojo de Agua de Aceves (Santa Cruz)	7.64	Bajo	Capilla de Milpillas
Ojo de Agua de Latillas	8.79	Bajo	Capilla de Milpillas
Presa de Gámez	8.58	Bajo	Capilla de Milpillas
Ramblas Grande	8.79	Bajo	Capilla de Milpillas
Rancho Nuevo	8.78	Bajo	Capilla de Milpillas
Rincón de Velázquez	16.42	Medio	Mezcala
Sacamecates	12.18	Medio	Pegueros
Saltillo de Abajo	20.66	Alto	Pegueros
San Antonio de los Franco (San Antonio)	8.85	Bajo	Pegueros
San Diego	11.04	Medio	Pegueros
San Jorge	16.27	Medio	San José de Gracia
San José de Bazarte (La Villa)	12.1	Medio	San José de Gracia
San Pablo	14.02	Medio	San José de Gracia
Santa Bárbara	11.02	Medio	San José de Gracia
Santana de Abajo	11.91	Medio	San José de Gracia
Tecomatlán	10.15	Bajo	San José de Gracia

Tabla 6.22. Las Principales localidades rurales expuestas por las tormentas eléctricas.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.3. Tormentas de granizo

Para la elaboración de este mapa temático, se utilizaron las estaciones que se encuentran distribuidas a lo largo del límite del municipio de interés y la que se encuentra dentro de su jurisdicción (representadas al principio de este apartado). De esta información meteorológica se utilizaron los valores cuantitativos del número de días con tormentas con granizo para posteriormente ser rasterizado.

Para su modelado, se utilizó el logaritmo y herramienta de *IDW* para establecer su representación espacial. Y posteriormente se utilizó la herramienta *Reclassify* y el método de *Natural Breaks* para establecer para establecer las categorías que están establecidas por parte de CENAPRED (2011).

NÚMERO DE DÍAS CON TORMENTAS CON GRANIZADAS	PONDERACIÓN	VALORES
>5	4	Muy alto
2 - 4.9	3	Alto
1 - 1.9	2	Medio
0 - .9	1	Bajo
.8- 02	0	Muy bajo

Tabla 6.23. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor.

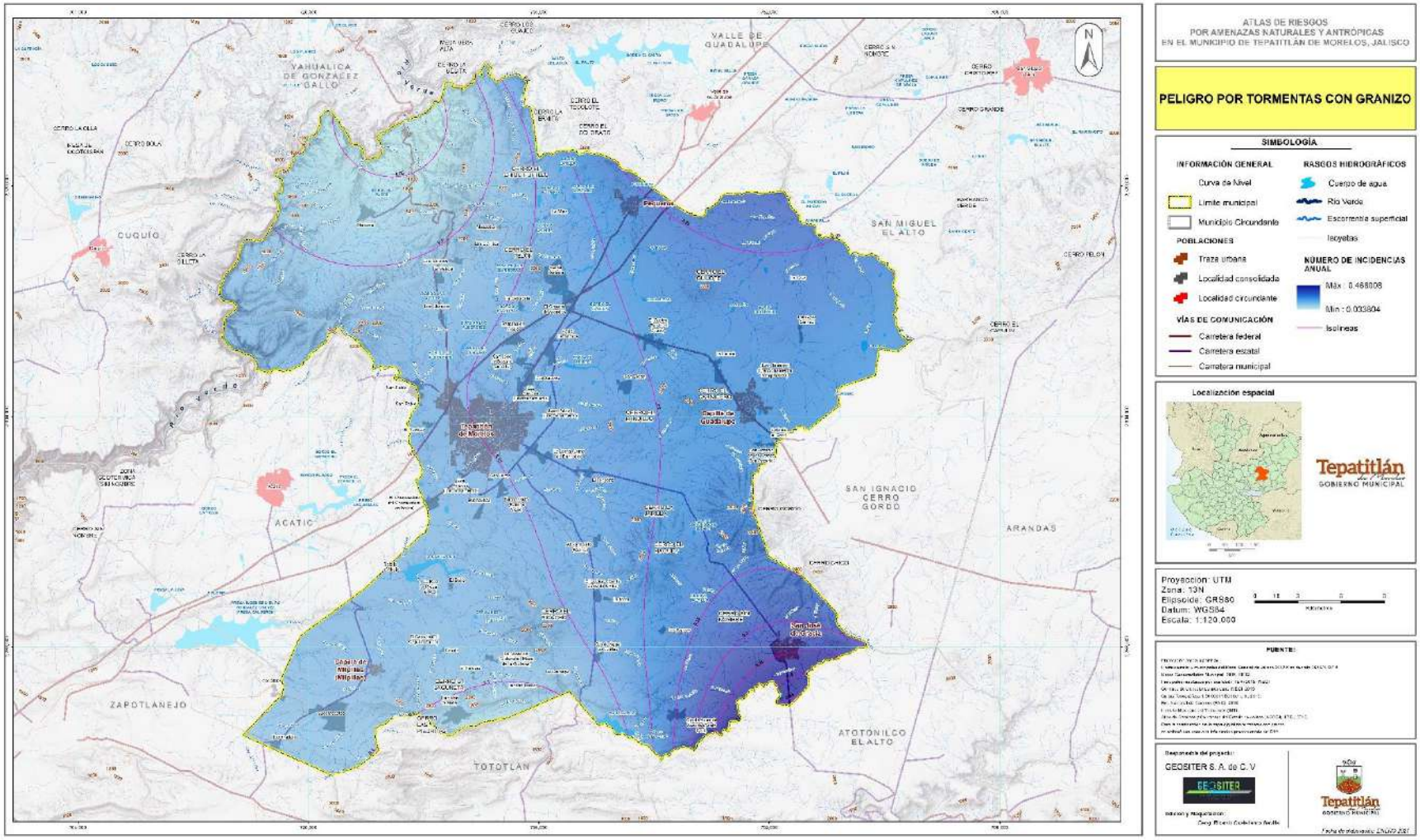
Fuente: CENAPRED, 2011.

Prácticamente todo el municipio es categorizado como muy bajo ante las incidencias ocasionadas por las tormentas de granizo ya que la entidad municipal no cuenta las condiciones espaciales para que se manifieste este tipo de peligro de origen meteorológico durante la temporada húmeda del año.

LOCALIDAD	NIVEL DE PELIGRO
Tepatitlán de Morelos	Muy bajo
Capilla de Milpillas (Milpillas)	Muy bajo
Pegueros	Muy bajo
Capilla de Guadalupe	Muy bajo
San José de Gracia	Muy bajo

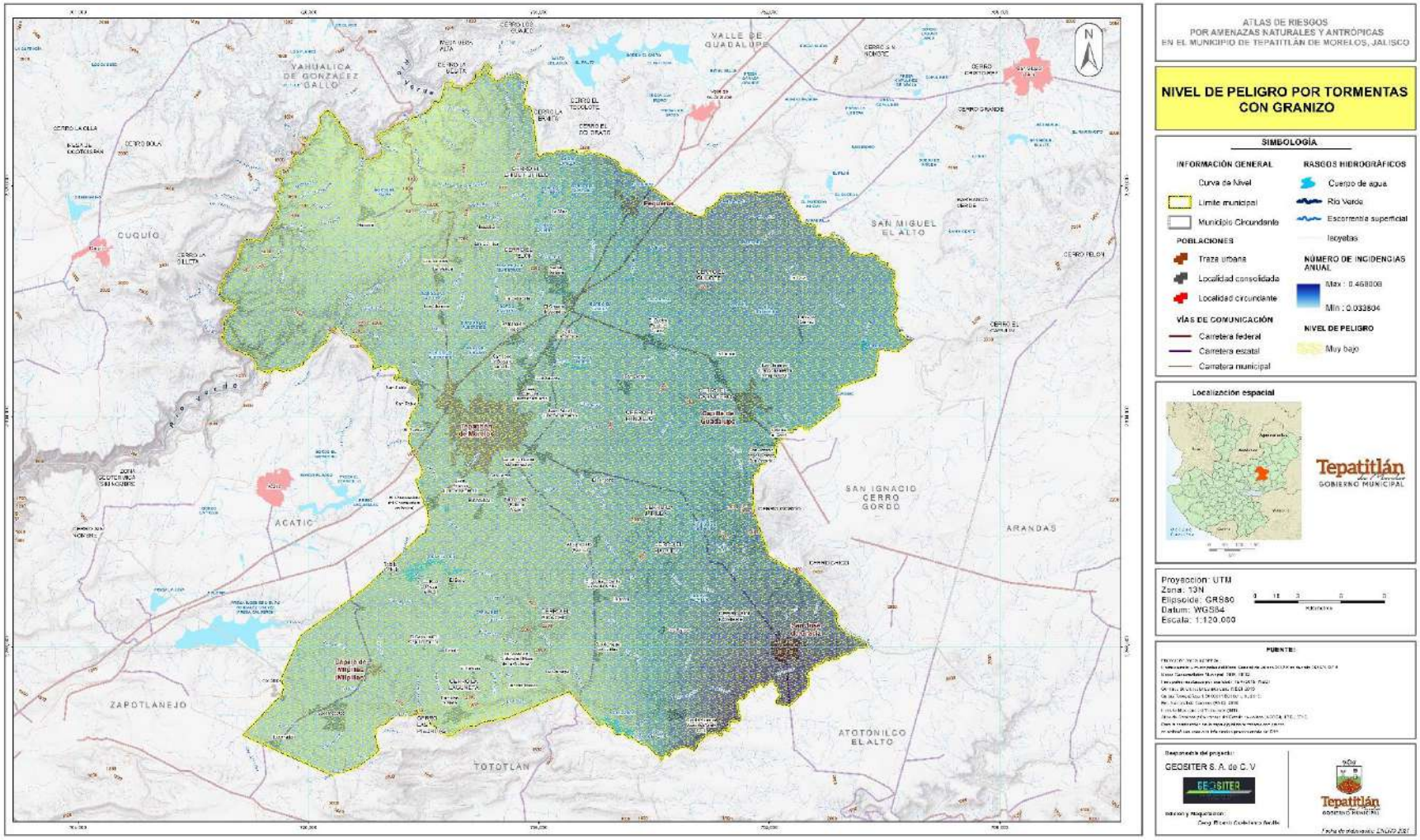
Tabla 6.24. Principales localidades expuestas por las tormentas de granizo.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.15. Peligro por tormentas con granizo.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.16. Nivel de peligro por tormentas con granizo.

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Peligro por temperaturas máximas extremas (ondas cálidas)

Para la construcción del mapa de susceptibilidad y de peligro, se utilizaron los datos meteorológicos de las estaciones climáticas, de Tepatitlán de Morelos y las estaciones circundantes, véase la siguiente tabla.

ESTACIÓN	CLAVE
Atotonilco El Alto	14017
El Tule	14060
La Cuña	14080
Atequiza	14016
La red	14087
Zapotlanejo	14388
La Yerbabuena	14165
Villa Obregón	14066
Apozol	14337
Ataquiza	14016
Tlacuitapan	14367

Tabla 6.25. Estaciones meteorológicas de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Con base a las estaciones climáticas se construirá la malla rasterizada de las temperaturas máximas extremas como información continua, con ayuda de la herramienta *IDW*[37]. Luego se hace un análisis multicriterio con la fórmula logarítmica del gradiente geotérmico por parte de Enriqueta García (García, 1988).

Para la construcción del mapa de ondas cálidas, se utilizó la herramienta *Reclassify* y la utilización de *Natural Breaks* para establecer los cinco rangos de distribución de las ondas térmicas que está constituido el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Por último, para graficar los rangos de peligrosidad por las ondas cálidas en un mapa, se estableció en base a los principios establecidos por parte de CENAPRED (2011) para la ponderación del nivel de peligrosidad de dicho fenómeno perturbador, representadas en la siguiente tabla.

[37] Se toman la temperatura equivalente al mismo nivel de elevación de la estación meteorológica más baja.

INTERVALOS DE TEMPERATURA °C	GRADO DE SEVERIDAD
26 - 29.9	1
30 - 33.9	2
34.0 - 34.9	3
Mayor de 35	4

Tabla 6.26. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor..,

Fuente: CENAPRED, 2011.

6.3.1 Zonificación del peligro por ondas cálidas

El municipio de interés se encuentra localizado en una zona geográficamente propensa o vulnerable para experimentar olas de calor extremas, ya que las condiciones atmosféricas, climáticas, orográficas e hidrológicas, contribuyen a este tipo de fenómeno perturbador.

Por otro lado, las actividades antropogénicas y cambios de uso de suelo que se ha experimentado a nivel global, ha ocasionado un incremento considerable de gases de efecto invernadero provocando el aumento de la temperatura promedio del planeta y para el municipio de interés, no ha sido la excepción al ser afectado por dicho estrago; este fenómeno se denomina como cambio climático.

Este cambio está afectando y provocando cientos de miles de víctimas cada año e impactando diversas actividades económicas a nivel global. Se trata de un fenómeno tan complejo que sus causas e impactos están relacionadas con todos los ecosistemas y con diversos ámbitos de la actividad humana: los océanos y los ecosistemas marinos; los bosques y la rica biodiversidad que albergan; las formas en que producimos nuestros alimentos (agricultura y ganadería).

La población de mayor de edad (mayores de 65 años) es la que se encuentra más propensa en presentar síntomas de insolación, golpe de calor o pueden alcanzar la muerte por las temperaturas máximas extremas u olas de calor. Además, los niños pequeños, personas con sobrepeso, personas que realicen trabajos en el exterior y personas con enfermedades cardiacas o presión sanguínea alta también son propensos.

Tabla 4. Vulnerabilidad por altas temperaturas		
Temperaturas	Designación	Vulnerabilidad
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1-33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1-35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Tabla 6.27. Vulnerabilidad por altas temperaturas.

Fuente: CENAPRED, 2011.

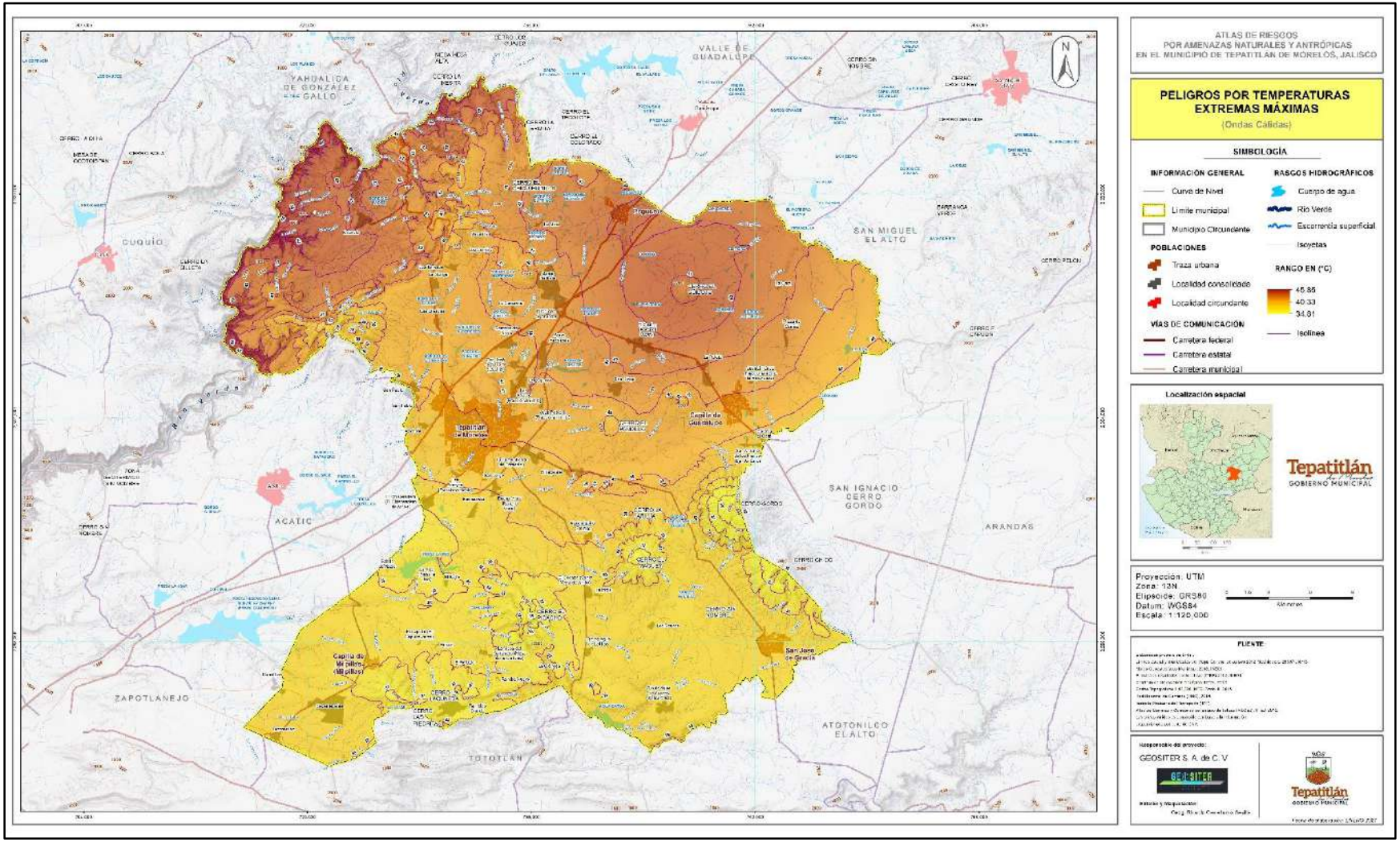
De acuerdo con la distribución espacial representada en los siguientes mapas (6.17 y 6.18), este fenómeno es recurrente en las zonas llanas del municipio, generalmente en estas zonas que pueden alcanzar temperaturas superiores a los 41° C; en la zona norte y la zona sureste. En cambio, las zonas que pueden alcanzar temperaturas relativamente menores, entre los 37 a 38 °C, se encuentran localizadas en el centro del municipio y las zonas aisladas con mayor elevación; tal como es el caso del cerro Gordo, cerro Maguey y el cerro Chico.

Prácticamente las principales localidades urbanas y los polígonos rurales consolidados, se encuentran localizadas y categorizadas como de muy alto ante este tipo de peligro de origen meteorológico, por las ondas cálidas, ya que se encuentran una zona óptima para manifestarse por su nivel de altura y su ubicación espacial.

Id	LOCALIDAD	TEMPERATURAS (°C)	NIVEL DE PELIGRO
1	Pegueros	43.22	Muy alto
2	Capilla de Guadalupe	41.33	Muy alto
3	Tepatitlán de Morelos	40.79	Muy alto
4	San José de Gracia	38.75	Muy alto
5	Capilla de Milpillas (Milpillas)	38.23	Muy alto

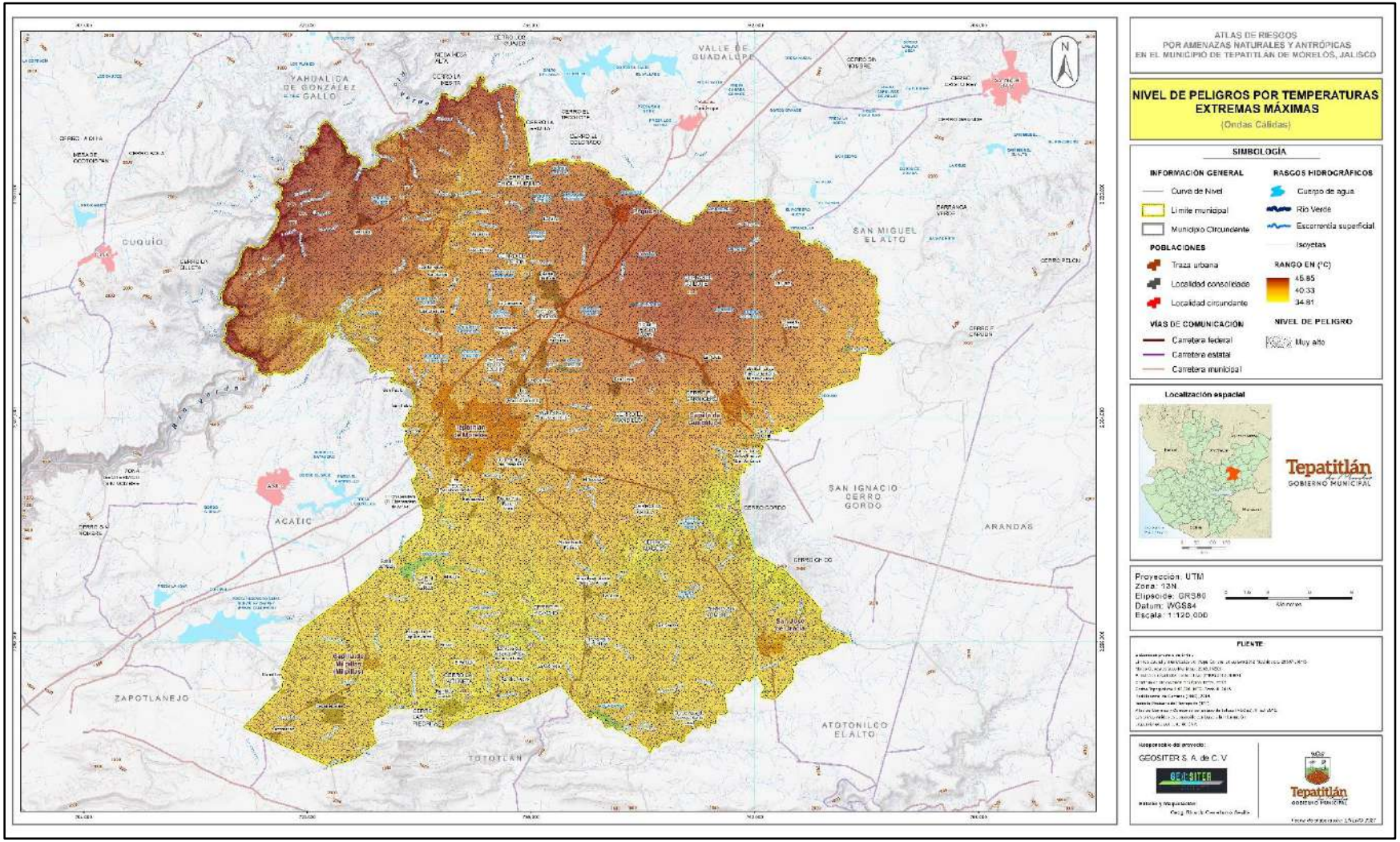
Tabla 6.28. Principales localidades urbanas con relación al nivel de peligro por temperaturas extremas máximas.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.17. Peligro por temperaturas extremas máximas (Ondas Cálidas).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.18. Nivel peligro por temperaturas extremas máximas (Ondas Cálidas).

Fuente: Elaboración propia.

ID	LOCALIDADES RURALES	TEMPERATURAS (°C)	NIVEL DE PELIGRO	REGIÓN
1	Mezcala	43.28	Muy alto	Mezcala
2	El Cuatro (Posta el Cuatro)	42.76	Muy alto	Cabecera Municipal
3	La Cruz	42.34	Muy alto	Capilla de Guadalupe
4	La Mina	42.2	Muy alto	Pegueros
5	La Paleta	42.15	Muy alto	Capilla de Guadalupe
6	Presa de Gámez	41.81	Muy alto	Capilla de Guadalupe
7	San Diego	41.72	Muy alto	Cabecera Municipal
8	Santa Bárbara	41.71	Muy alto	Pegueros
9	El Crucero de Arandas	41.62	Muy alto	Capilla de Guadalupe
10	Mazatitlán	41.33	Muy alto	Pegueros
11	Juan Jiménez (Fraccionamiento la Esperanza)	41.26	Muy alto	Capilla de Guadalupe
12	Agua Escondida	41.25	Muy alto	Cabecera Municipal
13	La Cebadilla	41.14	Muy alto	Cabecera Municipal
14	Santana de Abajo	40.92	Muy alto	Cabecera Municipal
15	La Manga	40.86	Muy alto	Cabecera Municipal
16	Los Sauces	40.85	Muy alto	San José de Gracia
17	Los Terreros	40.8	Muy alto	Cabecera Municipal
18	Los Charcos	40.79	Muy alto	Cabecera Municipal
19	Los Cerritos	40.77	Muy alto	Pegueros
20	San José de Bazarte (La Villa)	40.72	Muy alto	Cabecera Municipal
21	Los Sauces [Fraccionamiento]	40.72	Muy alto	Cabecera Municipal
22	Juan Pablo II [Fraccionamiento]	40.7	Muy alto	Cabecera Municipal
23	San Pablo	40.35	Muy alto	Cabecera Municipal
24	El Tepetate	40.22	Muy alto	Cabecera Municipal
25	Colonia el Carril	40.21	Muy alto	Capilla de Guadalupe
26	La Loma (Loma de Enmedio)	40.04	Muy alto	Cabecera Municipal
27	San Antonio de los Franco (San Antonio)	39.88	Muy alto	Capilla de Guadalupe
28	El Pochote	39.76	Muy alto	Cabecera Municipal
29	Buena Vista (Rancho Viejo)	39.39	Muy alto	Cabecera Municipal
30	San Jorge	39.37	Muy alto	Cabecera Municipal
31	Los Arroyos [Fraccionamiento]	39.32	Muy alto	Cabecera Municipal
32	Atotonilquillo (Fátima)	39.23	Muy alto	Cabecera Municipal

33	Tecomatlán	38.86	Muy alto	Capilla de Milpillas
34	Sacamecates	38.76	Muy alto	Capilla de Milpillas
35	Buenavista	38.67	Muy alto	Cabecera Municipal
36	El Chispeadero (El Chispeadero de Arriba)	38.54	Muy alto	Cabecera Municipal
37	El Cedazo (Santa María de Arriba)	38.45	Muy alto	San José de Gracia
38	Ojo de Agua de Aceves (Santa Cruz)	38.43	Muy alto	San José de Gracia
39	La Mota	38.38	Muy alto	San José de Gracia
40	Corralillos	38.35	Muy alto	Capilla de Milpillas
41	La Mesa del Guitarrero (Mesa de la Guitarra)	38.35	Muy alto	Capilla de Milpillas
42	Ojo de Agua de Latillas	38.26	Muy alto	San José de Gracia
43	Rincón de Velázquez	38.18	Muy alto	Capilla de Milpillas
44	El Capul n (El Capulín Zarco)	38.15	Muy alto	Capilla de Milpillas
45	El Refugio	38.03	Muy alto	Capilla de Milpillas
46	La Red (Presa la Red)	38	Muy alto	Capilla de Milpillas
47	Saltillo de Abajo	37.97	Muy alto	Cabecera Municipal
48	La Ciénega	37.95	Muy alto	San José de Gracia
49	El Bajío de Plascencia	37.92	Muy alto	Capilla de Milpillas
50	Rancho Nuevo	37.88	Muy alto	Capilla de Milpillas
51	Ramblas Grande	37.72	Muy alto	Capilla de Milpillas

Tabla 6.29. Principales localidades consolidadas rurales con relación al nivel de peligro por temperaturas extremas máximas.

Fuente: Elaboración propia.

6.4. Peligro por temperaturas máximas mínimas (Ondas gélidas)

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (Vera, Mancebo, & Novillo, 2012). La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas (García, 1988).

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola (Nanía, Gómez, & Dolz, 2006). Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío (García, 1988).

Una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento. La temperatura del aire disminuye conforme aumenta su distancia a la superficie del suelo. Sin embargo, existe una inversión térmica cuando la temperatura es mayor conforme aumenta la elevación. Diversas condiciones meteorológicas producen las inversiones térmicas; cuando se presenta ésta, las capas de aire son arrastradas por otras corrientes descendentes más frías. Este fenómeno se manifiesta en los valles, principalmente en invierno y está asociado con los cielos despejados y temperaturas bajas cercana a la superficie de la tierra.

Dentro del municipio de Tepatitlán de Morelos hay ciertos sitios que presentan este tipo de rasgos de topoformas, Por ejemplo, la cabecera municipal se encuentra anclado en una zona accidentada, sin embargo, los niveles altitudinales son tan relevante y representa una misma temperatura homogénea; por los rasgos morfológicos y estructurales, para establecer una zona plana y rodeada por estructuras elevadas.

Por otro lado, las nevadas es resultado de un fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación de pequeños cristales de hielo. Los cristales de nieve adoptan formas geométricas con características fractales y se agrupan en copos. Está compuesta por pequeñas partículas ásperas y es un material granular. Normalmente tiene una estructura abierta y suave, excepto cuando es comprimida por la presión externa.

Figura 6.3. Sitios propensos para generar las heladas por los rasgos geomorfológicos.
Fuente: CENAPRED, 2006.

6.4.1. Zonificación del peligro por Ondas gélidas

Para la construcción del mapa de peligro y el nivel de peligro de las ondas gélidas, se elaboró con base a las estaciones climáticas de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

El primer paso se elaboró una malla rasterizada de las temperaturas máximas extremas como información continua, con ayuda de la herramienta *IDW*[38]. Luego se hace un análisis multicriterio con la formula logarítmica del *gradiente geotérmico*[39], por parte de los principios establecidos por Enriqueta García (1988).

Posteriormente se utilizó la herramienta *Reclassify* y la utilización de *Natural Breaks* para establecer los cinco rangos de distribución de las ondas térmicas que está constituido el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Por último, para graficar los rangos de peligrosidad por las ondas gélidas, se establecieron en base a los principios establecidos por parte de CENAPRED (2011), para la ponderación del nivel de peligrosidad de dicho fenómeno perturbador, representadas en la siguiente tabla:

INTERVALOS DE TEMPERATURA °C	GRADO DE SEVERIDAD	NIVEL DE PELIGRO
0 a -6	1	Muy bajo
-6.1 a -12	2	Bajo
-12.1 a -18	3	Medio
-18.1 a -24	4	Alto
Menor de -24	5	Muy alto

Tabla 6.30. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas.
Fuente: CENAPRED, 2011.

El municipio se encuentra localizado en una región que cuenta con una serie rasgos morfológicos que pueden favorecer gran diversidad de temperaturas altitudinales. (Véase en el capítulo de geología y geomorfología).

[38] Se toman la temperatura equivalente al mismo nivel de elevación de la estación meteorológica más baja.
[39] Este modelo tiene como finalidad establecer la distribución de la temperatura con base a las condiciones que se presenta la altura del relieve.

NTERVALOS DE TEMPERATURA °C	INCIDENCIAS
0 a -6	Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos en sus vías respiratorias.
-6.1 a -12	
-12.1 a -18	Los daños son fuertes en las hojas y frutas de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
-18.1 a -24	
Menor de -24	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en las zonas tropicales.

Tabla 6.31. Sitios propensos para generar las heladas por los rasgos geomorfológicos.

Fuente: CENAPRED, 2006.

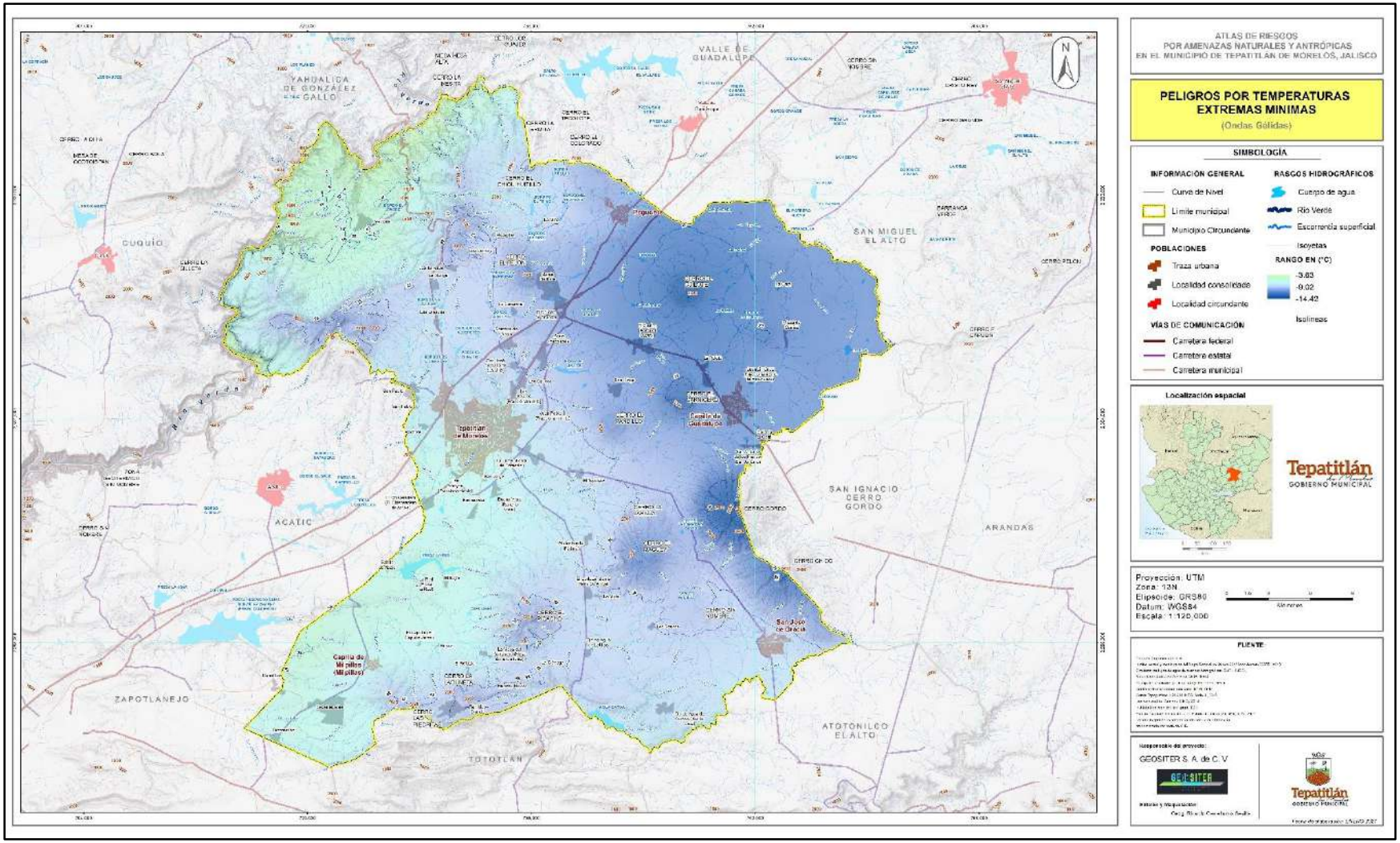
Por lo general las zonas más propensas o susceptibles en presentar las temperaturas extremas mínimas por lo general se encuentran en las zonas más elevadas del municipio. Sin embargo, a lo largo del corredor del cañón del Río Verde también se presentan temperaturas muy bajas pero su rango de tiempo es muy corto y por lo general se manifiesta durante las horas de amanecer (6 a 8 AM) y es prolongada su manifestación. Las temperaturas extremas que podrían alcanzar dentro del municipio son de -11° C.

De acuerdo con el análisis integral de las capas temáticas para establecer el nivel de peligro por las temperaturas extremas mínimas u ondas gélidas para el municipio de Tepatitlán de Morelos, está categorizado del nivel bajo ante la manifestación de este peligro; de acuerdo con la ponderación establecida por parte de CENAPRED (2011).

Id	LOCALIDAD	TEMPERATURAS MINIMAS	NIVEL DE PELIGRO
1	Capilla de Guadalupe	-11.00	Bajo
2	Pegueros	-9.95	Bajo
3	San José de Gracia	-8.38	Bajo
4	Capilla de Milpillas (Milpillas)	-7.07	Bajo
5	Tepatitlán de Morelos	-7.00	Bajo

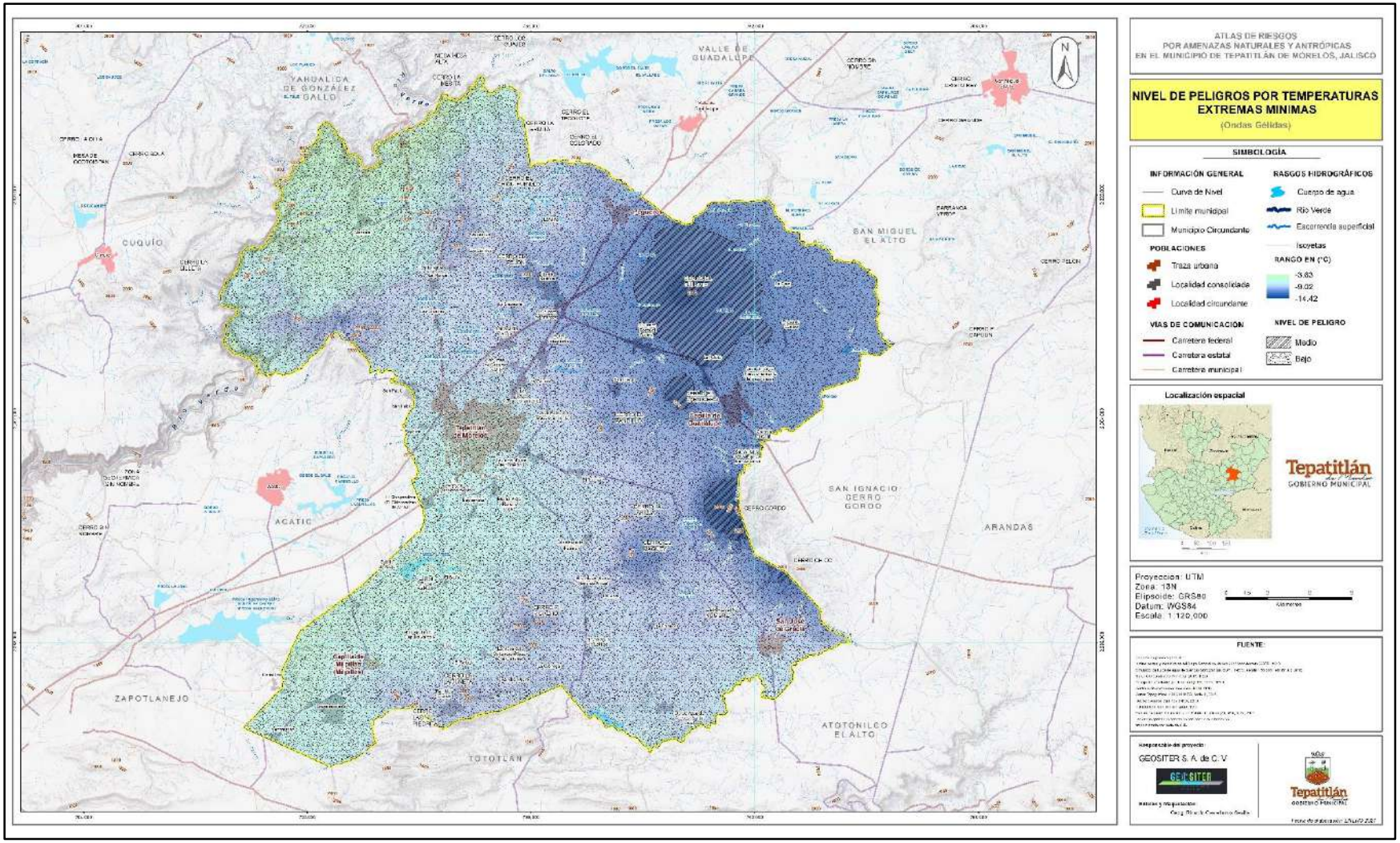
Tabla 6.32. Sitios propensos para generar las heladas.

Fuente: CENAPRED, 2006.



Mapa 6.19. Peligro por temperaturas extremas mínimas (Ondas gélidas).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.20. Nivel de peligro por temperaturas extremas mínimas (Ondas gélidas).

Fuente: Elaboración propia.

6.5. Zonificación del Peligro por vientos fuertes

De acuerdo con la información establecida por parte del Altas Nacional de Riesgo (Gobierno Federal, 2021) el municipio está categorizado como muy bajo riesgo para los peligros relacionado con los vientos fuertes. Por lo que no representa peligro de interés.

Figura 6.4. Nivel de peligrosidad por vientos fuertes.
Fuente: CENAPRED, 2006.

6.6. Zonificación del peligro por sequías

De acuerdo con la información establecida por parte del Altas Nacional de Riesgo (Gobierno Federal, 2021) el municipio está categorizado como muy bajo riesgo para los peligros relacionado con las sequías. Por lo que no representa peligro de interés.

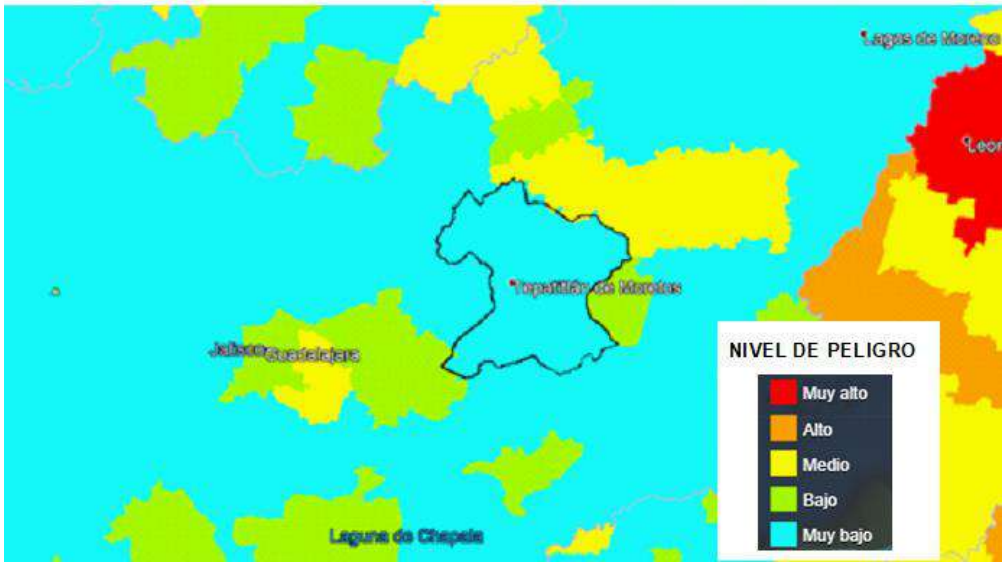


Figura 6.5. Nivel de peligrosidad por sequías.
Fuente: CENAPRED, 2006.

6.7. Zonificación del peligro por inundaciones

Para esta gestión integral del riesgo “El Atlas de Riesgos 2020-2021” presenta un banco de datos procedentes de diversas fuentes de proyectos, como son; las incidencias recopiladas en los levantamientos de los distintos atlas municipales y el estatal 2006, Protección civil y participación ciudadana. Además, por medio de información digital de fuentes oficiales de hemerotecas, que son capturas de incidencias sacadas de los registros periodísticos; visitas a campo: levantamientos de evidencias de los fenómenos tras varios recorridos en el sitio, algunos auxiliados por Protección Civil municipal.

6.7.1. Marco metodológico

En los estudios de los riesgos y desastres naturales en general es posible identificar dos tipos de aproximaciones y procesamiento de los fenómenos; uno de carácter cuantitativo y otro cualitativo.

El método cuantitativo refiere a una información objetiva basada en medidas estadísticas y probabilísticas; se procesa la información levantada sistemáticamente durante un periodo, es la lectura rigurosa de los acontecimientos peligrosos, sustenta un

registro continuo y estructurado según la naturaleza del fenómeno a tratar. La obtención de una base de datos de carácter cuantitativo implica una consecuente y prolija estadística de la captura de incidencias.

Luego de determinar la base metodológica de la cual se parte, consecuentemente se distinguen los tipos de técnicas de captura de incidencias, para armonizar los tipos de procesamientos (cualitativos o cuantitativos), que buscan llegar a referir su peligrosidad con el tipo de levantamiento, relación necesaria para la evolución del abordaje.

Desde la literatura de la disciplina de la geografía de los riesgos, se han podido distinguir cuatro tipos de metodologías que sustentan la diversidad de aproximaciones a la peligrosidad de las inundaciones (Figura 6.6). La peligrosidad es un estudio de las amenazas o peligros, soportados en las características que posee el peligro (severidad) y la probabilidad de su ocurrencia, factor que puede ser auxiliado por los enfoques metodológicos ya expuestos (cuantitativo y cualitativo).

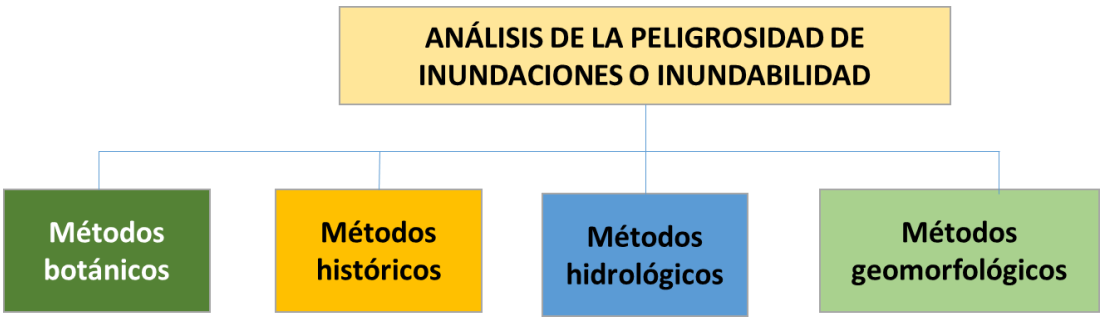


Figura 6.6. Tipos de metodologías para el abordaje de las inundaciones

Fuente: Mapas de peligrosidad por avenidas o inundaciones (Díez, Laín, & Llorente, 2008).

Los métodos de captura de las incidencias están muy relacionados con la capacidad de evaluar su peligrosidad, siendo estos (Díez, Laín, & Llorente, 2008):

Método botánico: se acude a las señales de la vegetación arbórea, ya sean especies riparias o no próximas a las orillas. Se registran sus atributos físicos como raíces, troncos y ramas de los árboles ubicados en determinadas zonas geomorfológicas donde se presentan inundaciones, las señales mostradas por la vegetación indican el nivel de peligrosidad que presentó el fenómeno, método eficaz para estudiar las inundaciones torrenciales dado que despliegan energía que remueve la vegetación.

Ninguna fuente consultada para este atlas hace uso de esta metodología, aunque se presentan evidencias fotográficas registradas del impacto de las inundaciones a la vegetación, como en zonas donde se observa el acarreo, algunas veces total, de elementos vegetales.

Métodos históricos: se consideran las fuentes documentales como principal evidencia, usualmente se utilizan archivos bibliográficos y distintas fuentes hemerográficas, testimonios orales y visuales. Son utilizados para recrear escenarios del pasado que permiten corroborar o descartar la recurrencia de los fenómenos, sustentándose en la hipótesis de que si las perturbaciones se presentaron anteriormente es posible que se den en un futuro.

Métodos hidrológicos: correspondientes al cálculo del caudal de las escorrentías generadas en una cuenca, relevan los valores y características de los cauces, precisan modelos hidrometeorológicos que explican la conversión de las precipitaciones en escorrentías laminares según periodos determinados, esta clase de métodos se apoyan de forma consecuente con cálculos hidráulicos que se acotan al estudio de los flujos en segmentos de canales o cauces, con el fin de aplicar acciones ingenieriles de control sobre el caudal.

Métodos geomorfológicos: priorizan la lectura del relieve, identificando indicios de impactos del caudal, de esta manera se revelan áreas geomorfológicas activas dentro y al margen del cauce. Relacionan las dinámicas o el régimen fluvial natural con la carga sólida que contienen y su depósito, como indicativo clave para precisar la susceptibilidad del terreno a inundarse.

Todos estos métodos pueden o deben auxiliarse con el trabajo de campo, permitiendo una corroboración *in situ*, en caso de requerir validar las incidencias levantadas en gabinete, como puede suceder con el procesamiento de las incidencias registradas con el método histórico, o necesariamente para recabar incidencias idóneas para llevar a cabo el método seleccionado.

Acudir al campo implica registrar las interpretaciones avaladas por el método seleccionado, las incidencias reportadas pueden ser evidentes a la observación, siempre y cuando sean capturadas durante una contingencia, de lo contrario su calidad se sujeta a la capacidad interpretativa y deductiva del intérprete de campo.

Para la confección de este atlas se tomó como guía fundamental el documento de “Términos de referencia para la elaboración de atlas de peligros y/o riesgos 2016”, publicada por SEDATU (2016), avalada por CENAPRED (2006) y (2011). En él se precisa una metodología mixta de captura y abordaje con respecto a las inundaciones; desde realizar cálculos y modelos hidrometeorológicos, distinguir el relieve de la cuenca, hasta confeccionar el patrón histórico de las incidencias. Por su naturaleza de guía este documento tiene que presentar un amplio soporte de las posibles rutas metodológicas a tomar, decisión final que toma el autor del atlas según sus capacidades y aprovechamiento que el campo requiera.

Usualmente las incidencias de inundaciones presentadas en los distintos mapas de los atlas de riesgos, tienen dos tipos de representaciones espaciales; puntuales y superficiales. Las primeras son referencias que indican la existencia de una incidencia, pero sin dar cuenta de su extensión; se levantan cuando se encuentran señalamientos que evidencian la localización del fenómeno. Por otro lado, las superficiales o de cobertura, pueden ser interpretaciones en base a deducciones, o delimitadas por verificaciones directamente de la observación del fenómeno en campo.

FUENTES DE PROYECTOS

Incidencias del Atlas de Riesgo Estatal de Jalisco 2006-2007 (AREJ)

Este atlas presenta ambos tipos de incidencias (puntuales y superficiales), como un producto técnico-temático de cobertura estatal no centra su atención en el municipio de Tepatitlán, por lo que permite tener una amplia referencia y contexto del patrón de las incidencias más allá de la jurisdicción municipal, y poder relacionarlas según las plataformas hidrográficas que comparte Tepatitlán de Morelos con otros municipios, como es el caso de la subcuenca Tepatitlán.

La calidad y utilidad de los datos responde a la metodología de captura empleada, al ser incidencias capturadas por vía de una recopilación de evidencias históricas como reportes periodísticos. El cúmulo de datos corresponde a la búsqueda de un patrón retrospectivo de las amenazas.

Incidencias de hemerotecas

Procedentes de una captura constante de las referencias periodísticas, muestran un acercamiento espacial y temporal de los peligros. Uno de los puntos negativos de esta clase de fuente, corresponde a la cobertura mediática que presenta el territorio de interés por parte de los medios. En este caso no sorprende que el segmento territorial con mayor concentración de incidencias sea la cabecera municipal, el conglomerado urbano más importante en términos demográficos y administrativos.

Incidencias avaladas por Protección Civil (PC)

Son los registros de incidencias más fidedignos que existen, por formar parte del conocimiento espacial de los peligros que levanta y sustenta Protección Civil municipal. Esta dependencia colabora por sus atribuciones a la evaluación del riesgo plasmada en el Atlas, para esta versión se pondera su auxilio por la calidad de registros que aporta. Es así que las incidencias procedentes de PC (Fotografía 6.2), representan la información de incidencias más real, y su base de datos se puede tomar como oficial y única fuente avalada por la dependencia municipal.

Fotografía 6.2. Zona crítica en la entrada al fraccionamiento San Carlos con respecto al arroyo Los Patos.

Fuente: Captura propia.

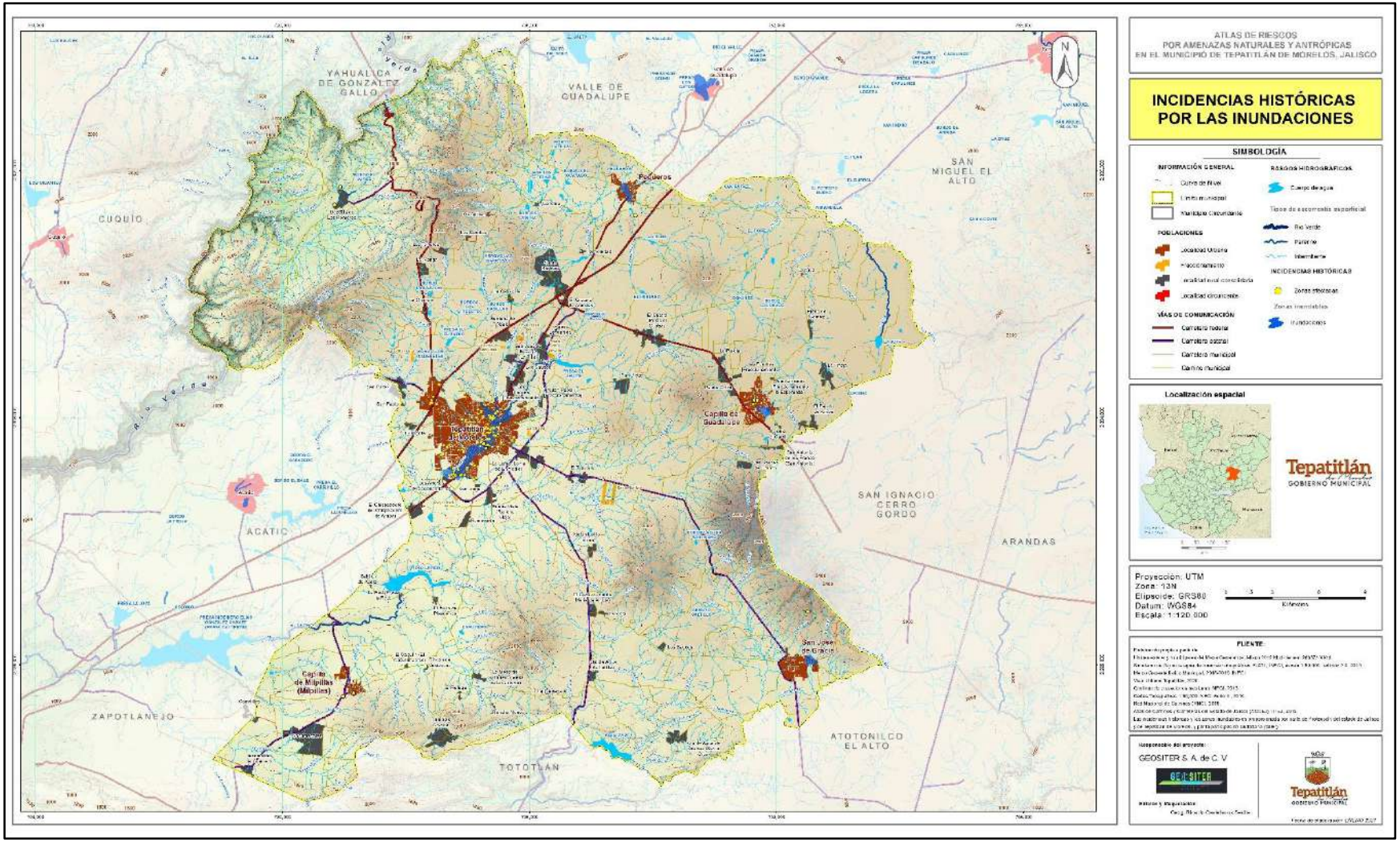
Como resultado de la compilación de la base de datos amplia de incidencias geo-referenciados como geoespaciales, se realizó la confección del mapa amenazas totales, en él se puede observar las incidencias procedentes de todas las fuentes ya citadas.

Fotografía 6.3. Vista panorámica del poblado de Pegueros.
Fuente: Captura propia.

Según la aglomeración de incidencias observables en el mapa anterior, se aprecia que la subcuenca Tepatitlán presenta la mayor concentración. Esto se debe a dos motivos; su extensión territorial, la más grande de las plataformas hidrográficas representadas con 27,364 ha, y representa el 20% de la cobertura total dentro de la jurisdicción del municipio, también es la más urbanizada con un porcentaje del 80% de su superficie.

Participación de los servidores públicos (taller)

Como parte de la metodología general, que tiene entre sus principales cometidos extender lazos con las instituciones gubernamentales en relación a la confección del atlas, se realizó un taller de participación con la función de identificar las principales incidencias peligrosas.



Mapa 6.21. Incidencias históricas de inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

El taller se dividió en cinco mesas clasificadas por delegación municipal (se conjunto Mezcala de los Romeros con Pegueros, Capillas de Milpillas con Tecomatlán de Guerrero y se consideró la cabecera como una mesa independiente). Agrupando a diversos funcionarios y agentes claves invitados, auxiliada con el personal de Protección Civil que brindó su orientación en las dinámicas de consulta. Se optó por recopilar información mediante la cartografía participativa, donde cada agente desde su experiencia operativa o cotidiana, brinda su relato e indica la ubicación del siniestro en base a referencias geográficas plasmada en un mapa base, consensando con el resto de participantes la localización definitiva (véase apartado Metodología Módulo I).

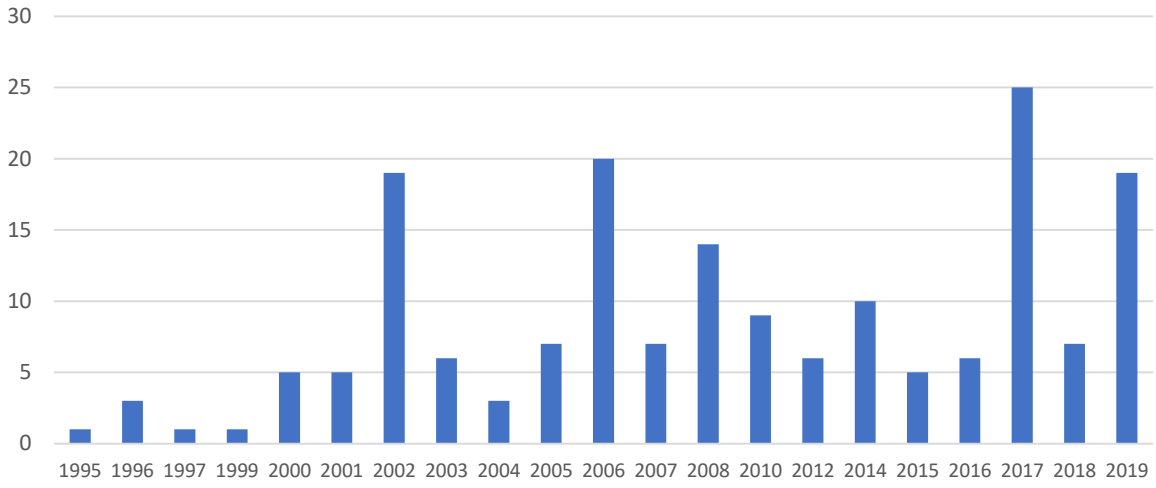
El resultado de la consulta forma parte del bloque general de batería de información transversal a todos los apartados por distinta tipología de peligro. Su función es preliminar, a pesar de provenir de una fuente valiosa como son los gestores municipales o agentes claves. Es necesario trasladar las referencias a un Sistema de Información Geográfico (SIG) para su procesamiento respectivo; se trata de re-objetivar las incidencias que forman parte del recuerdo subjetivo (imaginación geográfica) de los participantes, corroborando los indicios en campo o rastreando hemerográficamente su existencia.

Para los peligros de génesis hidrometeorológica la importancia de estos indicios no es de menor relevancia. Dado que cualitativamente hablando su percepción no presenta un grado alto se confusión; así, que el relato captura en gran medida la significancia del fenómeno, aunque no se libra de un escrutinio analíticamente más prolijo. Así mismo se sabe que las inundaciones en la cabecera municipal son los siniestros de mayor alcance en el recuento histórico.

En términos cuantitativos la captura de esta clase de fenómenos no es vasta, representa menos de la cuarta parte de las incidencias registradas en el taller. Sin embargo, su distribución es amplia con presencia en las seis zonas municipales por delegación.

Recoger de la memoria pública las incidencias permite tener un amplio panorama a atender y empezar el análisis con varias ventajas. Dado que: marcan el precedente de un posterior abordaje puntualizado por la corroboración en campo; alimenta el patrón espacial (batería de datos) jerarquizado por el nivel de confianza; adelanta el reconocimiento del umbral de percepción del riesgo que guarda cierta clase de personal estratégico (delegados municipales entre ellos); y finalmente acerca la interacción funcionarios-consultores hacía la confección conjunta de un instrumento de amplia consulta posterior por su fundamental contenido.

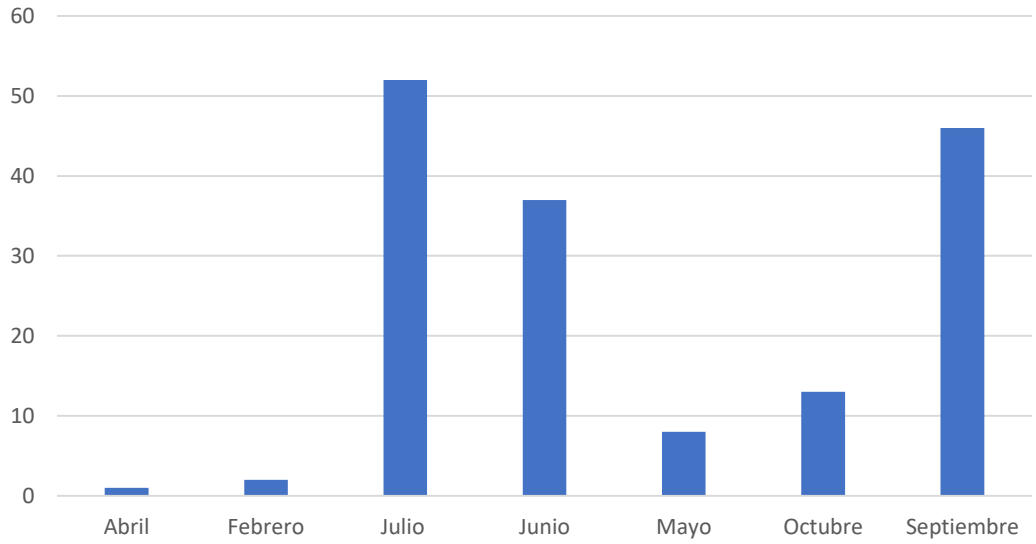
La línea de tiempo de la batería de registros señala una cobertura desde el año 1995 al 2019 para las incidencias puntuales, los episodios levantados por el método histórico son los que se reparten por varios años. Los registros capturados se presentan el mayor número de incidencias en el año 2017, señal de su momento de confección (Gráfica 6.2).



Gráfica 6.2. Número de incidencias puntuales y periodos de cobertura.

Fuente: Elaboración propia.

Las incidencias superficiales se muestran que el mes con mayor número de incidencia se presenta principalmente en el mes de Julio y el mes de Septiembre (Gráfica 6.3).



Gráfica 6.3. Número de incidencias puntuales y meses de registro.

Fuente: Elaboración propia.

Como consecuencia de la evaluación estadística de la base de datos, se concreta las zonas a estudiar para aterrizar en estudios de caso (Figura 6.7); al ser la subcuenca R. Calderón, R. del Valle, R. Tepatitlán, R. Verde Grande y R. Zula, la más alterada y contar con incidencias procedentes de las fuentes oficiales como Protección Civil, se seleccionaron microcuencas conformantes de esta subcuenca donde se hallan inundaciones significativas, siendo estas microcuencas con mayores incidencias; Las Juntas, Tepatitlán, Sistema De Microflujo Urbano y Los Patos.

SUBCUENCA

MICROCUENCA

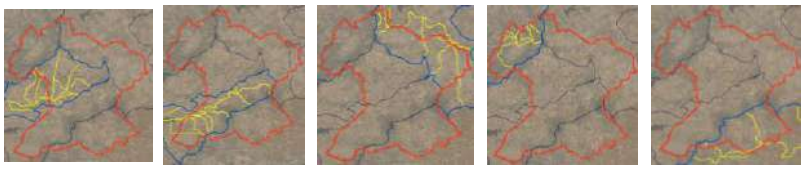


Figura 6.7. Subcuenca de interés y sus microcuencas evaluadas.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor concentración de incidencias puntuales se encuentra en la subcuenca Tepatitlán, siendo las fuentes con más aportes; los registros procedentes de la segunda fase del atlas de riesgo y los levantamientos de Protección Civil (Figura 6.8 y Tabla 6.33).

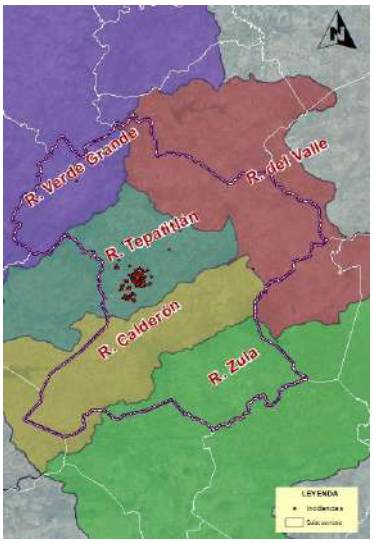


Figura 6.8. Subcuenca de interés.

Fuente: Elaboración propia.

AÑOS	SUBCUENCA HIDROLÓGICA					Total general
	R. Calderón	R. del Valle	R. Tepatitlán	R. Verde Grande	R. Zula	
1995			1			1
1996			3			3
1997			1			1
1999			1			1
2000		1	2		2	5
2001			5			5
2002			19			19
2003			6			6
2004			3			3
2005			7			7
2006			20			20
2007			7			7
2008			13	1		14
2010			8		1	9
2012			6			6
2014			10			10
2015			5			5
2016			6			6
2017			25			25
2018			7			7
2019	6	2	9		2	18
Total general	**6**	**3**	**164**	**1**	**5**	**179**

Tabla 6.33. Número de incidencias superficiales por fuentes en las plataformas hidrográficas

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a incidencias superficiales se vuelve a repetir la mayor concentración en la subcuenca Tepatitlán; en la cual, la microcuenca con mayor incidencia es la denominada microcuenca Las juntas con un total de 83 incidencias.

SUBCUENCAS	R. CALDERÓN					R. DEL VALLE		R. TEPATITLÁN							R. VERDE GRANDE	R. ZULA	
MICROCUENCA	EL CAPULÍN	EL SABINO	LA CHINA	PALOS HERDIONDOS	TECOMATLÁN	EL COYOTE	PEGUEROS	JESÚS MARÍA	LA SOLITARIA	LAS JUNTAS	LOS PATOS	LOS PERONES	SISTEMA DE MICROFLUJO URBANO	TEPATITLÁN	LA CALDERA	ARROYO PRIETO	TOTAL
1995										1							1
1996										2				1			3
1997														1			1
1999										1							1
2000							1			1			1			2	5
2001										2			1	2			5
2002								1		6	2		2	8			19
2003								1		2	2			1			6
2004										3							3
2005										4			2	1			7

2006								1	1	9	1		6	2			20
2007								1		1	2		1	2			7
2008									1	7	3			2	1		14
2010										5		1		2		1	9
2012								1		4				1			6
2014								1		5			3	1			10
2015										1	2			2			5
2016										6							6
2017								1		14	1	2	2	5			25
2018										5	1		1				7
2019	1	2	1	1	1	2		1		3	2		1	1		2	18
Total	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**8**	**2**	**83**	**16**	**3**	**20**	**32**	**1**	**5**	**179**

Tabla 6.34. Número de incidencias a nivel microcuenca.

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación sistémica de las microcuencas, se optó por realizar un análisis espacial presentado cartográficamente. Una serie de mapas, proporciona elementos y circunstancias geográficas que permiten la evolución del estudio, justificando el abordaje de casos concretos dentro de un contexto ajustado sistemáticamente, es decir; se transita escalarmente del panorama de amenazas a nivel municipal, a recortes hidrográficos menores como las microcuencas, evaluadas en cuatro temas cartográficos:

- **Mapa de caracterización**: presenta atributos básicos de la microcuenca como: su superficie, división altimétrica (alta, media y baja), los cuerpos de agua y la red superficial jerarquizada, al igual que sus condiciones: superficie urbanizadas, cuerpos de agua existentes o desaparecidos y escorrentías urbanas formadas (véase en el capítulo de hidrografía e hidrología del medio físico).
- **Mapa de amenazas**: es el mapa con el recorte de la batería de amenazas por microcuencas y su respetivo conteo.
- **Mapa de susceptibilidad**: muestra las zonas geomorfológicas propensas a presentar anegamientos de una forma generalizada (modelo de susceptibilidad), también indican las direcciones y nivel de altura laminar de la escorrentía urbana (microflujo), complementando la lectura espacial con obras hidráulicas de drenaje.
- **Mapa de peligrosidad**: expone el modelo de peligrosidad para un periodo de retorno variable, segmento de cauces y canales con mantenimiento, y obras de mitigación en existencia como propuestas.

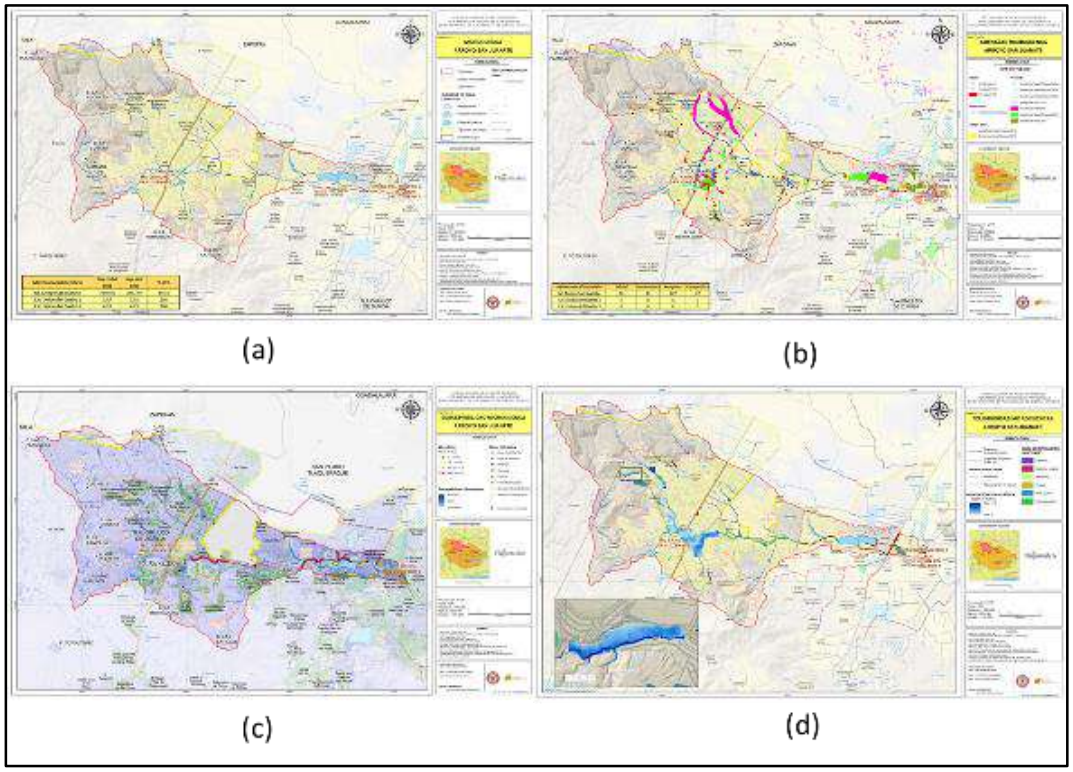


Figura 6.9. Compuesto de mapas para el estudio de los casos concretos.
Ejemplo de la microcuenca San Juanate, a) mapa de caracterización, b) mapa de amenazas, c) mapa de susceptibilidad y d) mapa de peligrosidad, en el municipio de Tlajomulco, Jalisco.
Fuente: GEOSITER, 2019.

6.7.2. Microzonificación del peligro por las inundaciones

Este apartado tiene como objetivo en determinar las zonas propensas para generar inundaciones dentro del municipio de interés. La recabación de la información de diferentes medios, tales como; la verificación en campo, revisión de registros históricos y el apoyo por medio de los servidores públicos de Protección civil, son fuentes importantes para establecer las zonas de incidencias y sobre todo la ocurrencia de dicho fenómeno perturbador de carácter hidrometeorológico. Además, representa como insumo clave para establecer y modelar las zonas inundables por las crecidas súbitas.

Fotografía 6.4. Punto crítico para la formación de crecidas súbitas por la saturación hídrica en la Presa El Durazno que afecta en la zona baja de la subcuenca Tepatitlán.
Fuente: Captura propia.

El análisis morfométrico que se desarrolló en el capítulo de Hidrografía, representa un importante indicador ya que los resultados obtenidos se utilizaran para dos vertientes; para establecer el nivel de riesgo ante los sistemas hidrológicos de interés y sobre todo, como insumo para modelar los tirantes de inundación por medio de las nuevas tecnologías. Además, tienen la habilidad de aproximar de manera real de cómo se manifestaría el fenómeno perturbador y de establecer de manera multitemporal (los periodos de retorno) con su respecto severidad (intensidad) del fenómeno.

Para establecer el gasto máximo o el volumen hidrológico, se implementará al subcapítulo (Precipitaciones intensas) con el fin de establecer el régimen de descarga hídrica de cada una de las unidades hidrológicas de interés, con sus respectivos periodos de retorno (Tr) de dos años, cinco años, diez años, veinticinco años, cincuenta años y de cien años. Este parámetro está íntimamente relacionado con respecto base Las precipitaciones máximas de 24 horas con periodo de retorno o las tormentas intensas.

Para establecer este parámetro (gasto máximo), se implementará las formulas empíricas para el gasto máximo de las microcuencas referidas, los siguientes métodos: Racional, Pearson II y Pearson III.

Por otra parte, fue indispensable la utilización de la innovación tecnológica como son los "*sistemas de información geográfica*" (SIG[40]), que tiene la finalidad de analizar, manipular e interpretar la información de una manera espacial, y a su vez de una manera real y exacta. Porque los datos geográficos en formato digital son un intento por modelar y describir el mundo real para su uso en análisis computarizados y despliegue de información gráfica. Ya que los tiempos actuales presuponen la introducción de nuevas tecnologías y conocimiento en casi todas las esferas de la vida, sin tecnocracias y con la participación de las comunidades de científicos y especialistas para garantizar su sostenibilidad (Cannon, 2007).

De acuerdo con (Cruden, 1996): Explica que "*El escurrimiento superficial debe ser interpretado a partir de las más elaboradas técnicas matemáticas e informáticas y de alta precisión*". Por tal motivo, eso es necesario introducir nuevas herramientas que permitan mejorar la precisión de los análisis sobre la erosión de los suelos, la escorrentía superficial y la calidad de las aguas, entre otros parámetros.

La simulación determinará la ocurrencia a diferentes porcentajes de probabilidades. Este factor tiene como objetivo prevenir a los tomadores de decisión sobre las posibles pérdidas por sus efectos y su periodo de retorno". De tal manera, la "*geomántica aplicada"*, representa una disciplina fundamentada en el avance tecnológico, científico e informacional del medio geográfico.

Uno de los principales insumos para la determinación del peligro por inundación es la altimetría o las curvas de nivel, ya que esta información deriva o se genera, el modelado de la superficie terrestres (MST), y así como sus derivados, como son; sombreado o hillshade y altimetría.

Esta información espacial, esta información y con el cruce de multivariante, determina las zonas inundables, principalmente los rasgos geomorfológicos, tales como; zonas cóncavas o depresiones y terrazas de inundaciones o llanuras de inundación, como se aprecia en la siguiente figura (6.10).

[40] Los SIG es una herramienta digital de consulta, que permiten organizar, visualizar y localizar datos de manera lógica a través de la superposición de mapas geo-referenciados, esto con el propósito de reflejar y relacionar fenómenos geográficos.

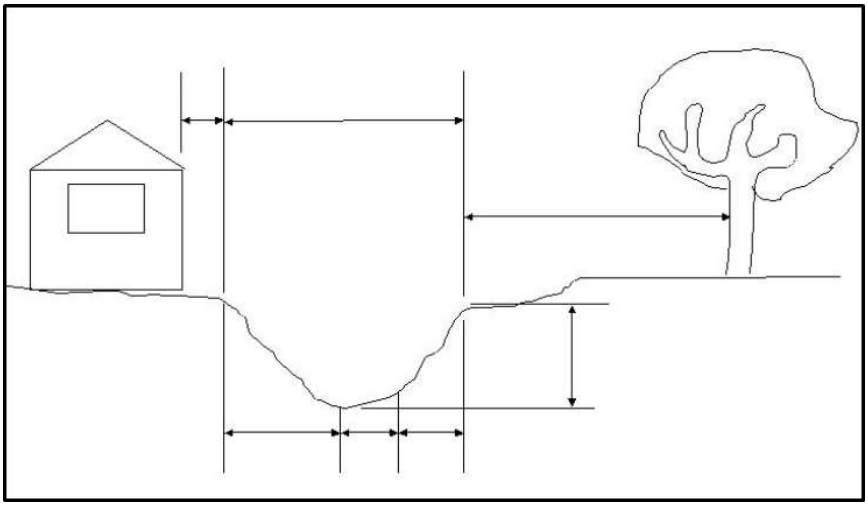


Figura 6.10. Corte transversal de una zona crítica sobre un canal.
Fuente: CENAPRED, 2006.

De este modo, se utilizó los insumos de las curvas de nivel de alta precisión (equidistancia de cada metro) que fueron proporcionados por parte de protección civil y por geomática, con la finalidad de realizar un análisis multicríterio y multivariante, con la finalidad de determinar las zonas potencialmente susceptibles para inundarse y el nivel de peligro. A su vez determinar los niveles de inundación en relación con las intensidades y con los periodos de retorno (figura 6.11).

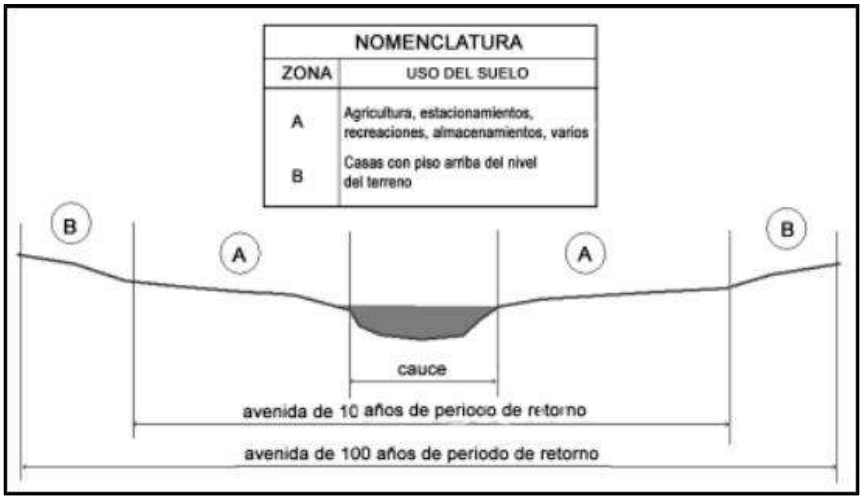


Figura 6.11. Nomenclatura de las zonas inundables con su periodo de 10 años y de 100 años, sobre un caudal natural.
Fuente: CENAPRED, 2006.

Sin embargo, la cobertura por parte de la altimetría cubre una manera parcial para el municipio. Es por este motivo, que se implementó las nuevas tecnologías para generar los modelos espaciales para determinar las discordancias de la superficie

terrestre, con el objetivo de determinar las zonas propensas a inundarse; con la implementación de la fotogrametría, con ayuda del vehículo aéreo no tripulado (VAT).

Antecedentes históricos

De acuerdo con la información recolectada en la web, y la posterior verificación en campo de los puntos críticos y la explicación narrativa por parte del personal de la Unidad de Protección Civil de Tepatitlán.

Una de las fechas donde se manifestó una inundación importante, fue entre los días del 5 al 7 de septiembre del 2003 (Tabla 6.35). Este evento fue tan intenso en su severidad, que se requirió el apoyo de otras unidades de Protección Civil en la zona circundante e incluyendo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y Protección Civil del Estado de Jalisco. Además, este evento causó diversos daños, sobre todo, al hospital del IMSS en Tepatitlán, y varias viviendas fueron afectadas por dicho fenómeno.

Generalmente este tipo de peligros se manifiestan de manera más recurrente a lo largo de la cabecera municipal de Tepatitlán de Morelos y este tipo de fenómeno, se caracteriza por presentar inundaciones de tipo crecida súbita o también es conocido como *Flash Flood* en inglés y son muy frecuentes anualmente en la localidad. En la siguiente tabla (6.35) se puede apreciar los eventos más representativos que se han presentado en la cabecera municipal, tal como es el caso que se presentó en el año del 2003.

FECHA DEL EVENTO POR INUNDACIÓN
4 de septiembre de 2003
7 de octubre 2013
21 de julio de 2015
23 de julio de 2015
17 de julio de 2017
7 de septiembre de 2017

Tabla 6.35. Principales eventos históricos que han afectado la cabecera municipal de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes fotografías, se pueden apreciar algunos de los puntos críticos que han presentado estragos de manera histórica para la cabecera municipal de Tepatitlán de Morelos, por la crecida súbita.

Fotografía 6.5. Inundación en la vialidad principal de Tepatitlán.
Fuente: Noticiario Cable Noticias Tepa, 2003.

Fotografía 6.6. Inundación en la vialidad principal de Tepatitlán.
Fuente: Noticiario Cable Noticias Tepa, 2003.

Otra fecha importante en que se presentaron inundaciones en el municipio de Tepatitlán principalmente en la cabecera municipal, fue en el día de 7 de octubre de 2013.

Ese día se presentó una fuerte tromba ocasionando estragos en diversos puntos de la cabecera municipal, acompañada de fuertes vientos y granizo. Las principales calles que presentaron problemas por la inundación, fueron las vialidades López Mateos, Venustiano Carranza, Emilio Carranza - Constitución, Córdoba, Santo Romo, entre otras; (Fotografía 6.7). Otro de los puntos críticos que presentaron afectaciones fueron las instalaciones de la recaudadora y las oficinas del INE (antes IFE) en la colonia Jardineras; el tirante de inundación alcanzó la considerable altura de 40 cm; provocando que el microflujo hidrológico ingresara a las instalaciones municipales, aunque no hubo reporte de afectaciones, de acuerdo a la información proporcionada por protección civil.

Siguiendo con el recuento, otro siniestro se presentó en las calles Mariano Jiménez y Francisco de Saldívar, donde las viviendas y los comercios circundantes fueron afectados. Por otra parte, en la misma calle Saldívar en su cruce con la calle Colosio, la fuerza del caudal del microflujo fue tan intensa que provocó la remoción del asfalto.

Fotografía 6.7. Tormenta ocasionada en el día 7 de octubre del 2013.
Fuente: Central Noticias, 2013.

Fotografía 6.8. La intensa lluvia que se presentó ese día, causó una fuerte escorrentía, provocando la remoción parcial del asfalto de la calle Saldívar.
Fuente: (Central Noticias, 2013).

Fotografía 6.9. Vehículo del municipio de Tepatitlán brindando apoyo a un vehículo civil.
Fuente: Central Noticias, 2013.

Otra inundación importante en el municipio de Tepatitlán de Morelos; con mayor manifestación en la cabecera municipal ocurrió el día 21 de julio de 2015. Las principales colonias que presentaron afectaciones por la altura máxima del tirante de inundación, fueron: en el fraccionamiento San Carlos y Las Aguilillas. Según versión de

parte de la Unidad de Protección Civil del municipio de Tepatitlán de Morelos, la altura del tirante alcanzó un metro y en algunos puntos un metro con veinte centímetros, provocando la afectación de 10 manzanas, en la colonia San Carlos. Además, un vehículo con sus tripulantes a bordo, fue arrastrado a varios metros hasta que fueron rescatados por personal de Protección Civil.

Fotografía 6.10. Inundación en el día 21 de julio de 2015, en el municipio de Tepatitlán de Morelos.
Fuente: Semanario 7 Dias, 2015.

En ese mismo año, se presentó otro fenómeno perturbador de crecida súbita, generada por una tormenta severa prolongada; el fenómeno duró cuatro horas. Según la nota del diario La Jornada, citando: ***"Al menos 300 viviendas de cuatro colonias del municipio de Tepatitlán, se inundaron por el desbordamiento de un arroyo y varios canales, luego de cuatro horas de intensa lluvia la tarde del martes".***

Los principales arroyos que tuvieron relación con la inundación y percusores años tras años, son las aguas el río Tepatitlán y del arroyo San Carlos. Además, en la misma nota por parte de La Jornada, describen que hubo al menos 30 casas de las colonias Aguilillas, Adobes, Cuatro Caminos y San Carlos que sus habitantes reportaron pérdidas de enseres domésticos.

Fotografía 6.11. Vivienda afectada por la tormenta generada en el año del 2015.

Fuente: La Jornada, 2015.

Otra fecha en que se presentaron estragos por el desbordamiento del Río Tepatitlán en la cabecera municipal, fue el día 17 de julio de 2017, diversos fraccionamientos reportaron hasta 80 centímetros de agua por las inundaciones e ingreso a 15 viviendas; sobre todo entre las calles Jacarandas y Herradura (Fotografía 6.12).

El fraccionamiento Adobes se reportaron de 80 centímetros a un metro en vía pública, y en el cruce de las calles Monturas y Escuelas el agua ingresó a seis casas con una altura de 40 centímetros de nivel laminar. Durante el mismo evento, en la colonia Jardines de Lagos también se reportaron estragos por la inundación, en 49 casas se presentó nivel laminar de 20 centímetros en las calles Circuito Presidente y Arcos.

Fotografía 6.12. Fraccionamiento San Carlos afectado por la inundación.

Fuente: MVS Noticias, 2017.

En la misma temporada de lluvia del año 2017, el 7 de septiembre, se presentó una lluvia de intensidad media pero prolongada. Según la nota por parte AF medio (2017); dicho evento tuvo una duración de dos horas, en las cuales al menos medio centenar de casas sufrieron inundación (Fotografía 6.13). Las principales viviendas que fueron afectadas, se encuentran localizadas en los fraccionamientos; Los Adobes, Hacienda del Carmen, Españita, San Marcos y parte de la cabecera municipal. El incidente se generó luego de que el nivel del agua alcanzó los 20 cm de altura al desbordase el arroyo San Carlos.

Fotografía 6.13. Vivienda afectada por la inundación del año 2017.

Fuente: MVS Noticias, 2017.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS INUNDABLES

Ficha técnica en la cabecera municipal

Microcuenca Tepatitlán y sus principales afluentes

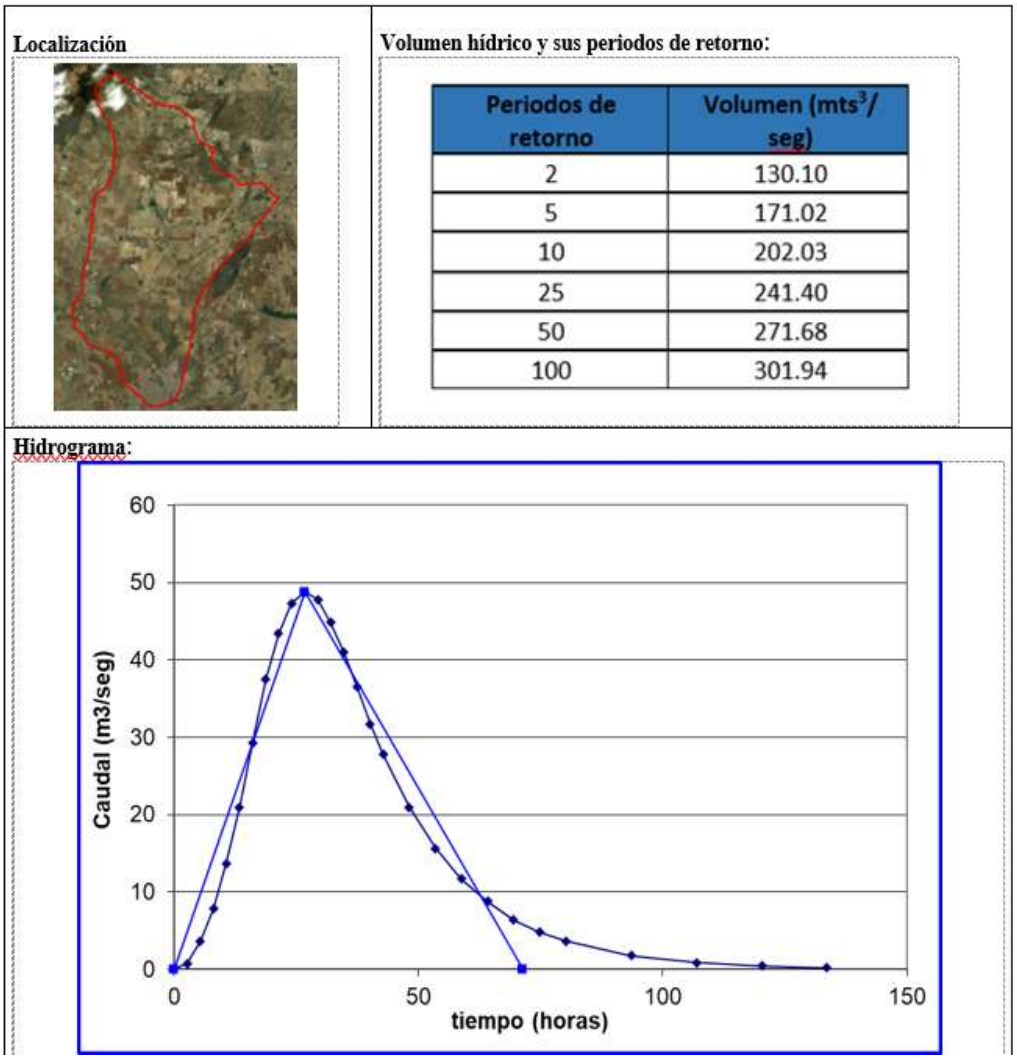
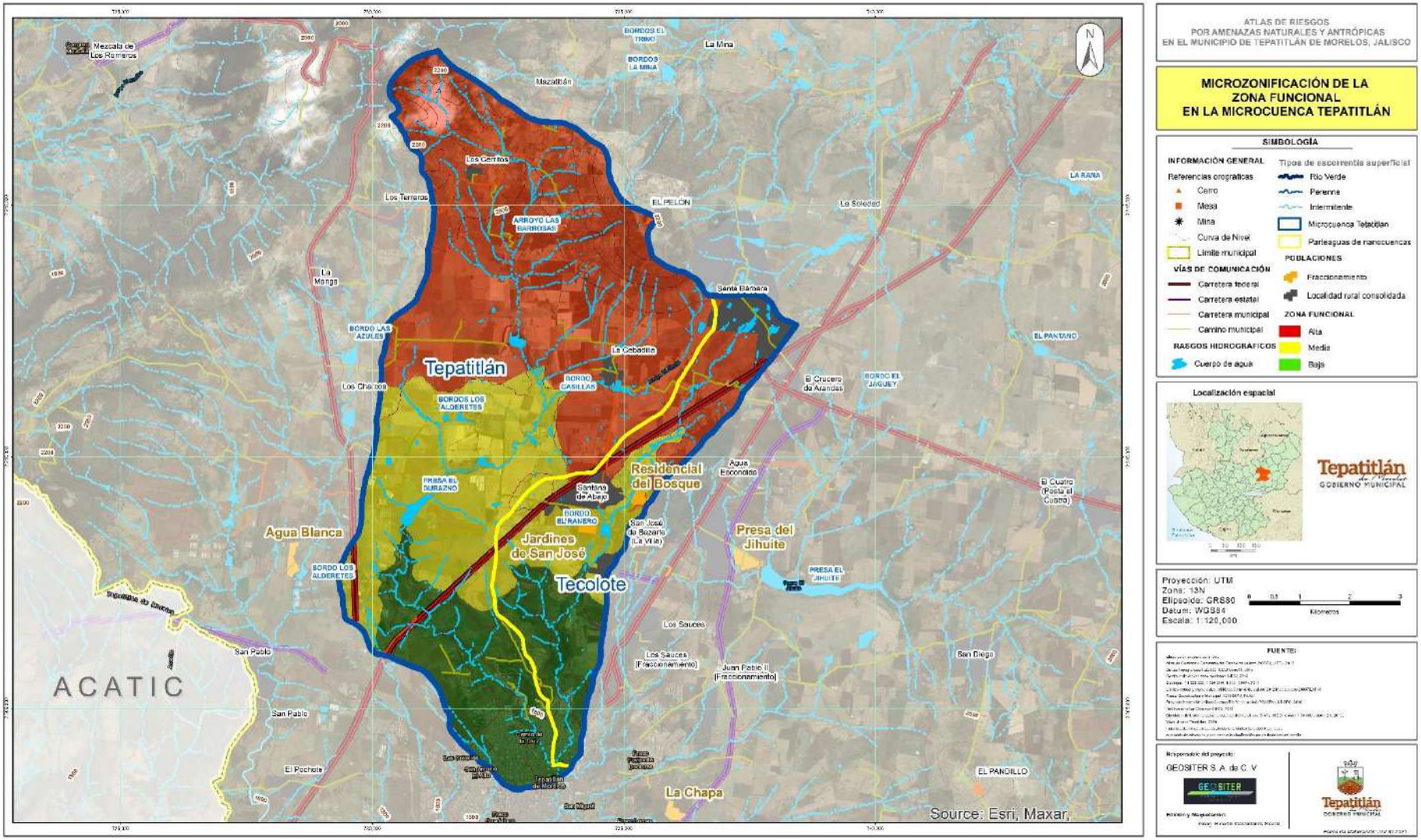


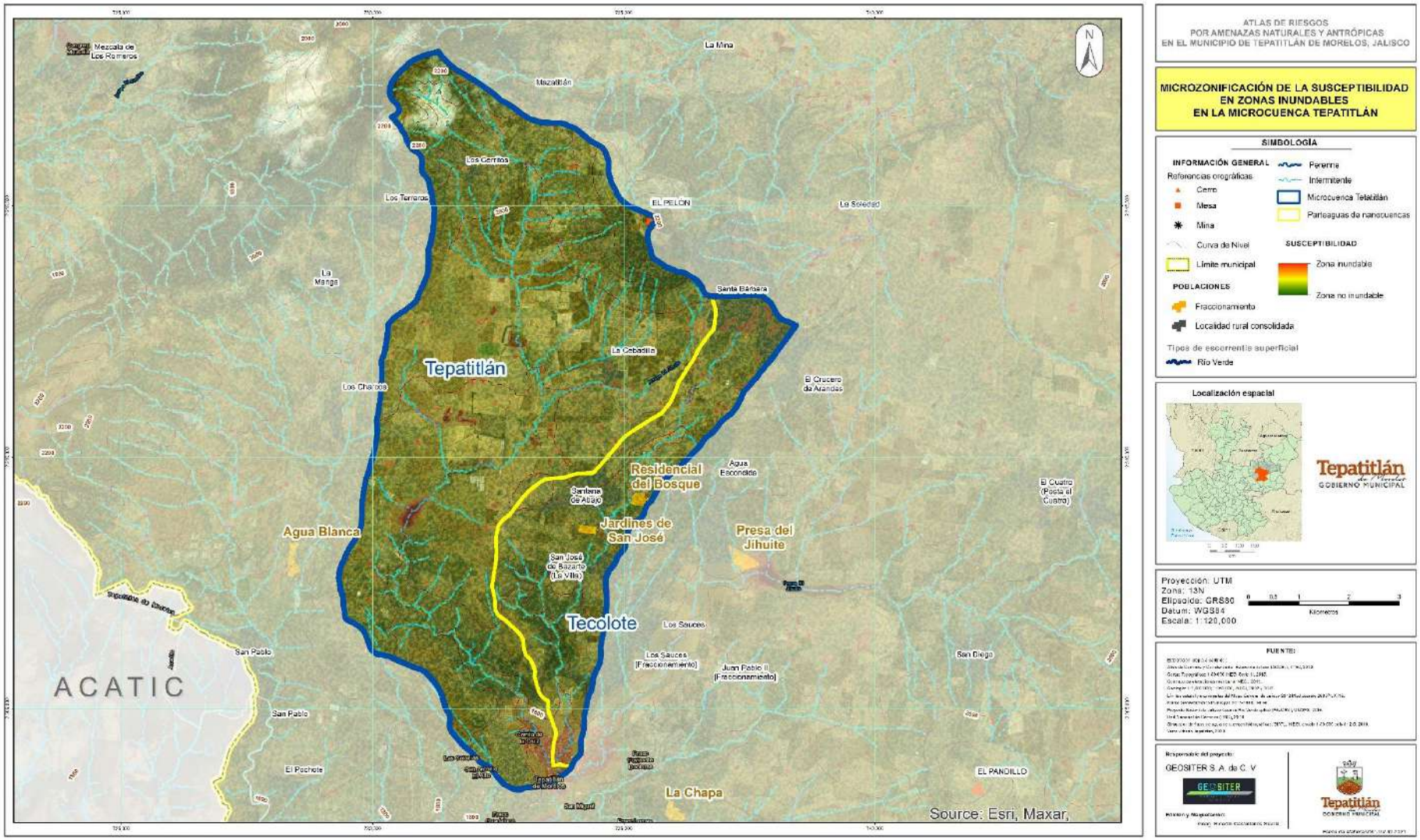
Figura 6.12. Ficha técnica para la microcuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.22. Zona funcional Microcuenca Tepatitlán.

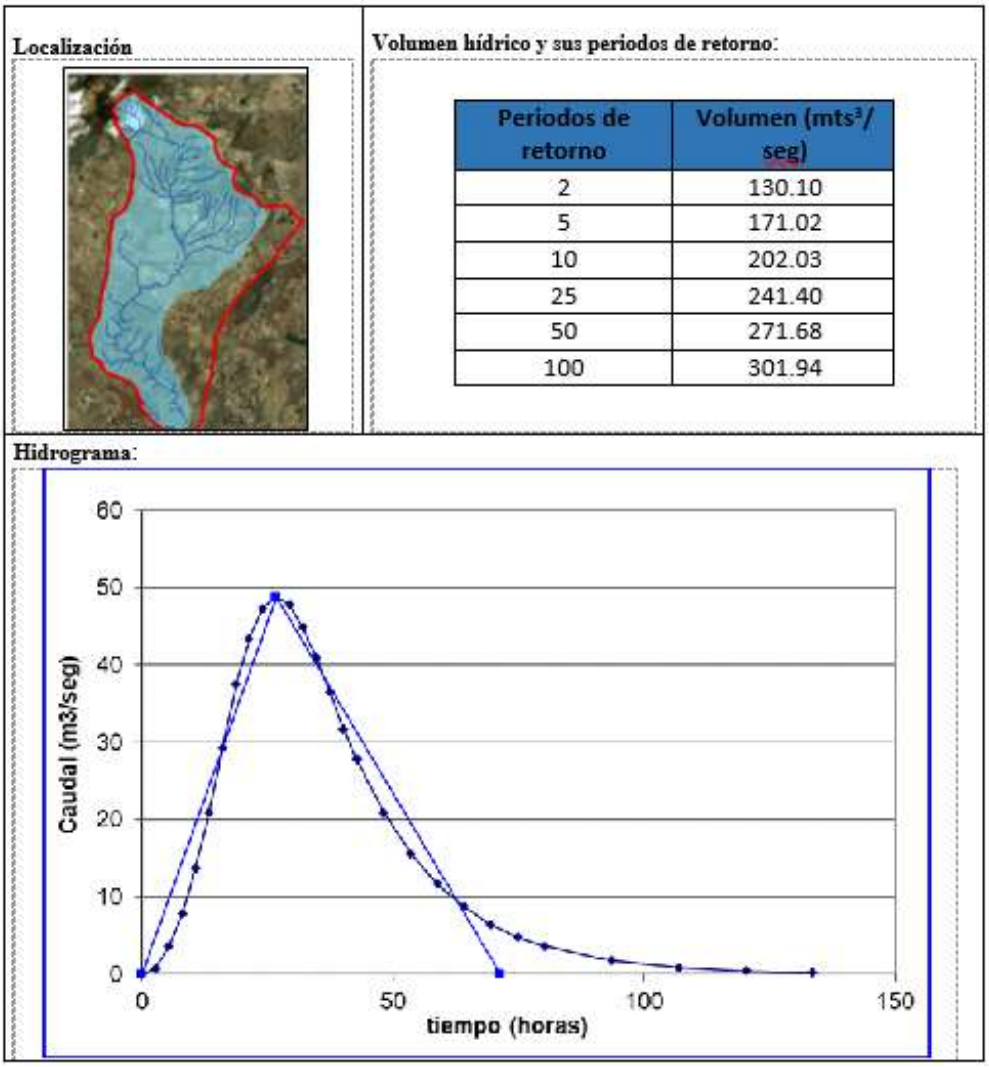
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.23. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

Nanocuenca Tepatitlán



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Infonavit El Tablón	5.68	880
San Javier II Sección	1.37	70
San Javier	4.57	43
San Gabriel	6.05	179
Esparita	6.7	319
Las Hadas	5.19	462
Cerrito De La Cruz	3.16	257
Centro	8.43	1713

Figura 6.13. Ficha técnica para la Nanocuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

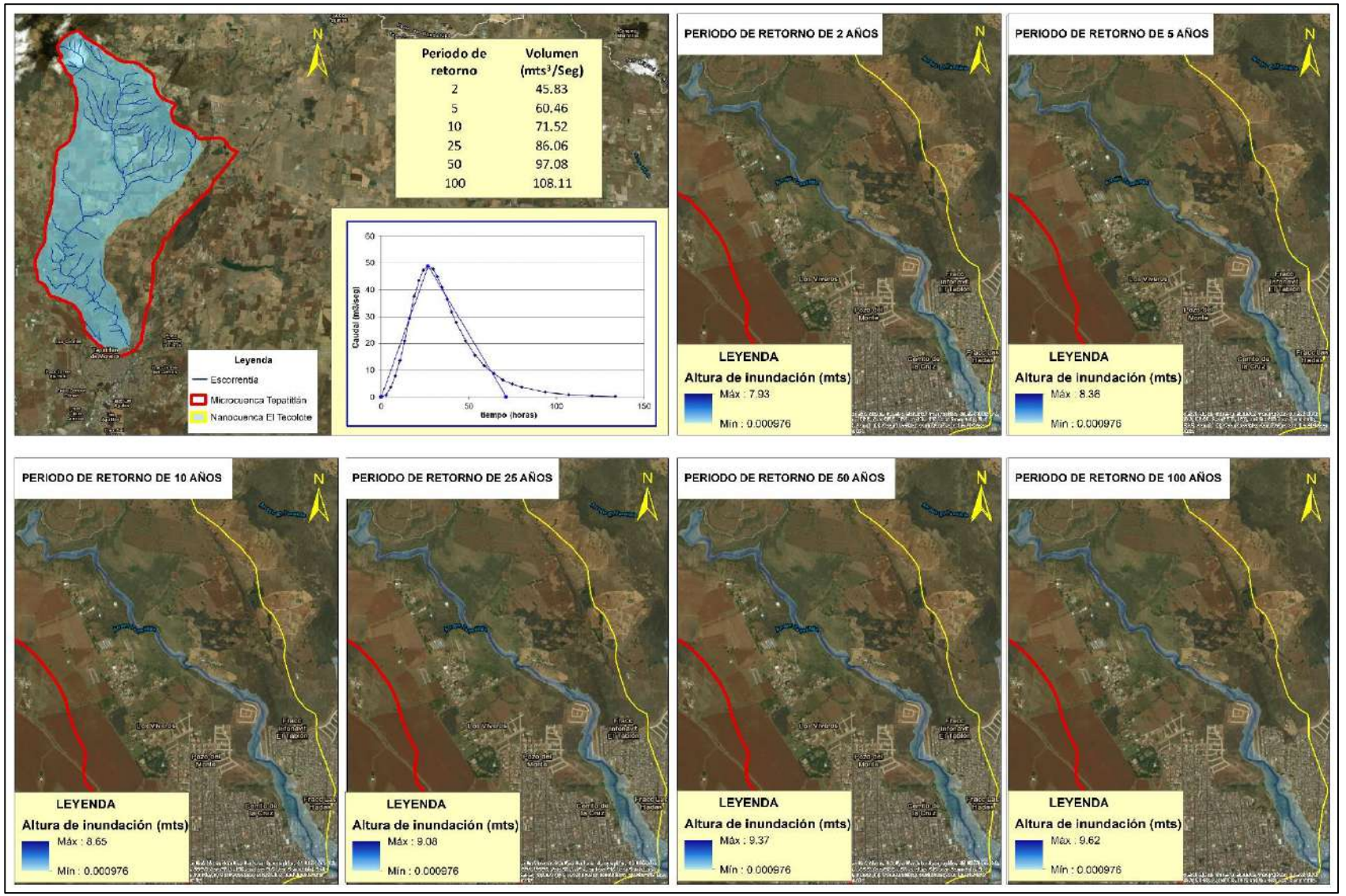


Figura 6.14. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

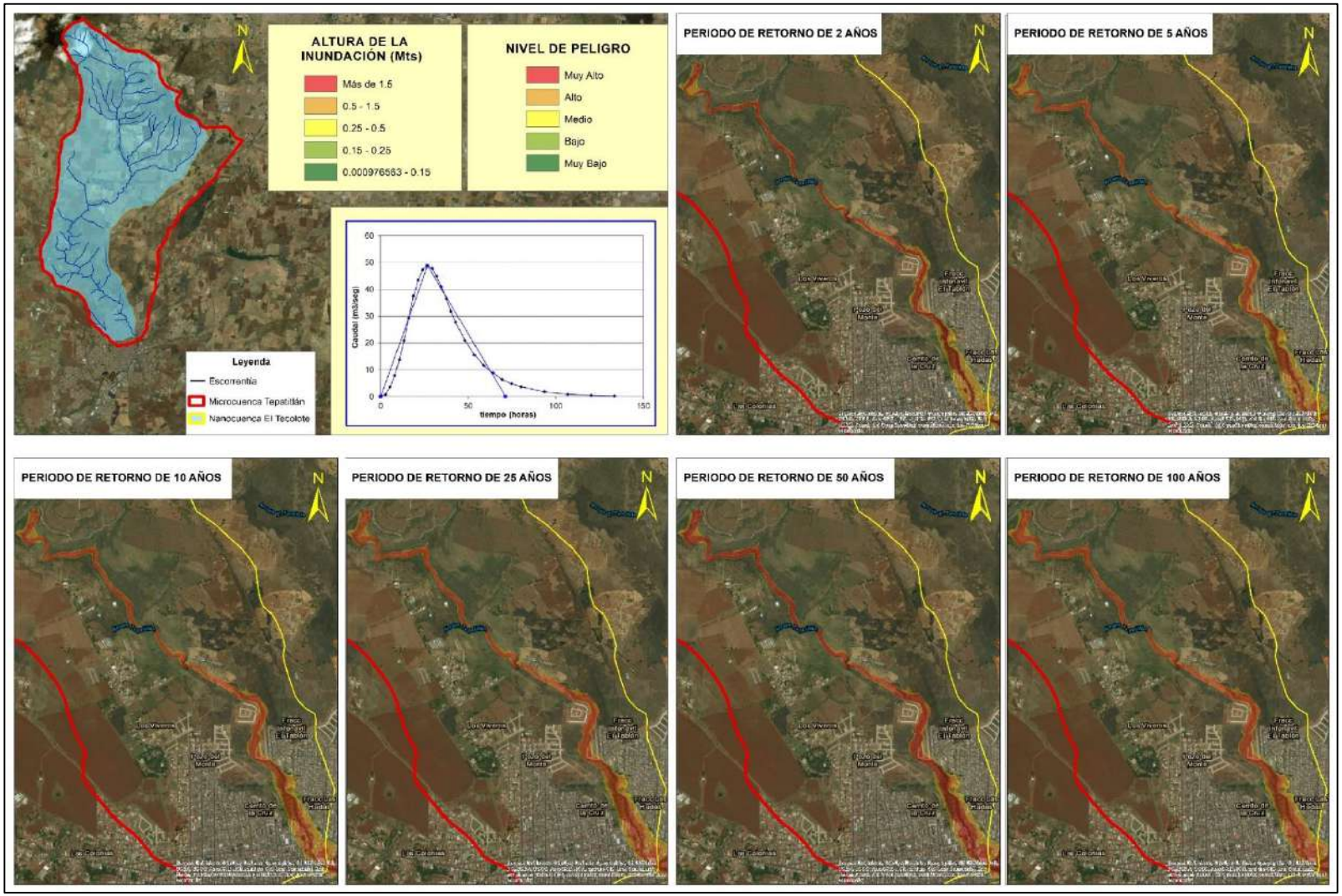
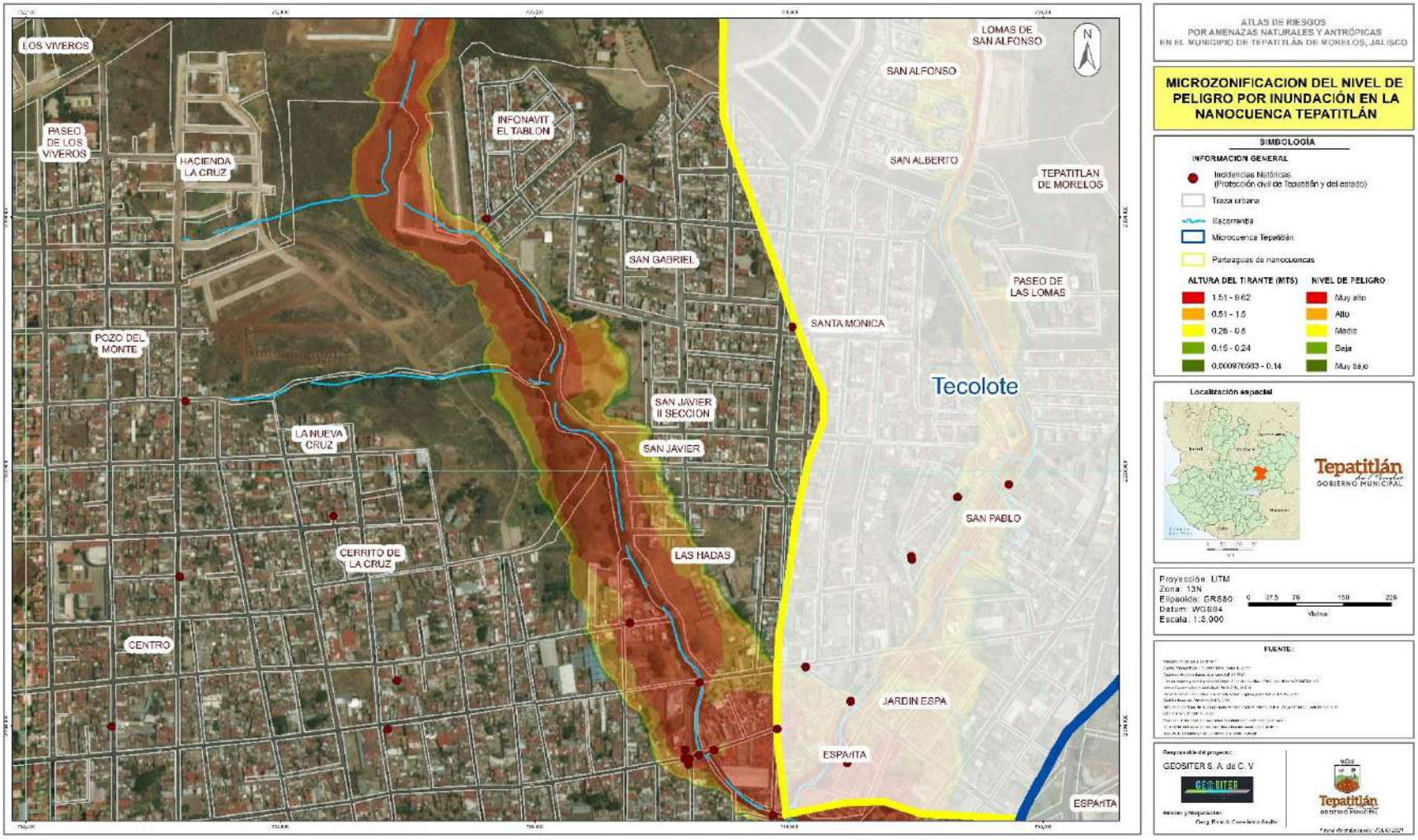


Figura 6.15. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Tepatitlán.

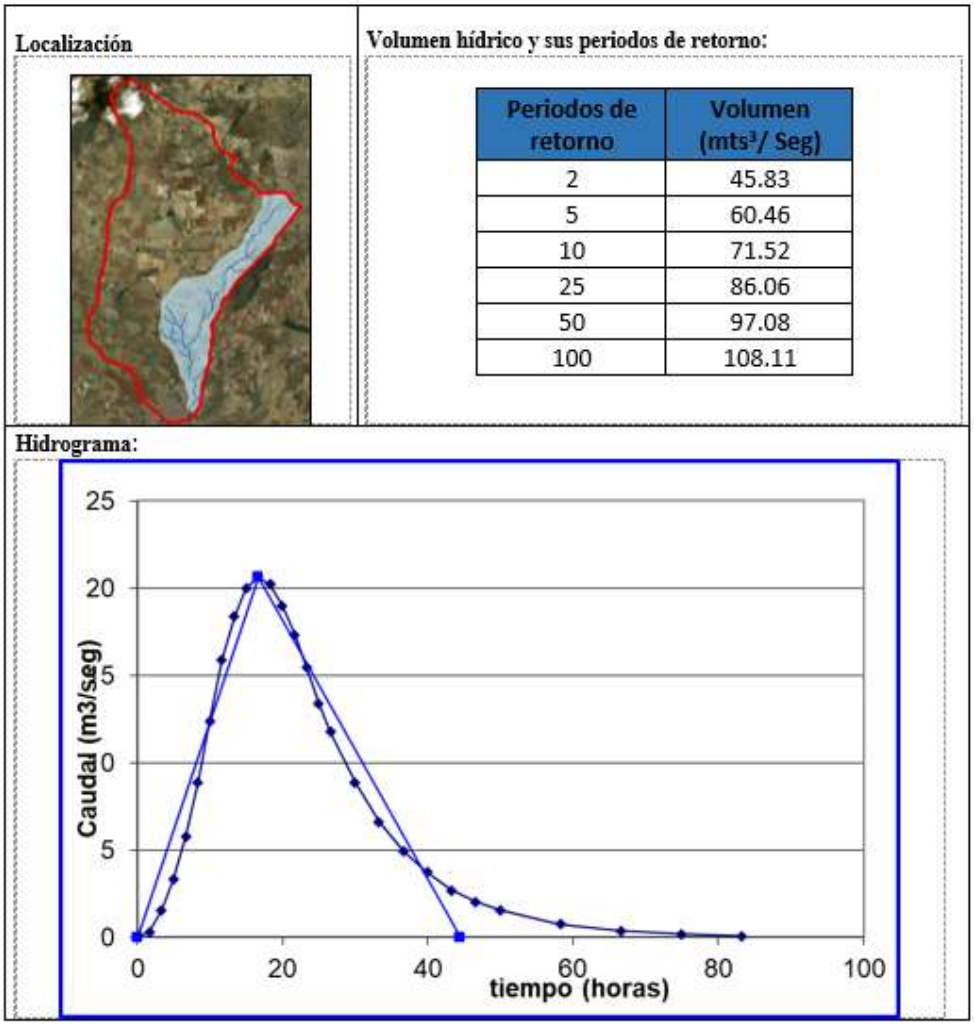
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.24. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

Nanocuenca Tecolote



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Esparita	6.70	2025
Jardín Espa	2.11	575
Las Hadas	5.19	723
Lomas De San Alfonso	2.99	516
Paseo De Las Lomas	2.26	133
San Alberto	2.58	732
San Alfonso	3.40	861
San Pablo	2.96	2172
Santa Mónica	1.88	2057

Figura 6.16. Ficha técnica para la Nanocuenca Tecolote.

Fuente: Elaboración propia.

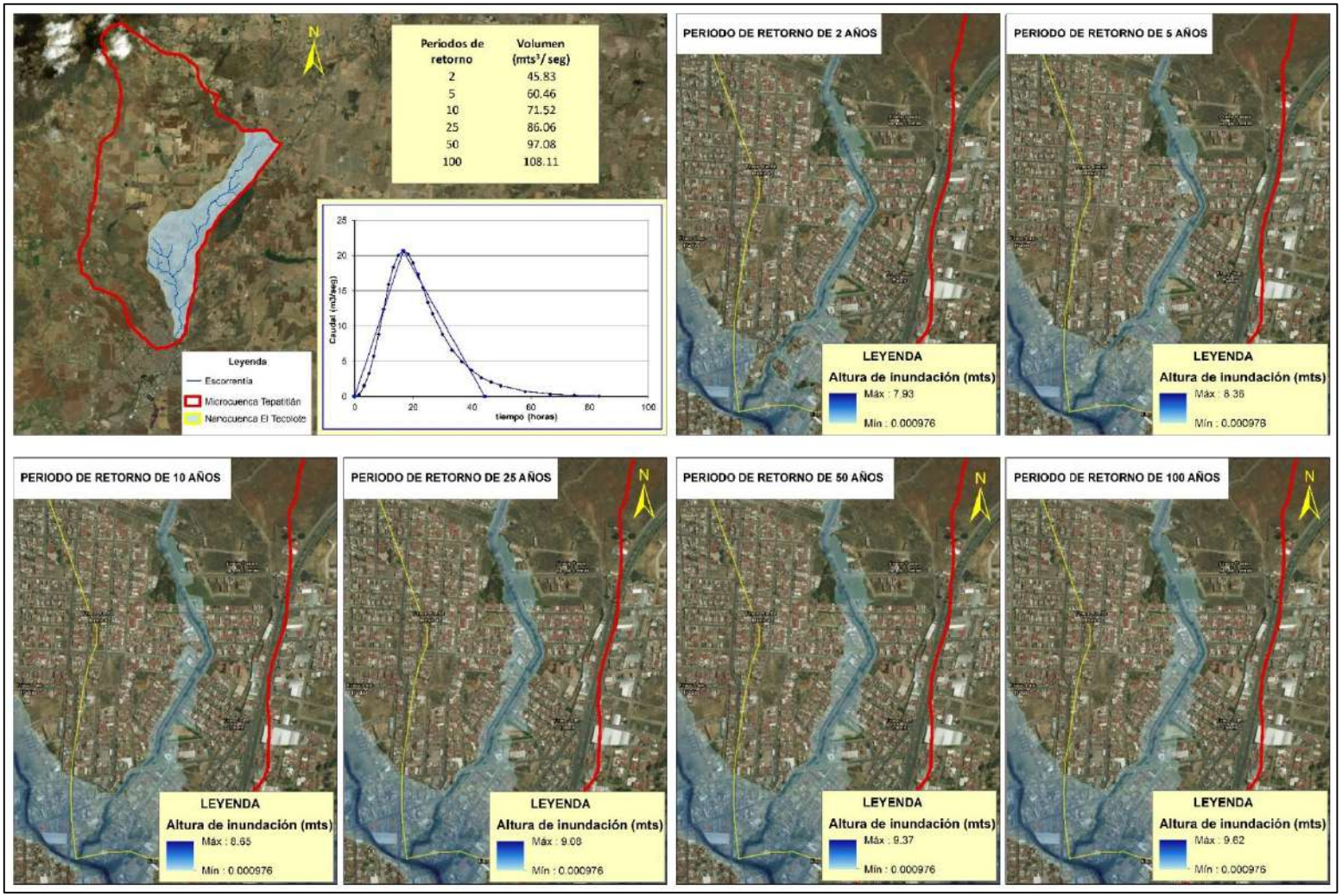


Figura 6.17. Intensidades por las inundaciones en la Nanocuenca Tecolote.

Fuente: Elaboración propia.

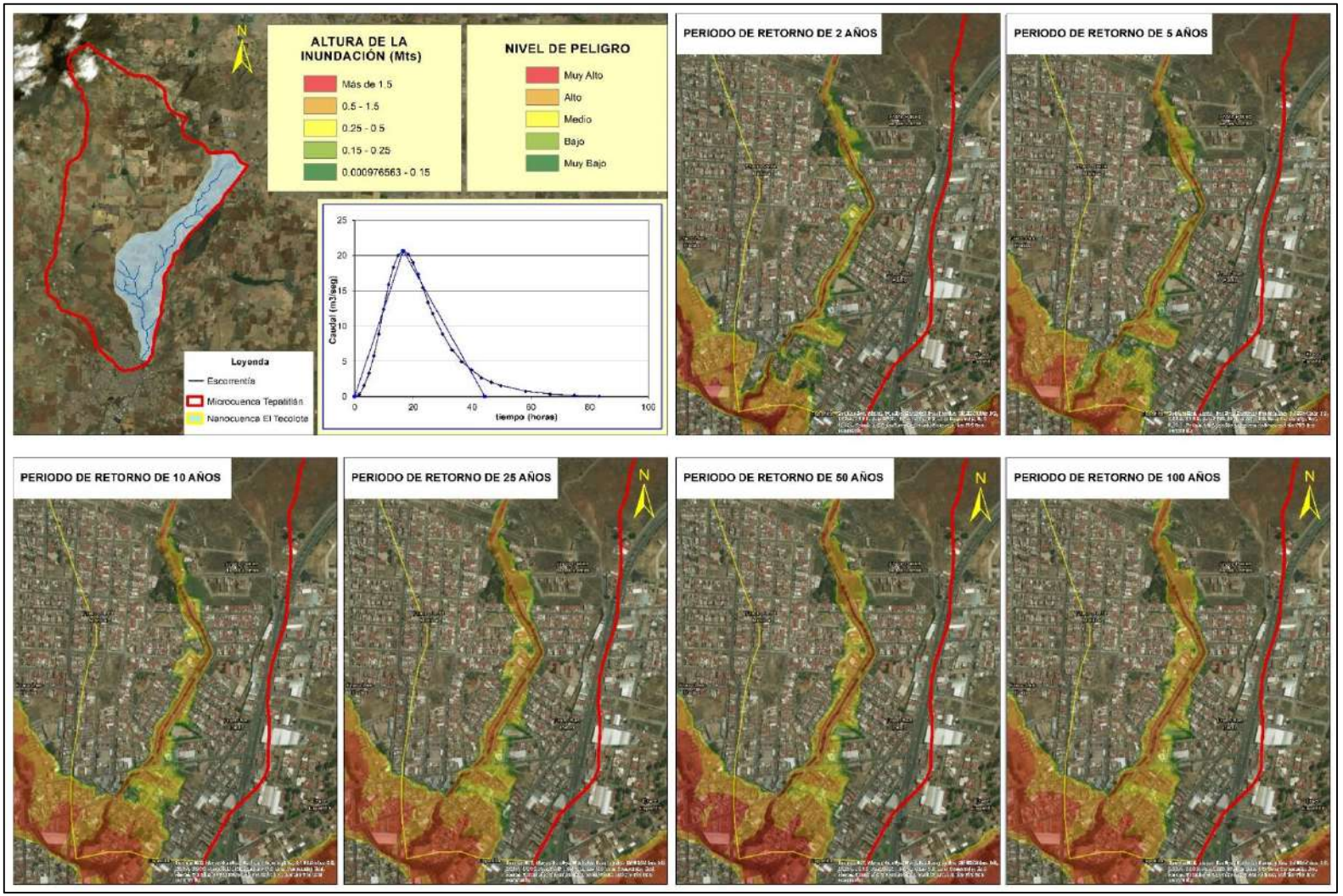
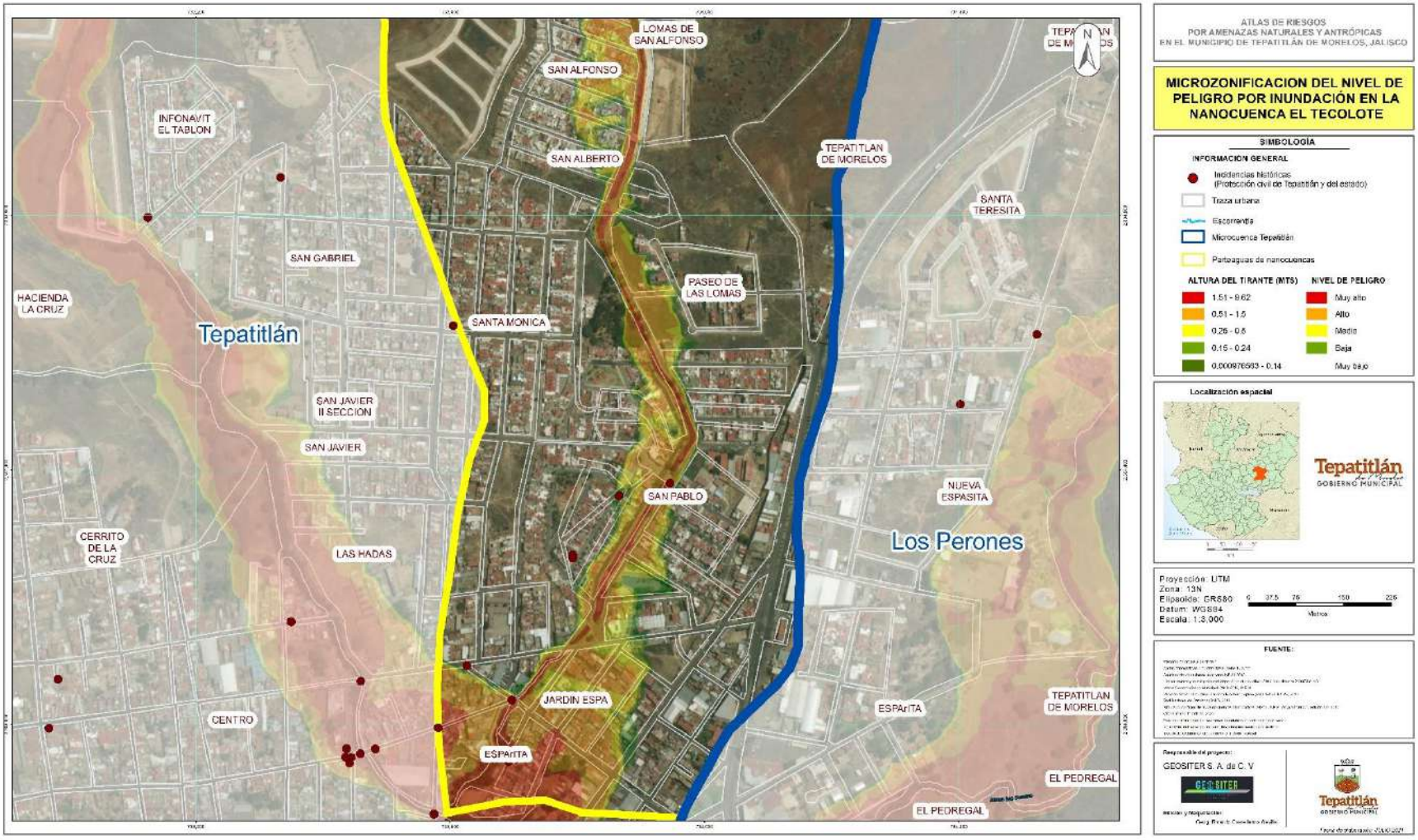


Figura 6.18. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Tecolote.

Fuente: Elaboración propia.

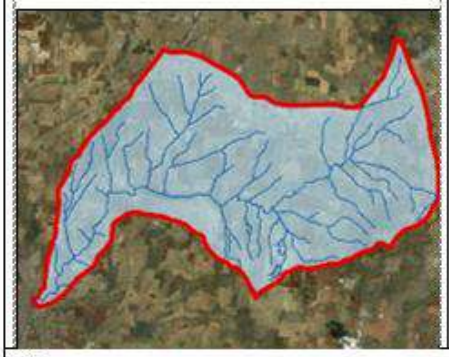


Mapa 6.25. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Tecolote.

Fuente: Elaboración propia.

Nanocuenca Los Perones

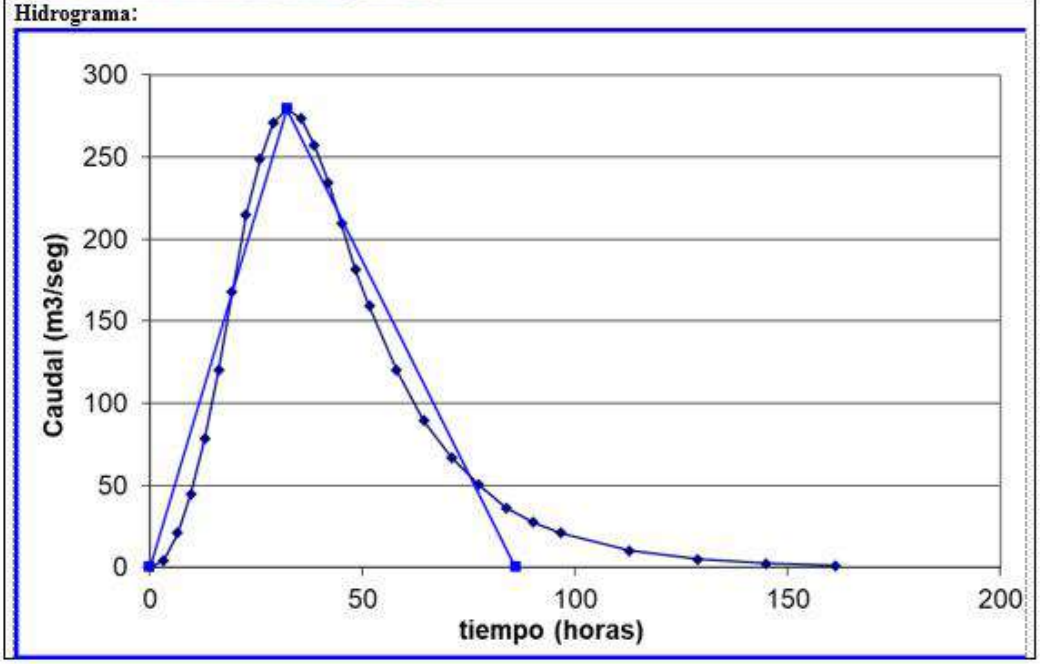
Localización



Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodo de retorno	Volumen (mts³/ Seg)
2	237.77
5	316.72
10	373.98
25	437.81
50	501.15
100	556.41

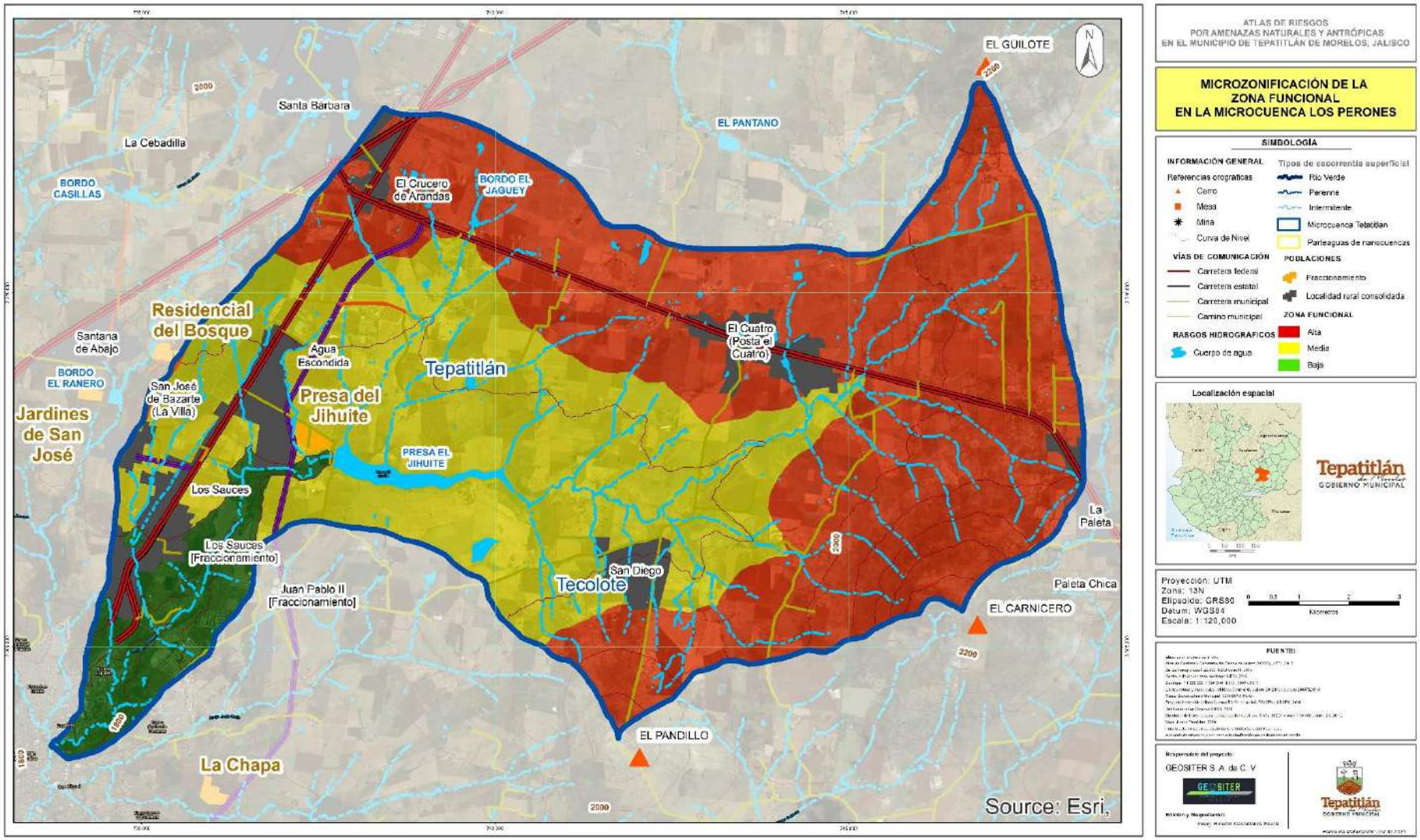
Hidrograma:



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Nueva Espasita	4.92	293
El Pedregal	7.60	131
San Miguel	8.35	107

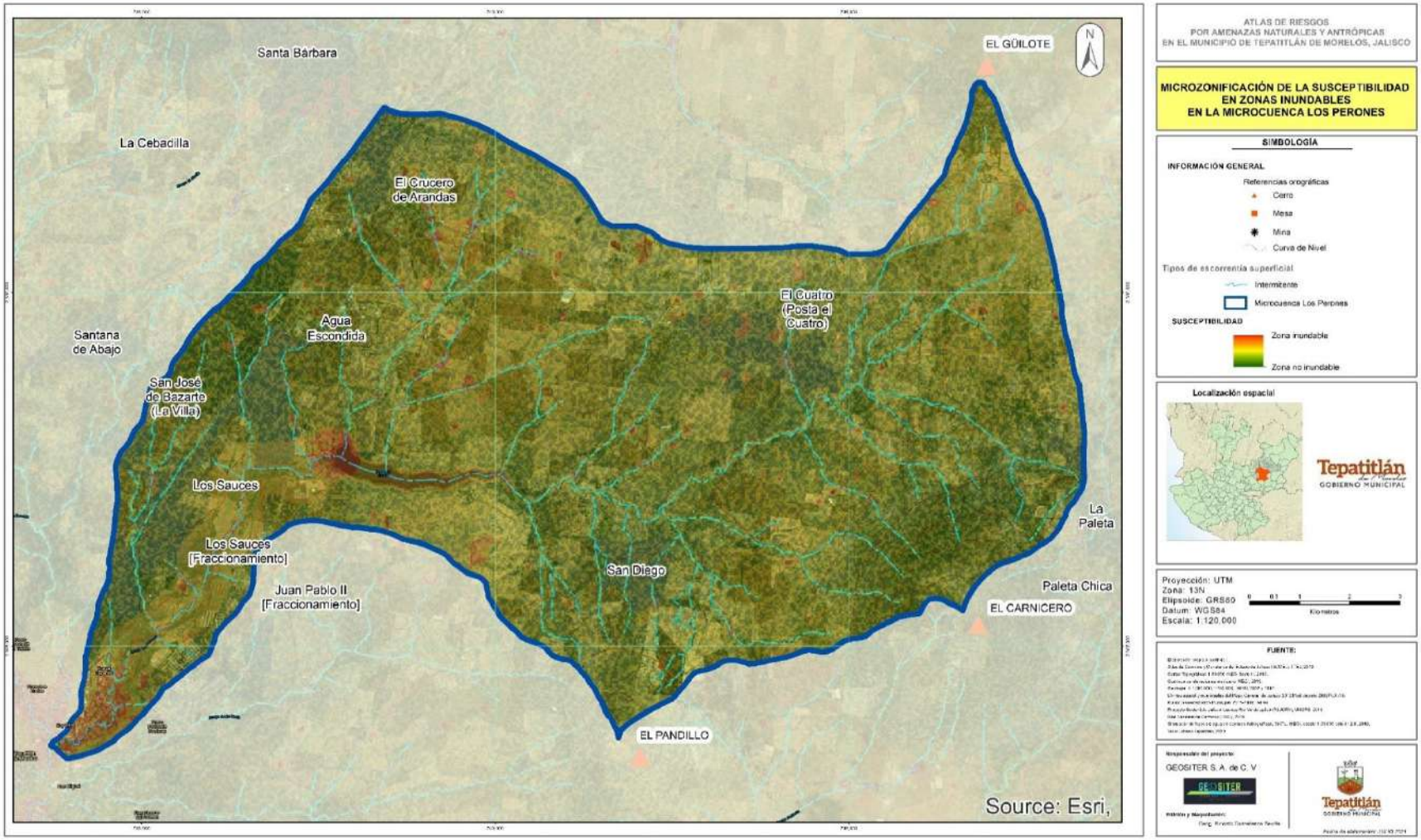
Figura 6.19. Ficha técnica para la micocuenca Los perones.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.26. Mapa funcional del sistema hidrológico de Los Perones.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.27. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Perones.

Fuente: Elaboración propia.

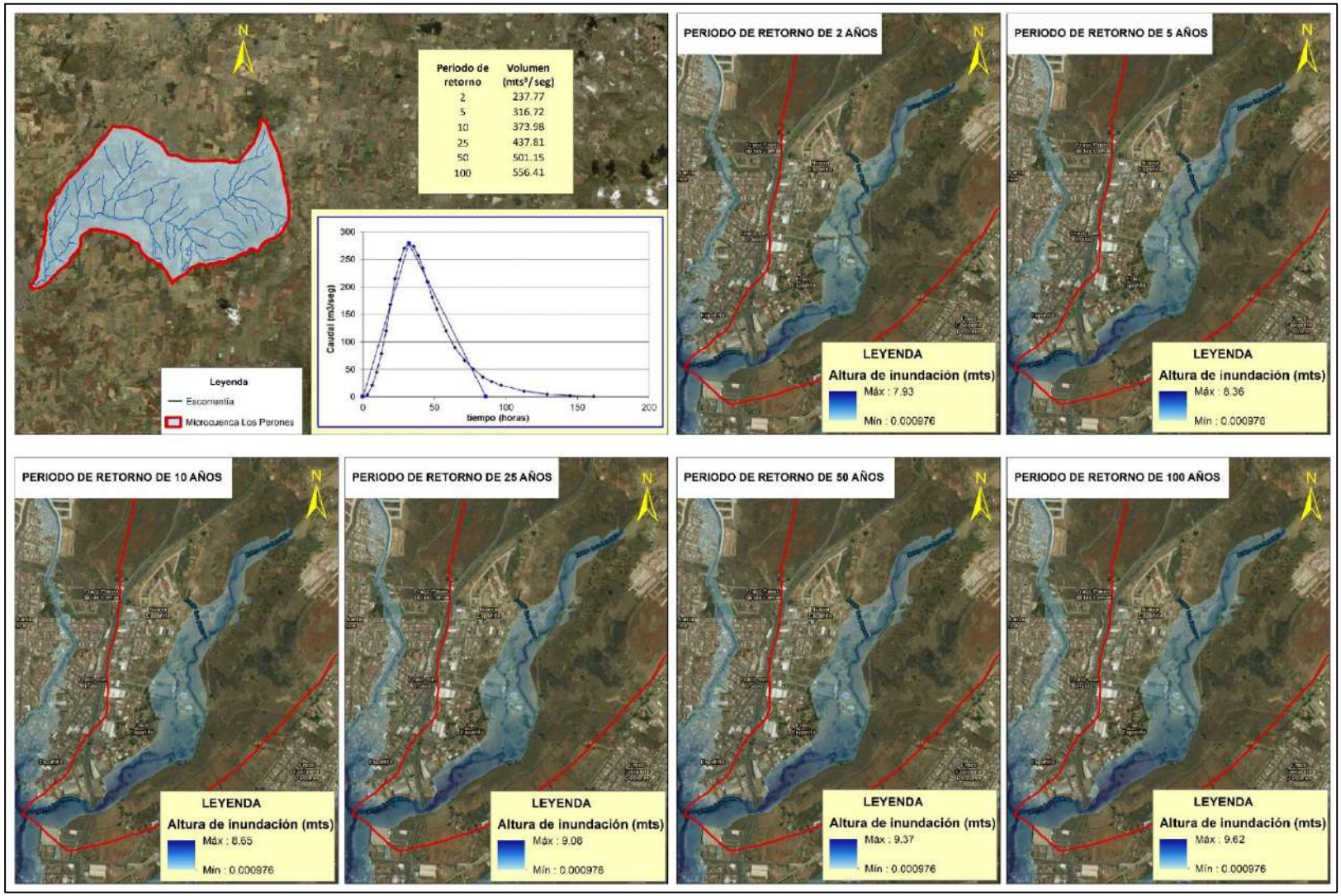


Figura 6.20. Intensidades por las inundaciones en la microcuenca Los Perones.

Fuente: Elaboración propia.

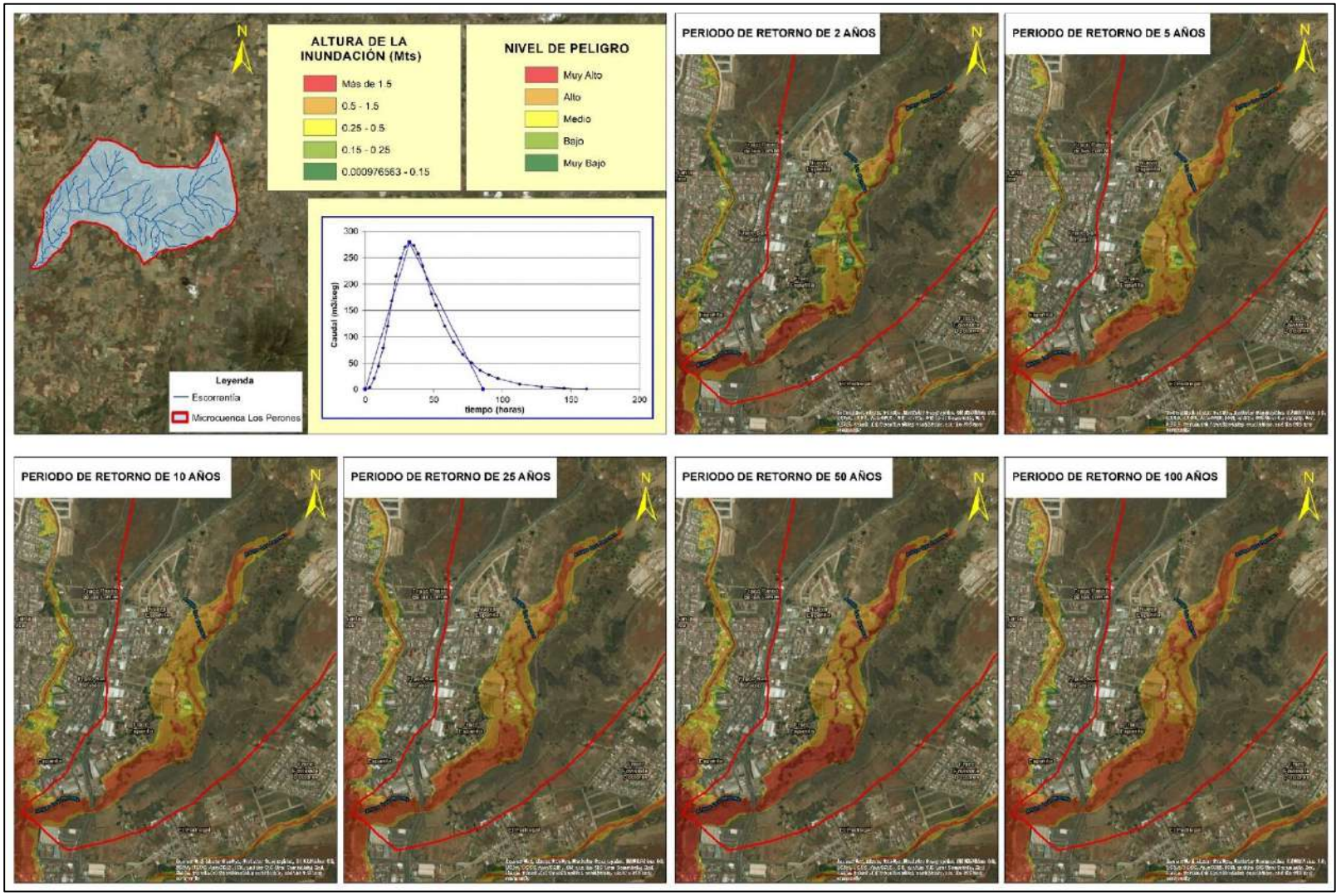
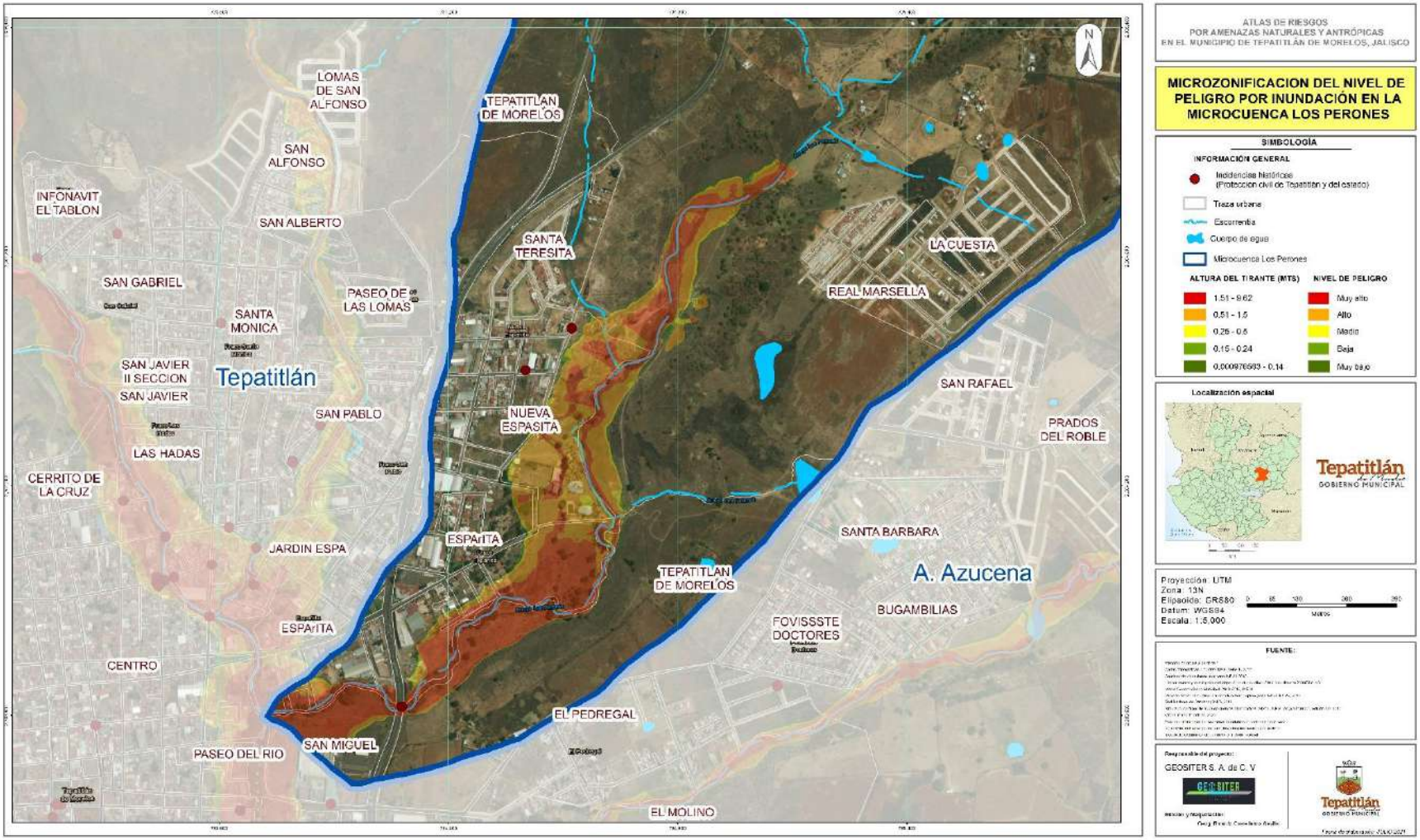


Figura 6.21. Nivel de peligrosidad por inundación en la microcuenca Los Perones.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.28. Microzonificación del peligro por inundación en la microcuenca Los Perones.

Fuente: Elaboración propia.

Microcuenca Jesús María

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts^3/ Seg)
2	127.67
5	176.35
10	212.77
25	278.27
50	323.27
100	368.49

Hidrograma:

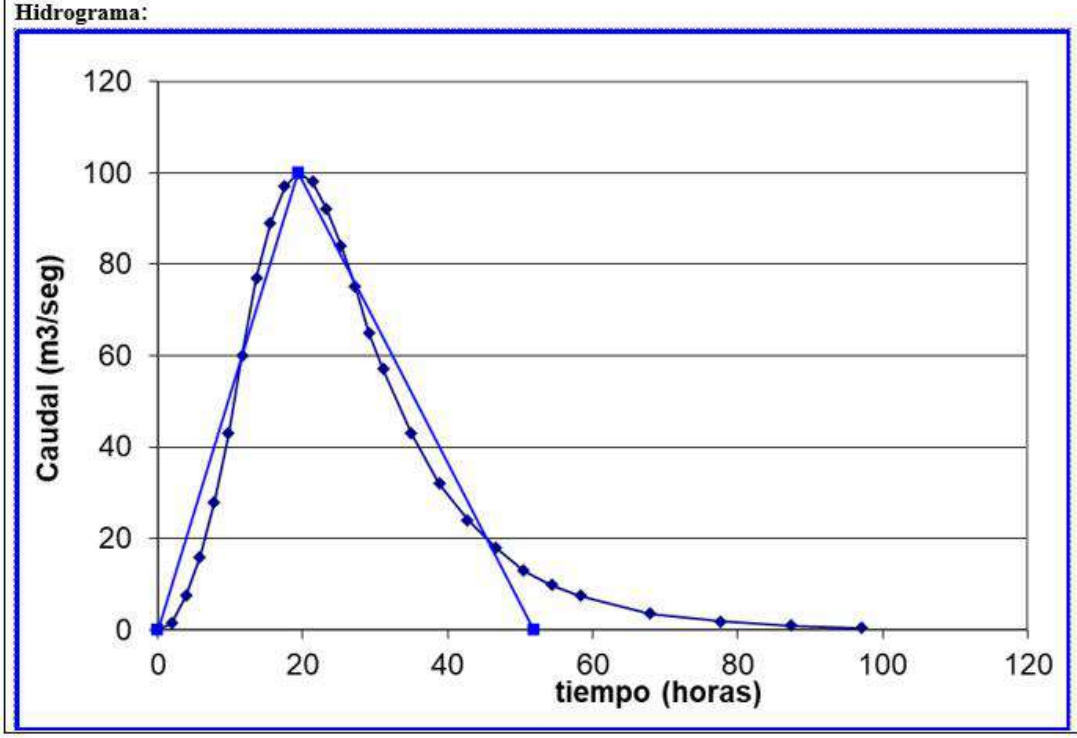
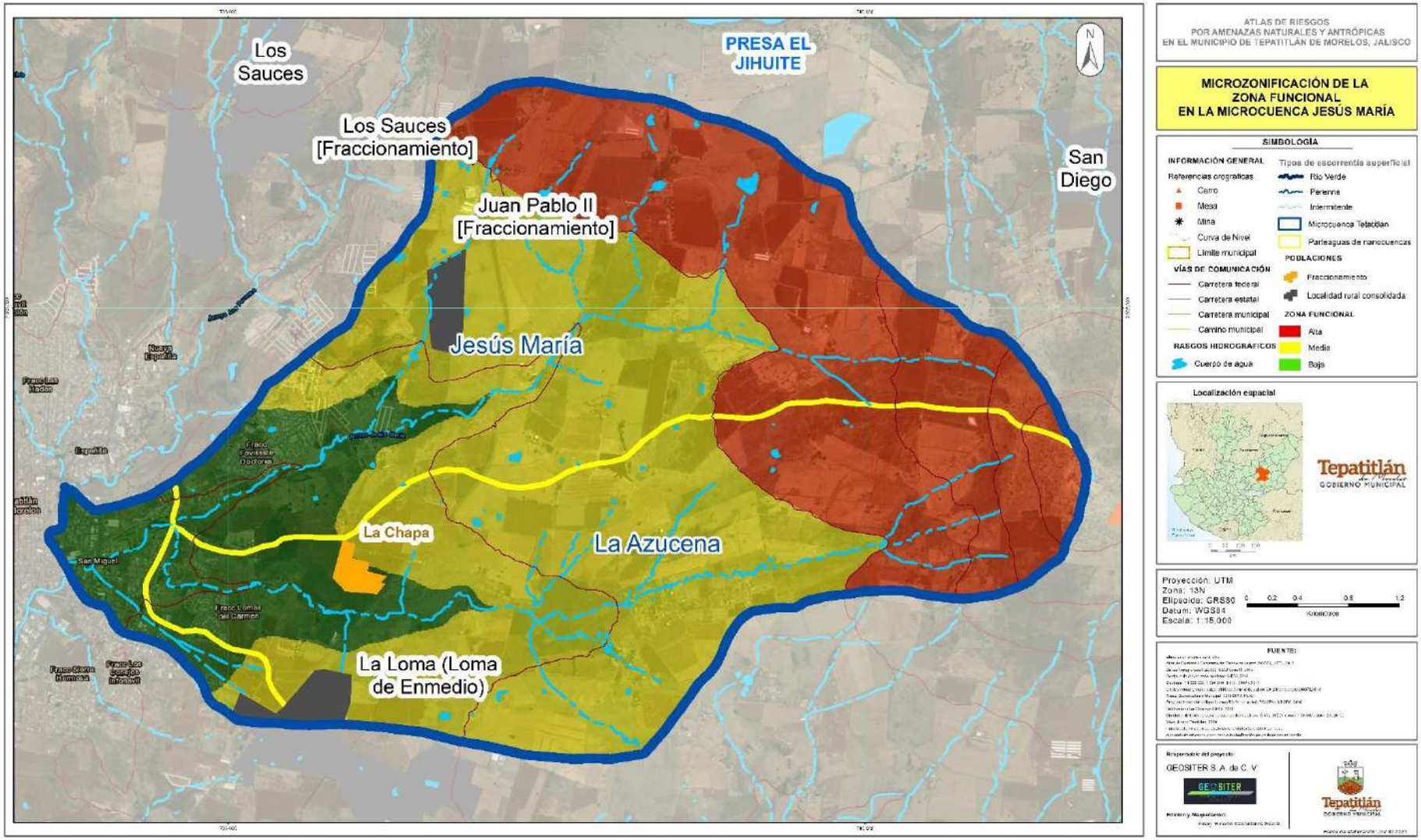


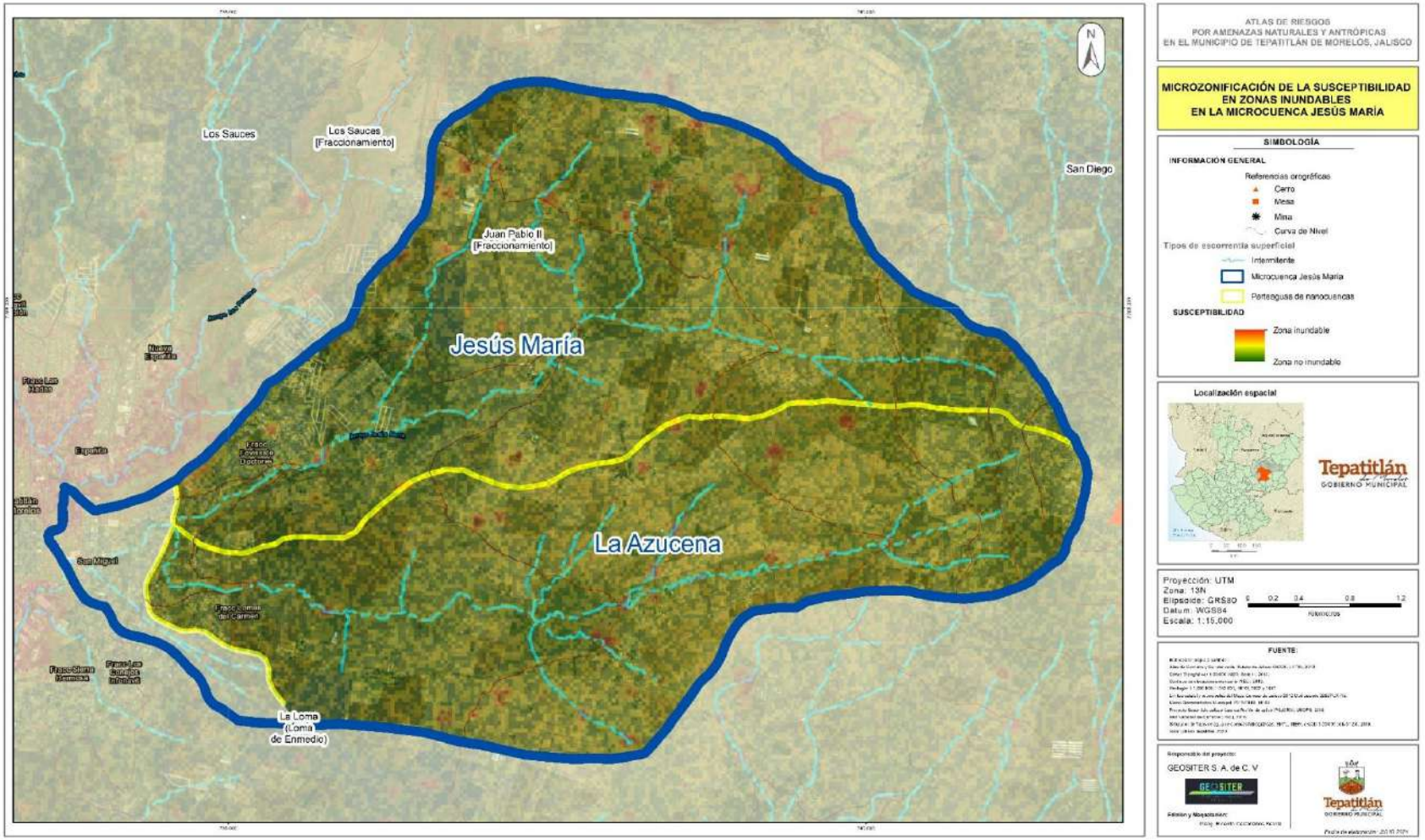
Figura 6.22. Ficha técnica para la Microcuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.29. Mapa funcional del sistema hidrológico de Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.30. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.

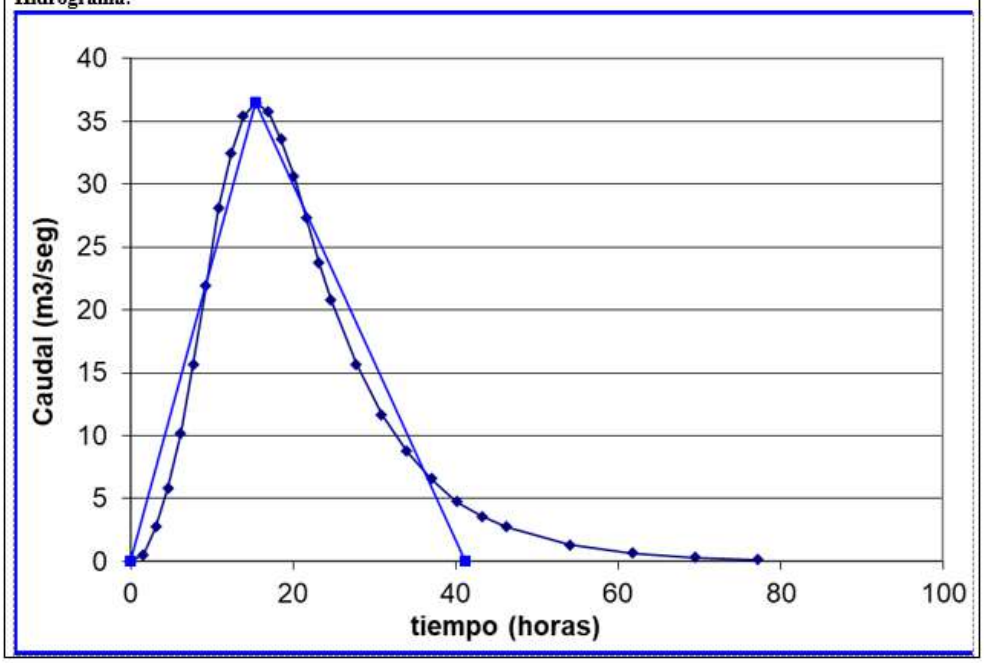
Nanocuenca Jesús María

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts³/ Seg)
2	70.22
5	98.20
10	119.19
25	160.33
50	187.96
100	215.76

Hidrograma:



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Fovissste Doctores	2.91	30
El Pedregal	7.60	168
Buganvilias	2.94	138

Figura 6.23. Ficha técnica para la Nanocuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.

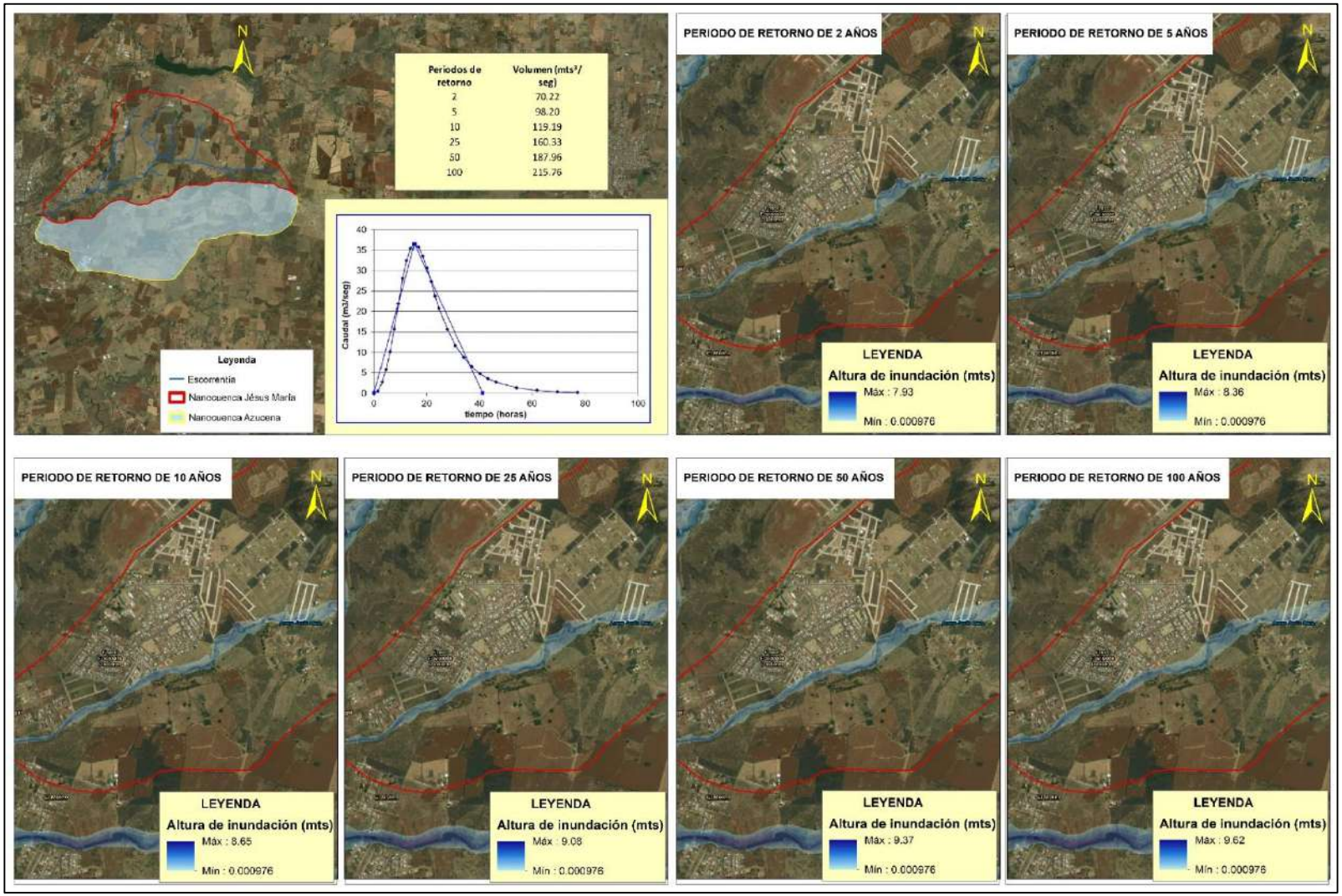


Figura 6.24. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.

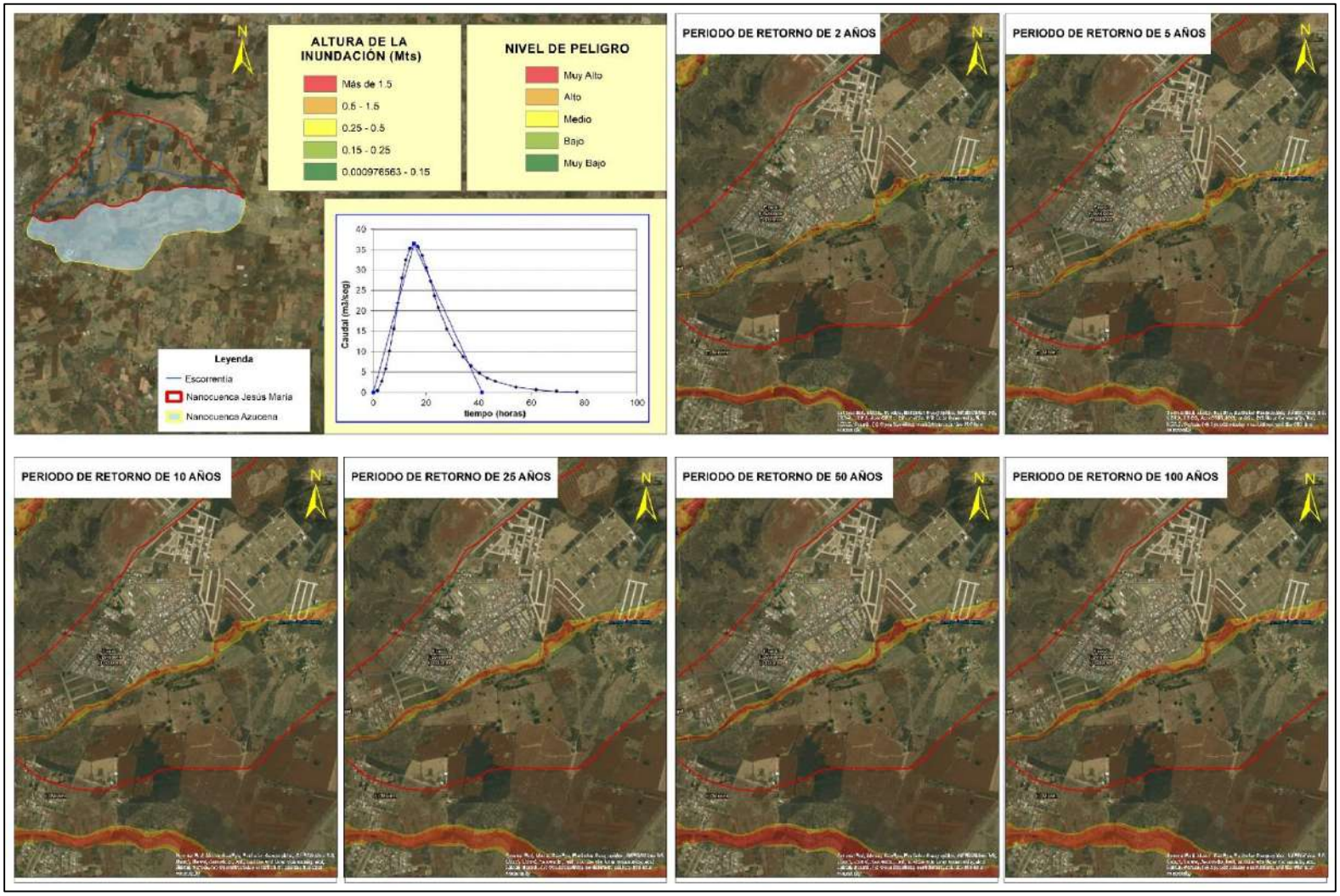
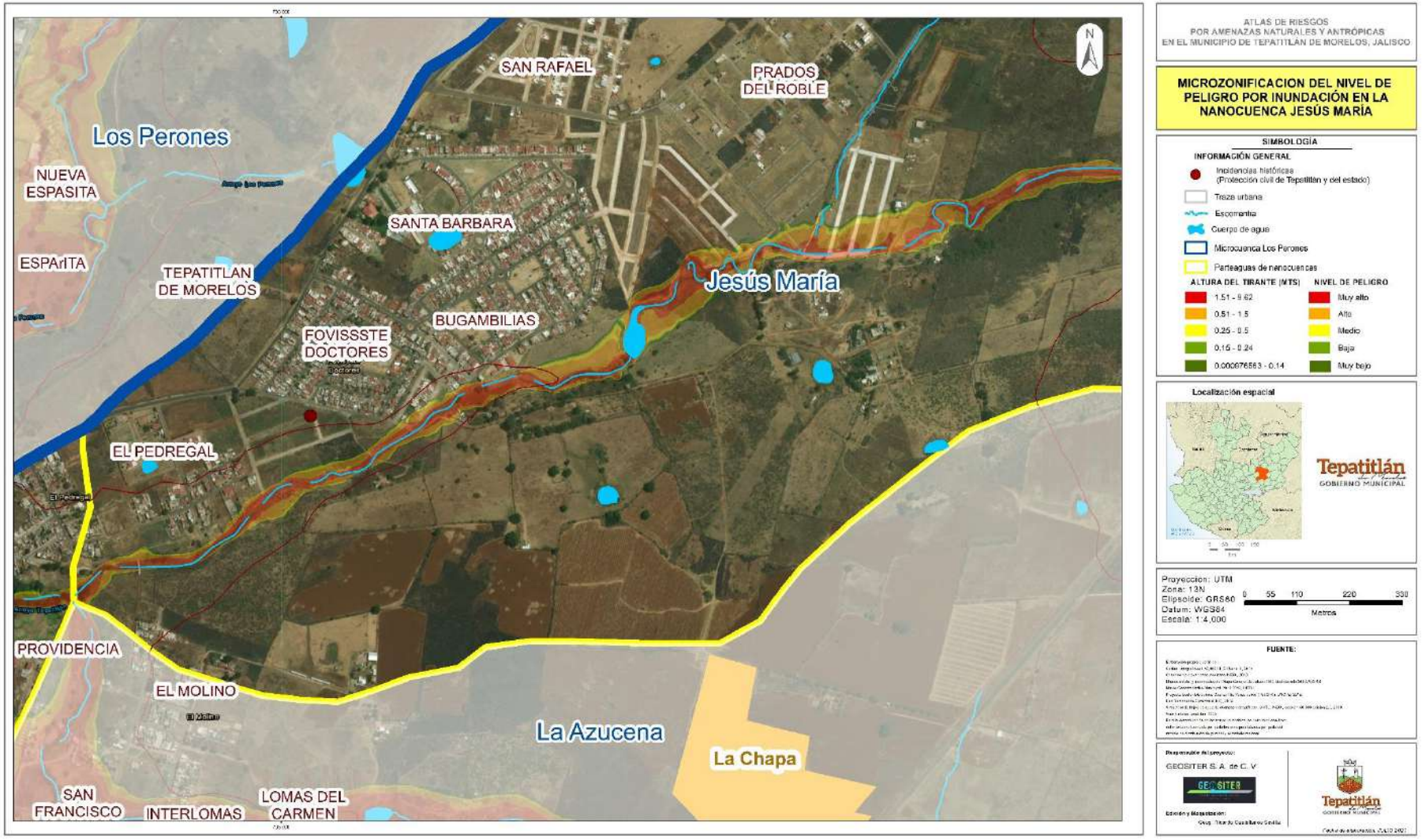


Figura 6.25. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.31. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Jesús María.

Fuente: Elaboración propia.

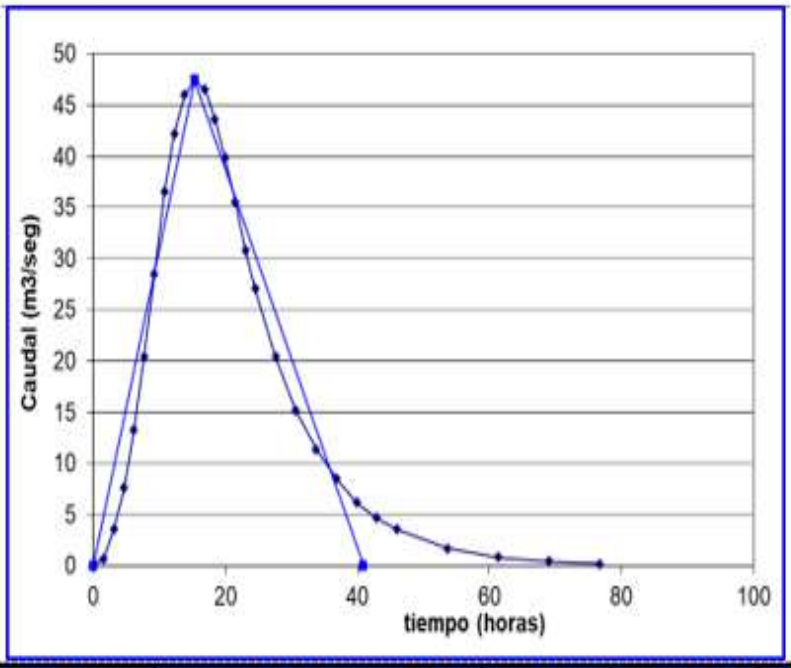
Nanocuenca Azucena

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts³/ seg)
2	64.82
5	90.52
10	109.71
25	146.10
50	170.74
100	195.51

Hidrograma:



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Interlomas	4.92	37
El Molino	7.6	176
Providencia	3.62	41
San Francisco	6.17	98

Figura 6.26. Ficha técnica para la nanocuenca Azucena.

Fuente: Elaboración propia.

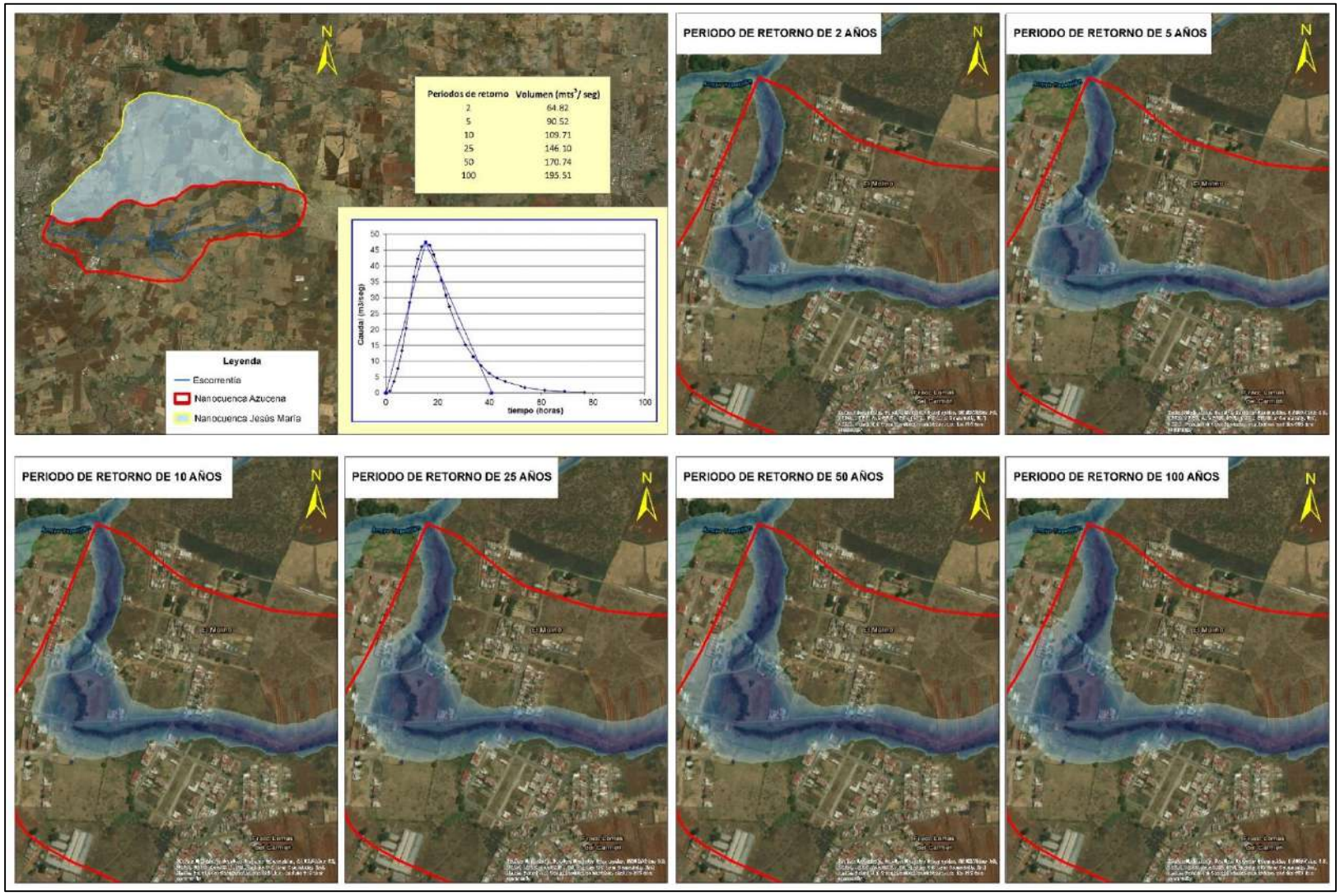


Figura 6.27. Intensidades por las inundaciones en la nanocuenca Azucena.

Fuente: Elaboración propia.

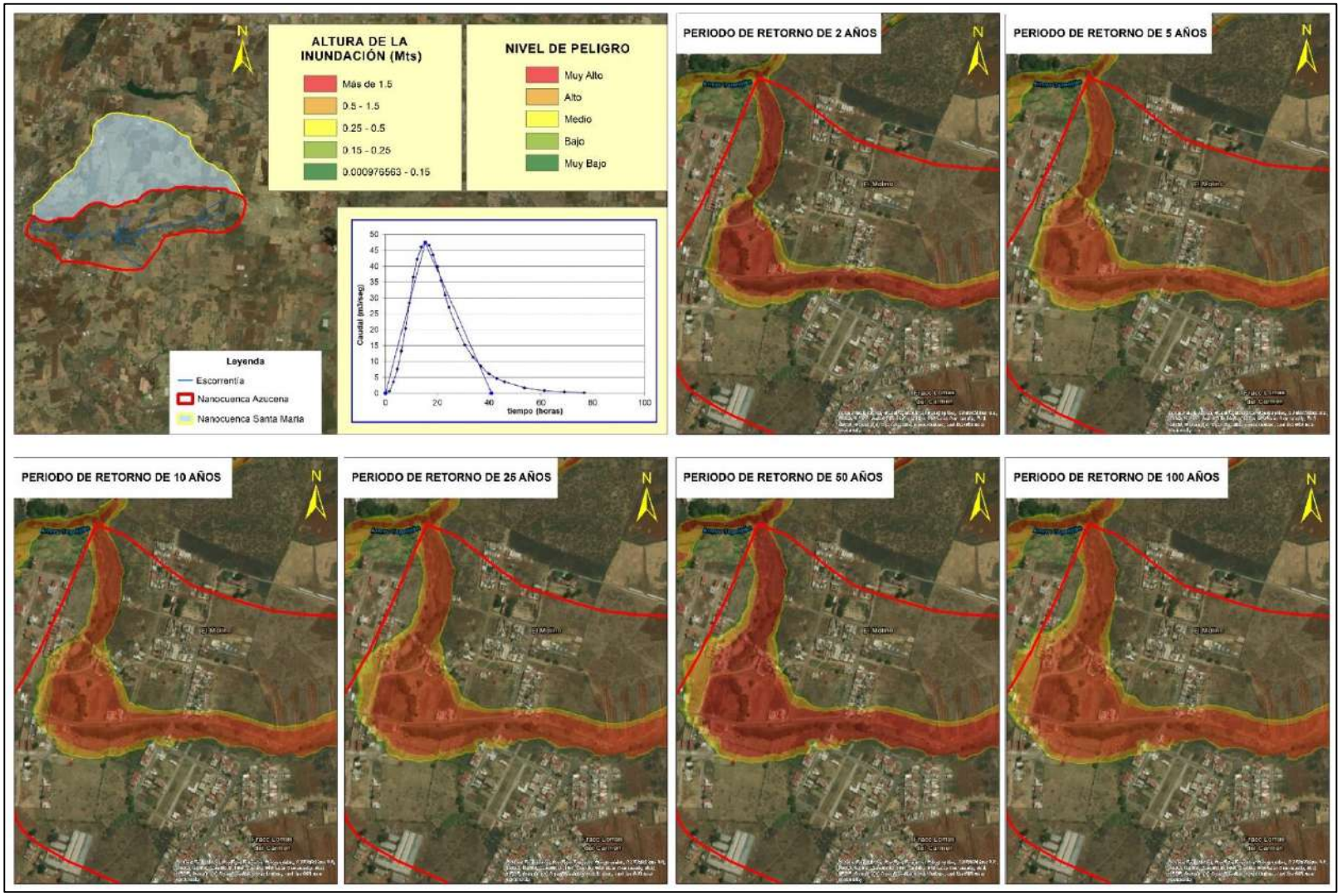
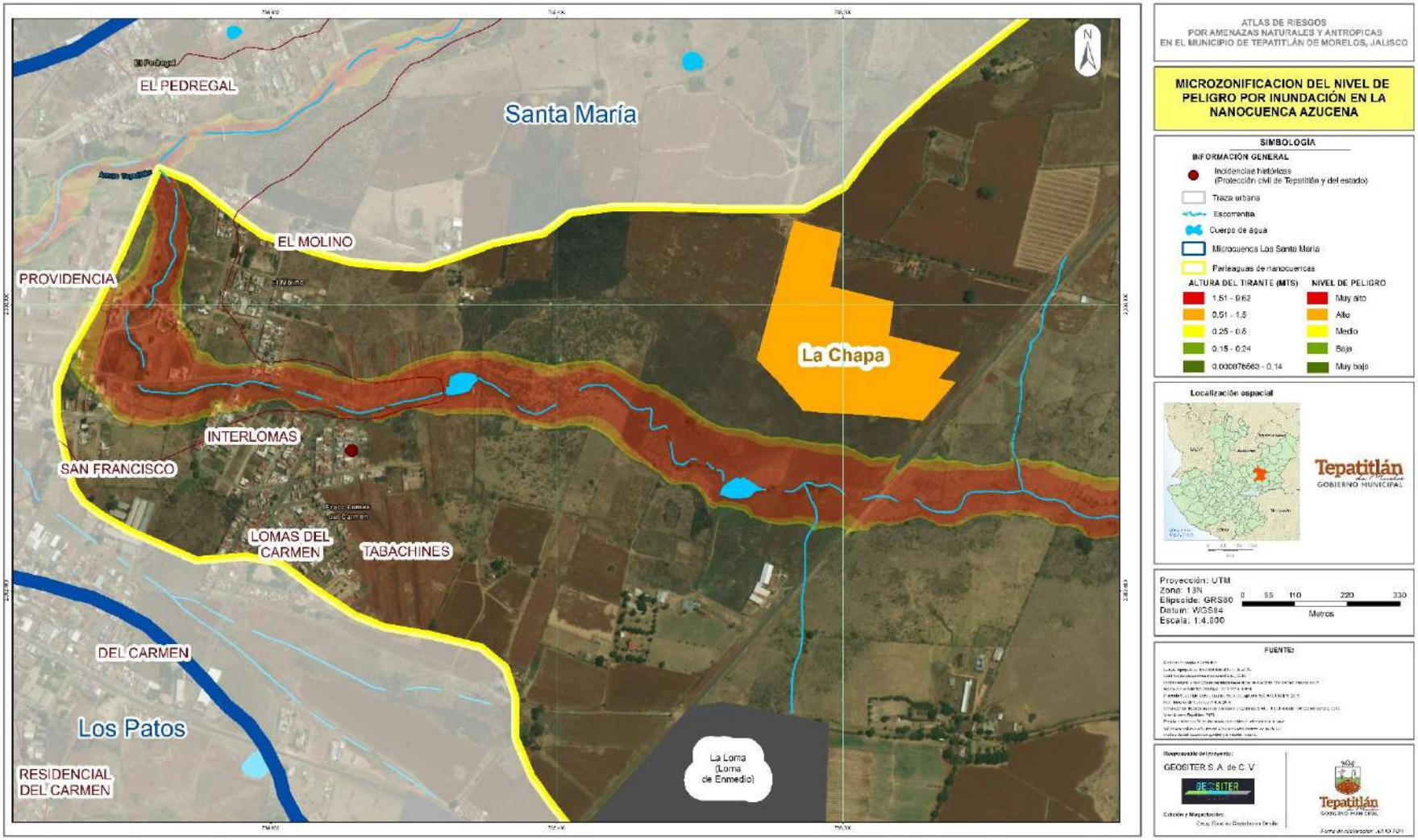


Figura 6.28. Nivel de peligrosidad por inundación en la nanocuenca Azucena.

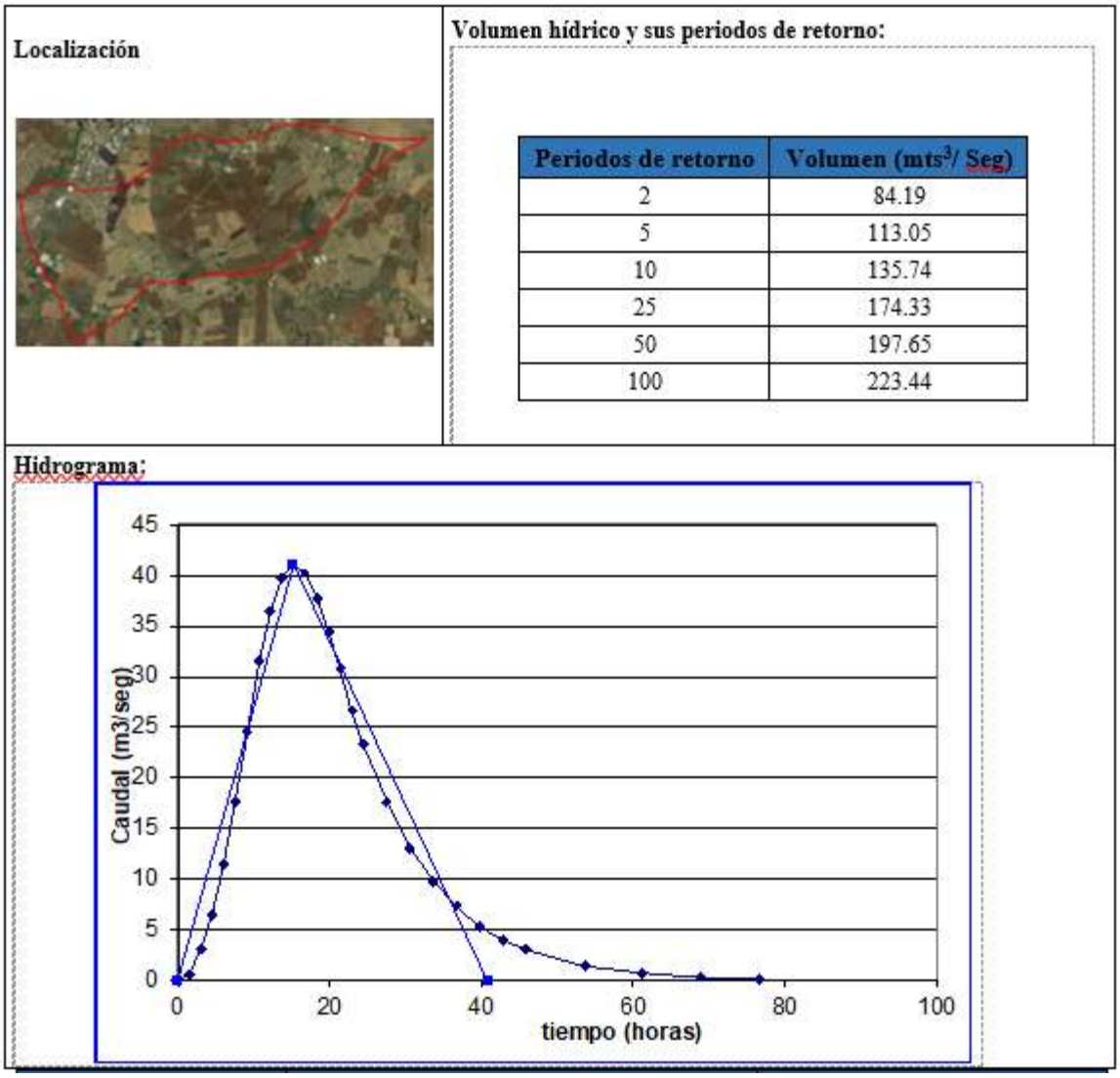
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.32. Microzonificación del peligro por inundación en la nanocuenca Azucena.

Fuente: Elaboración propia.

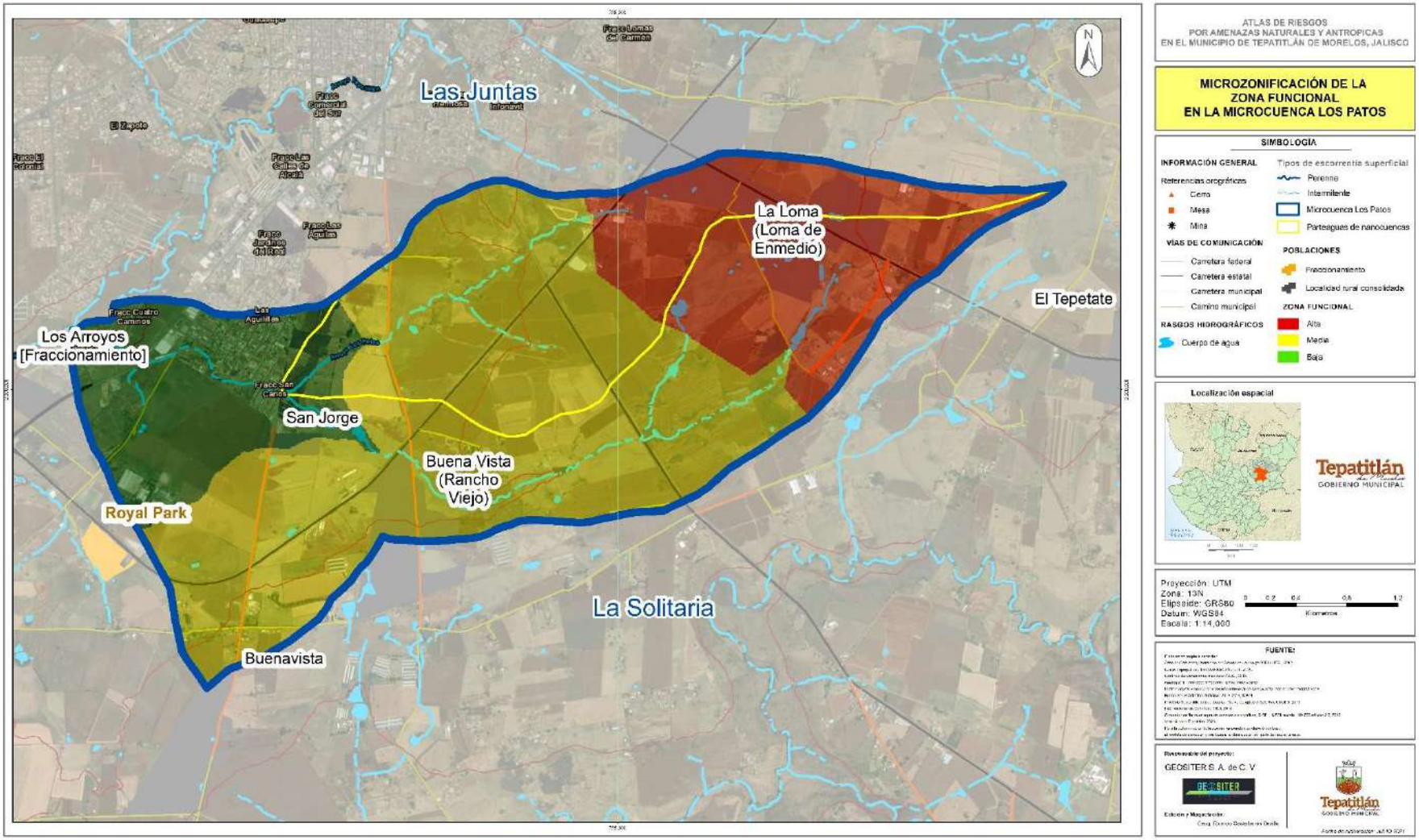
Microcuenca Los Patos



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Cuatro Caminos	6.49	147
Las Aguilillas	5.02	6077
Los Adobes	7.67	2435
San Carlos	4.06	597

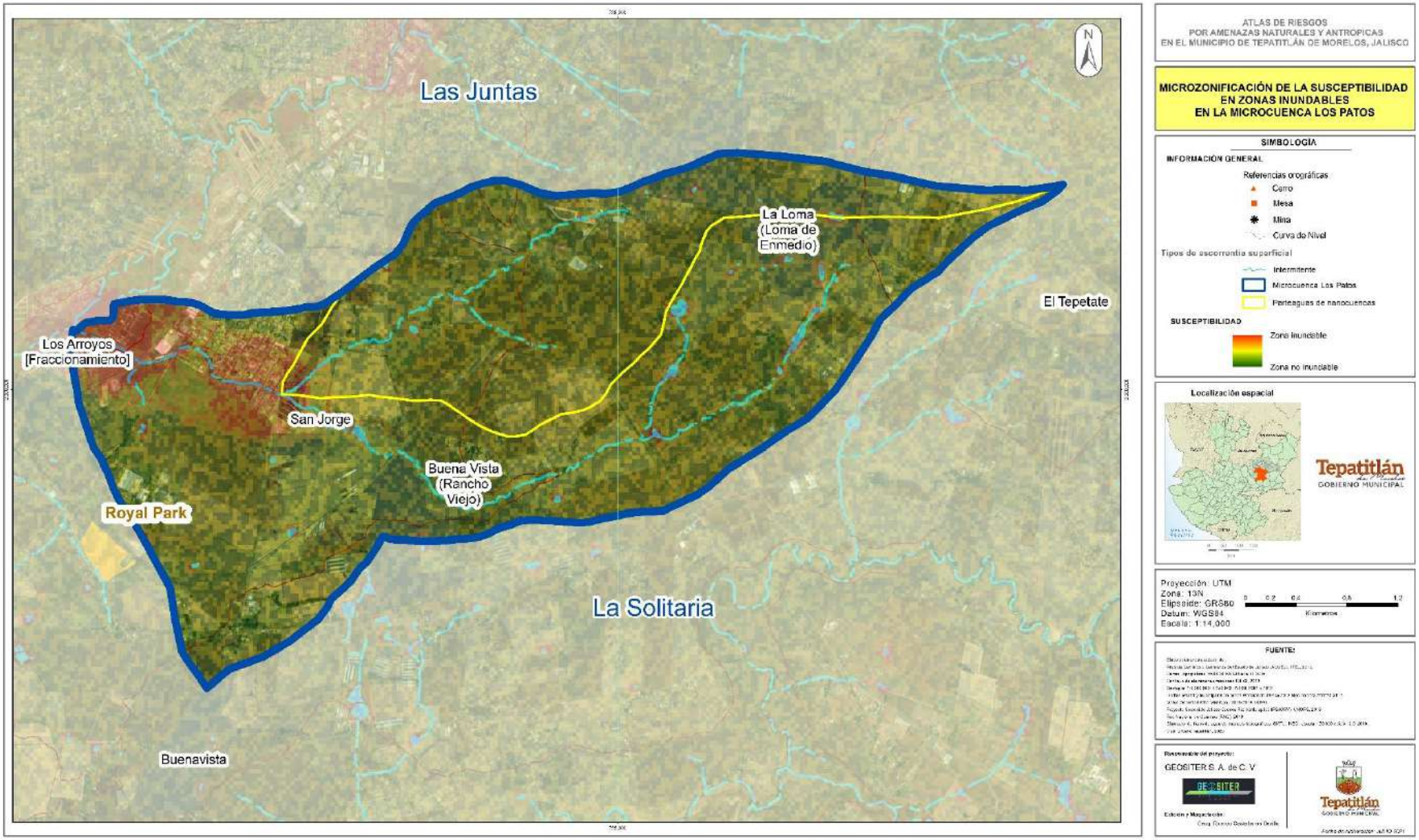
Figura 6.29. Ficha técnica para la Microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.33. Mapa funcional del sistema hidrológico de Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.34. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en la microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.

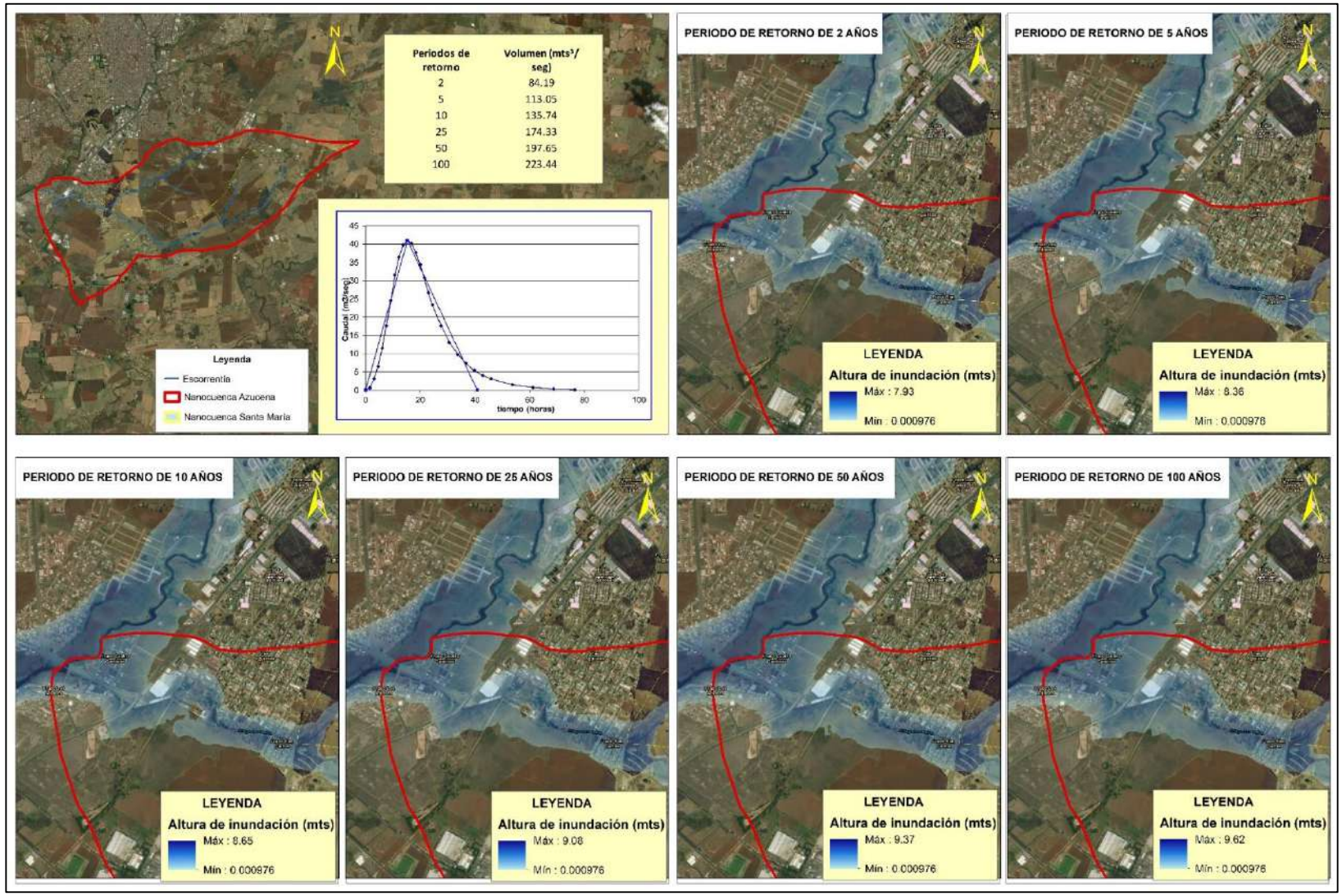


Figura 6.30. Intensidades por las inundaciones en la microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.

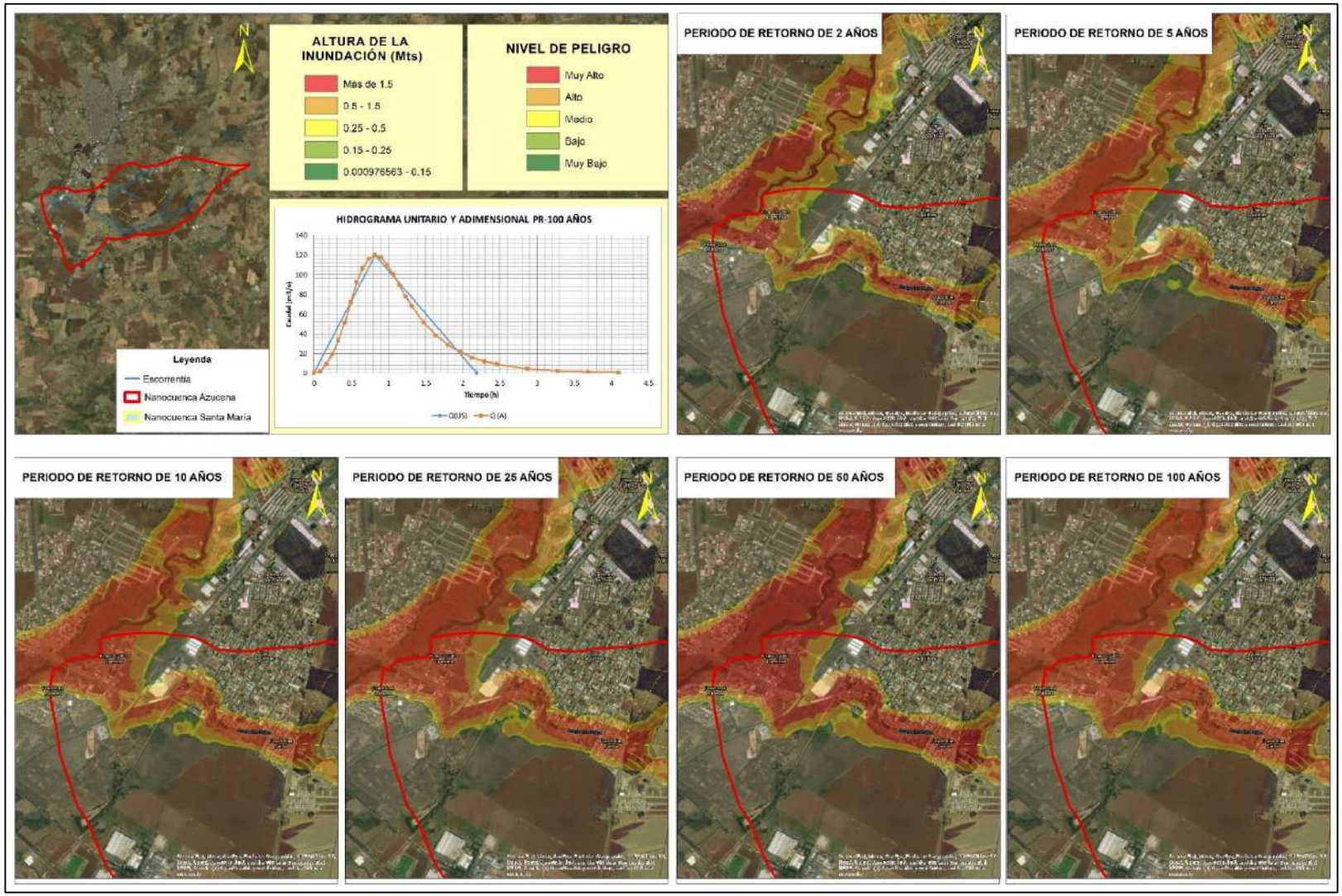
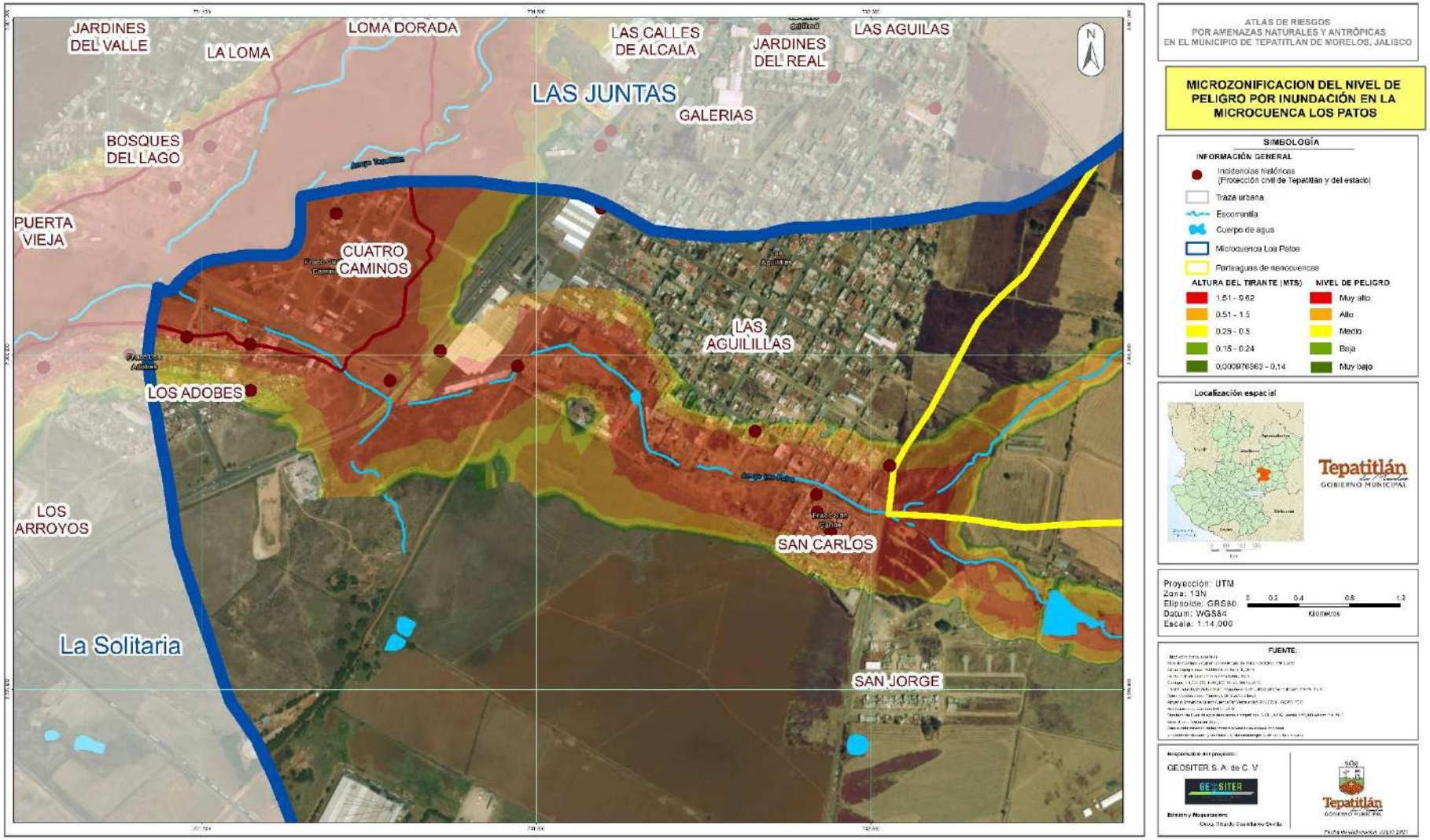


Figura 6.31. Nivel de peligrosidad por inundación en la microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.35. Microzonificación del peligro por inundación en la microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.

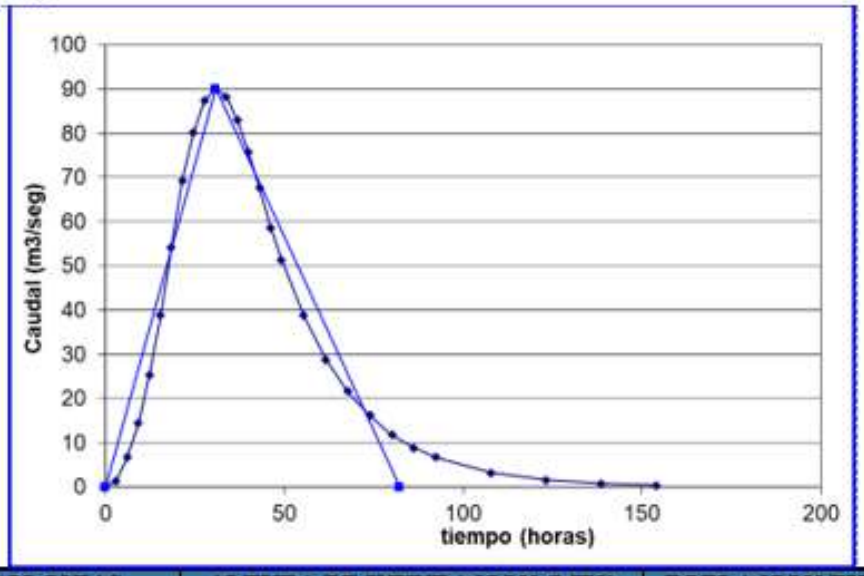
Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts³/ Seg)
2	220.03
5	288.60
10	341.02
25	409.61
50	458.34
100	509.34

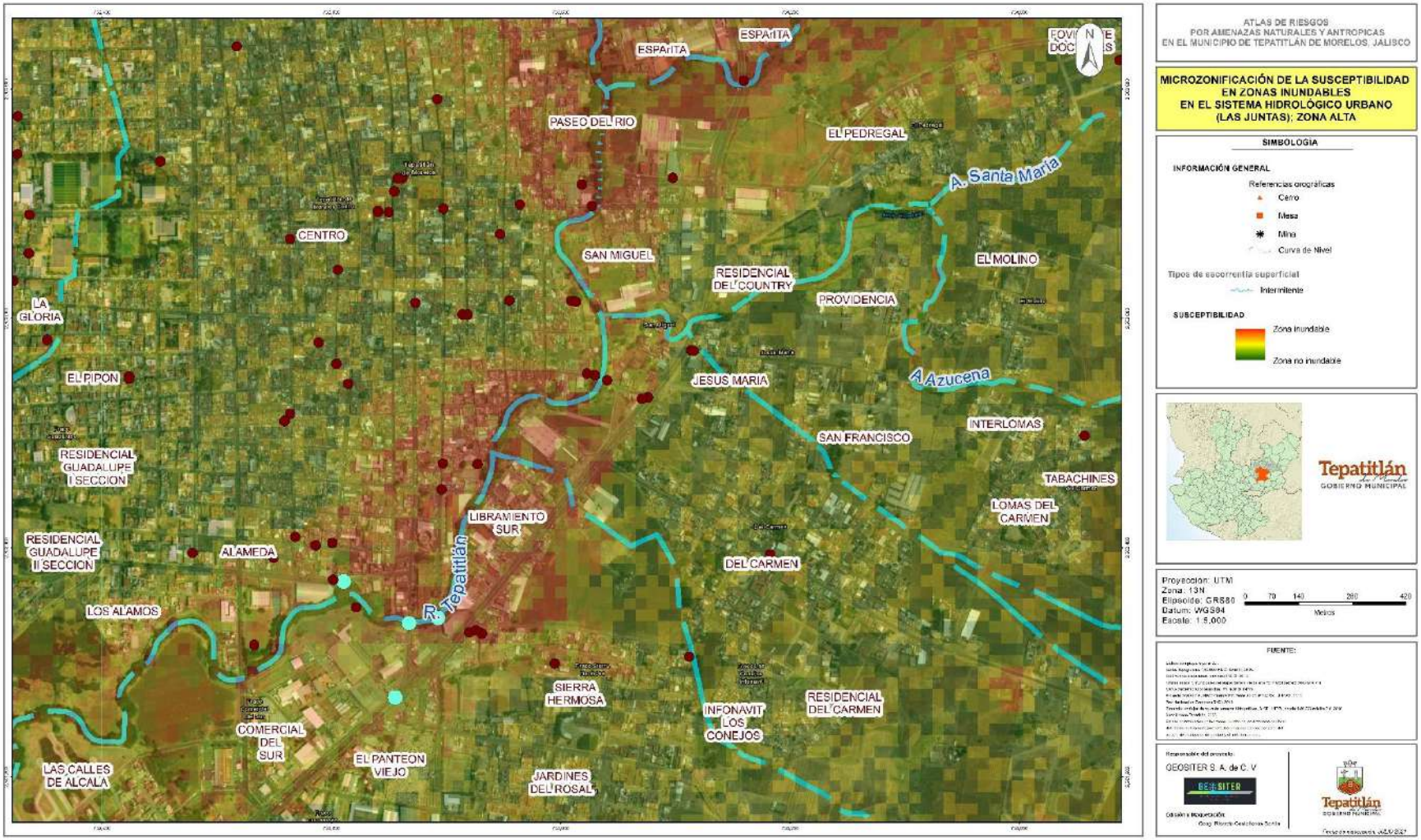
Hidrograma:



COLONIAS	ALTURA DE INUNDACION (MTS)	POBLACION EXPUESTA
Libramiento Sur	7.515	143
Comercial Del Sur	9.008	125
Las Calles De Alcalá	5.412	220
Paseo Del Rio	5.625	5
Residencial Del Country	4.481	77
El Pedregal	7.599	168
Los Alamos	3.396	53
Alameda	9.618	450
Del Carmen	4.760	42
Sierra Hermosa	2.858	9
San Miguel	8.349	783
Centro	8.433	870

Figura 6.32. Ficha técnica para el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.36. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta.

Fuente: Elaboración propia.

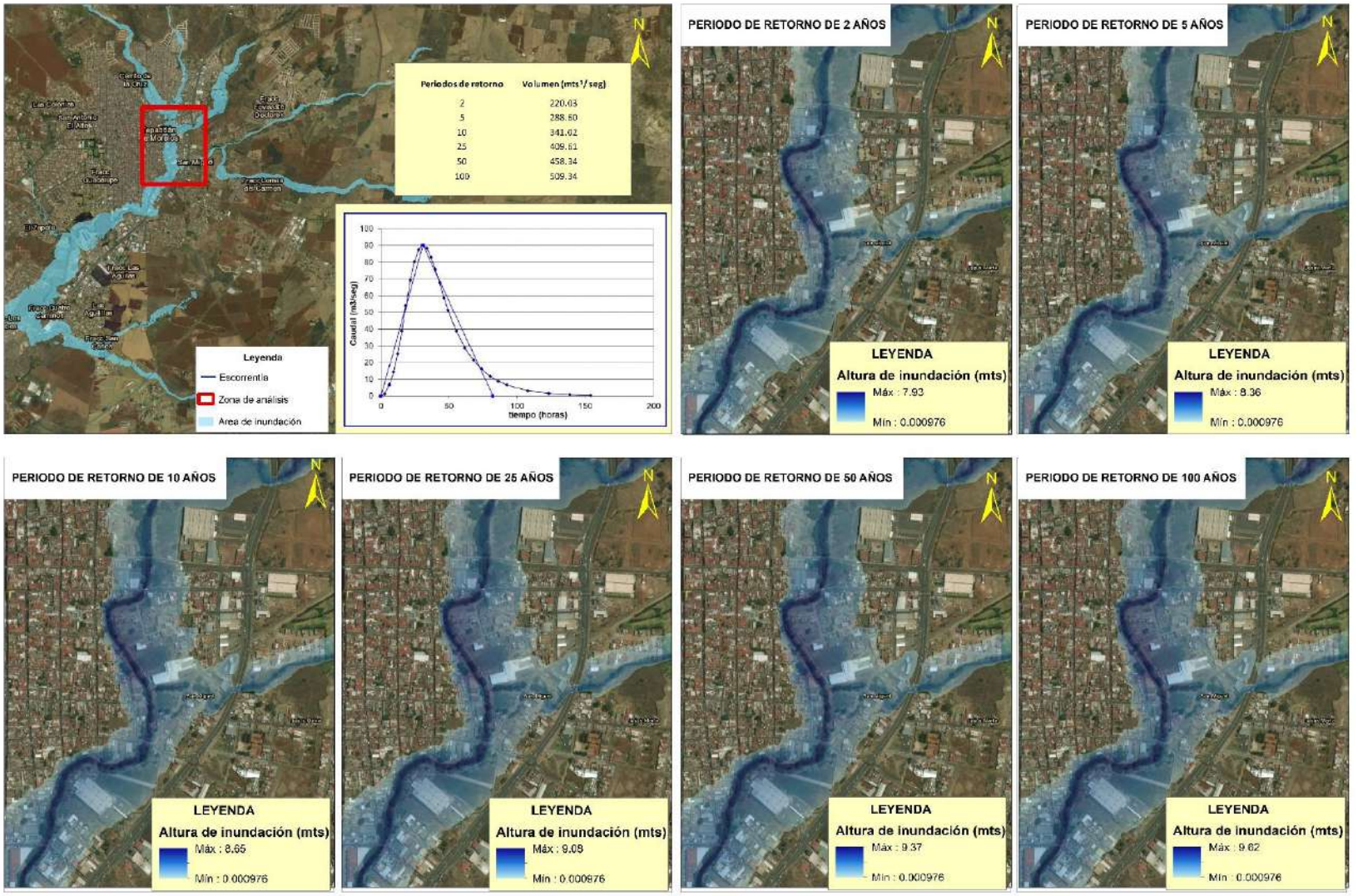


Figura 6.33. Intensidades por las inundaciones en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta.

Fuente: Elaboración propia.

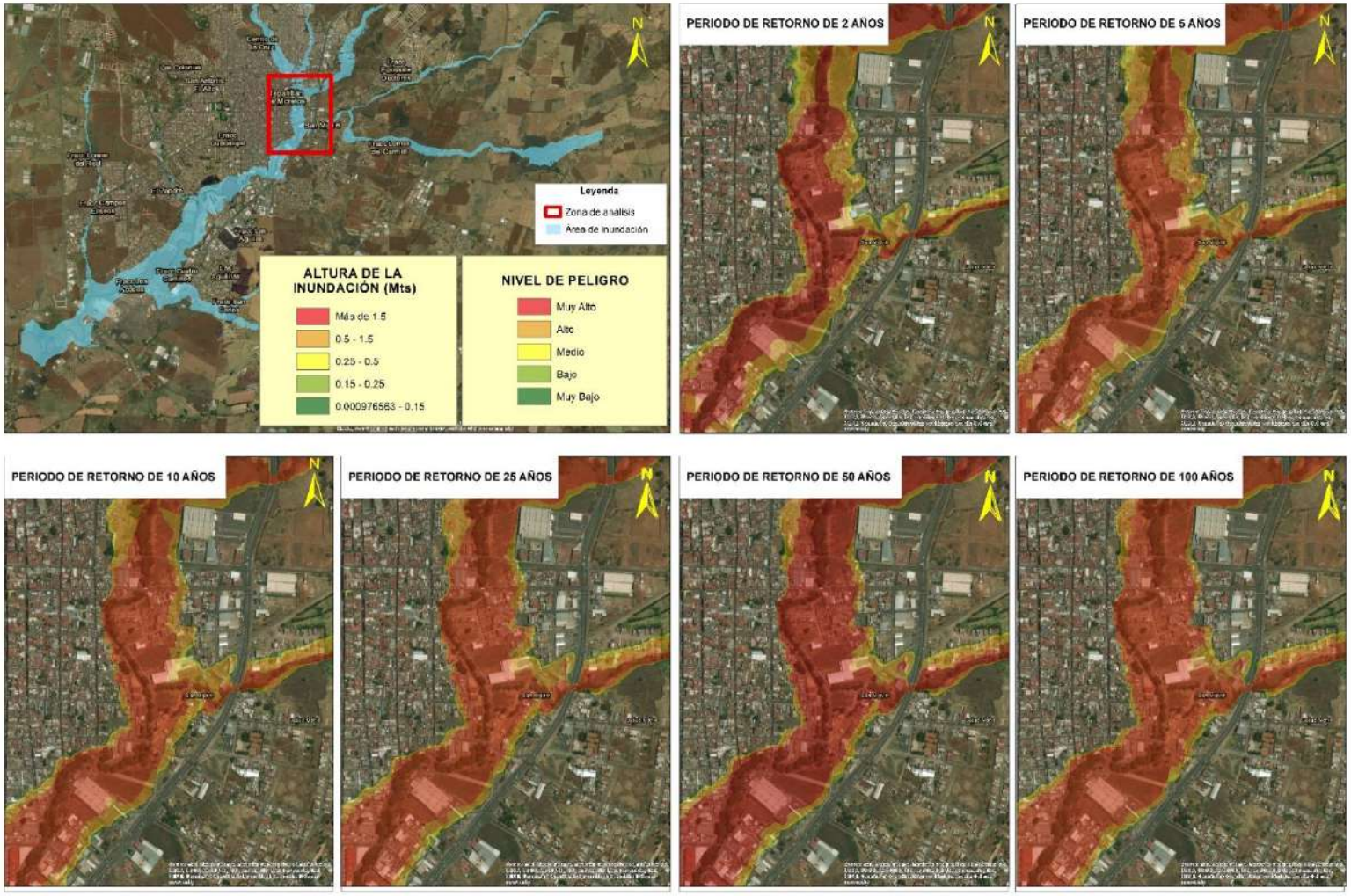
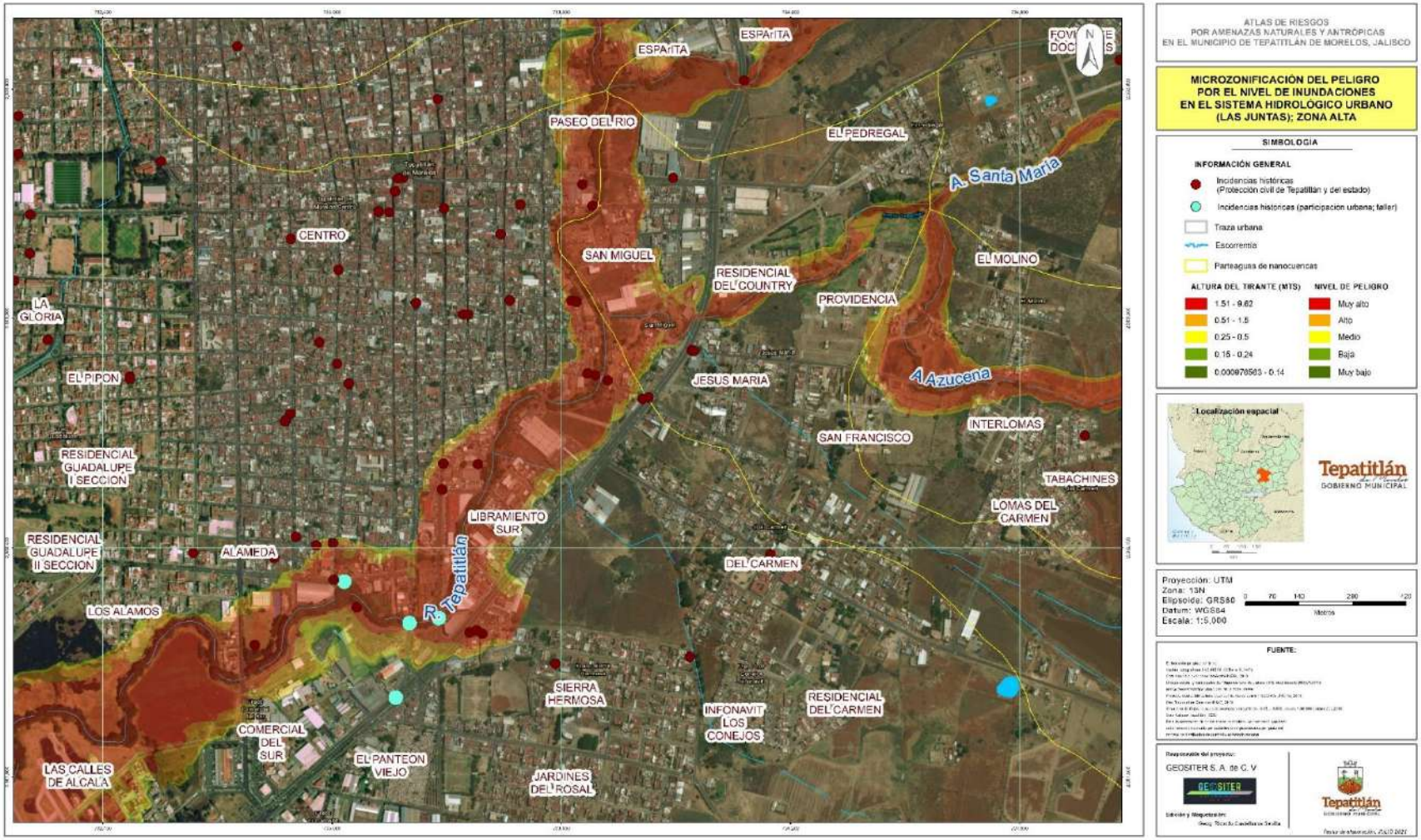


Figura 6.34. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.37. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Alta.

Fuente: Elaboración propia.

Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media

Localización

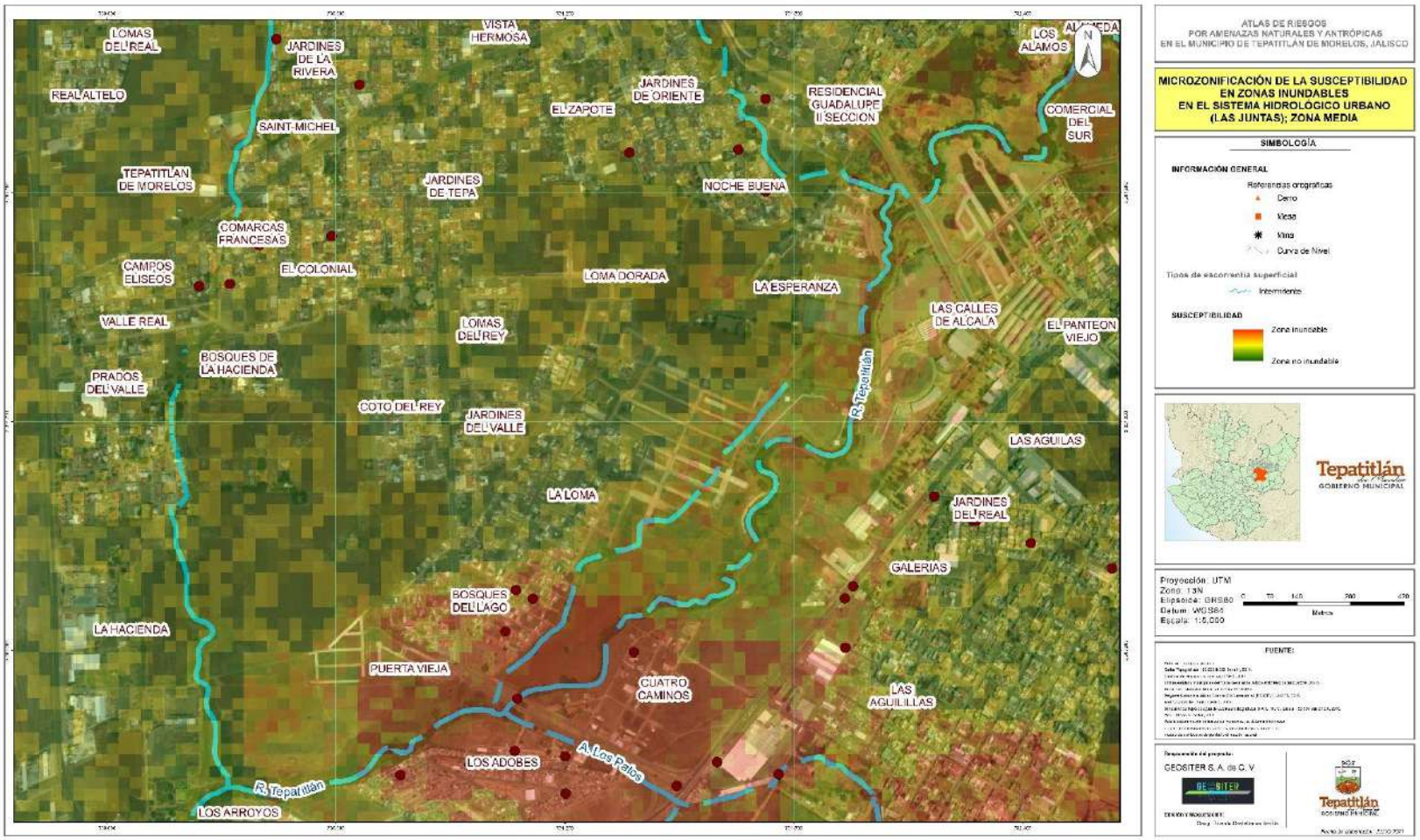
Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts³/ seg)
2	347.70
5	464.95
10	553.78
25	687.89
50	781.62
100	877.83

COLONIAS	ALTURA DE INUNDACIÓN (MTS)	POBLACIÓN EXPUESTA
Alameda	9.62	1547
Bosques De La Gloria	2.59	330
Bosques De La Hacienda	2.48	29
Bosques Del Lago	4.71	1017
Colinas Residencial	5.80	222
Comarcas Francesas	2.44	123
Comercial Del Sur	9.01	125
Cuatro Caminos	6.49	109
El Colonial	1.70	824
Galerías	1.05	24
Hacienda La Gloria	0.28	924
Hacienda Popotes	2.32	1228
Jardines De La Rivera	3.76	1356
Jardines De Oriente	3.43	1388
La Esperanza	5.20	141
La Gloria Sur	2.82	296
La Hacienda	7.30	184
La Loma	4.82	798
Las Aguilillas	5.02	5189
Las Calles De Alcalá	5.41	243
Loma Dorada	4.24	204
Loma Linda	2.46	293
Lomas Del Real	1.07	512
Los Adobes	7.67	2435
Noche Buena	3.36	227
Prados Del Valle	3.15	41
Residencial Guadalupe II Sección	5.46	1204
Saint-Michel	3.42	23
Tepatitlán De Morelos	5.26	97
Valle Real	3.54	113

Figura 6.35. Ficha técnica para el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.38. Microzonificación de la susceptibilidad en zonas inundables en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media.

Fuente: Elaboración propia.

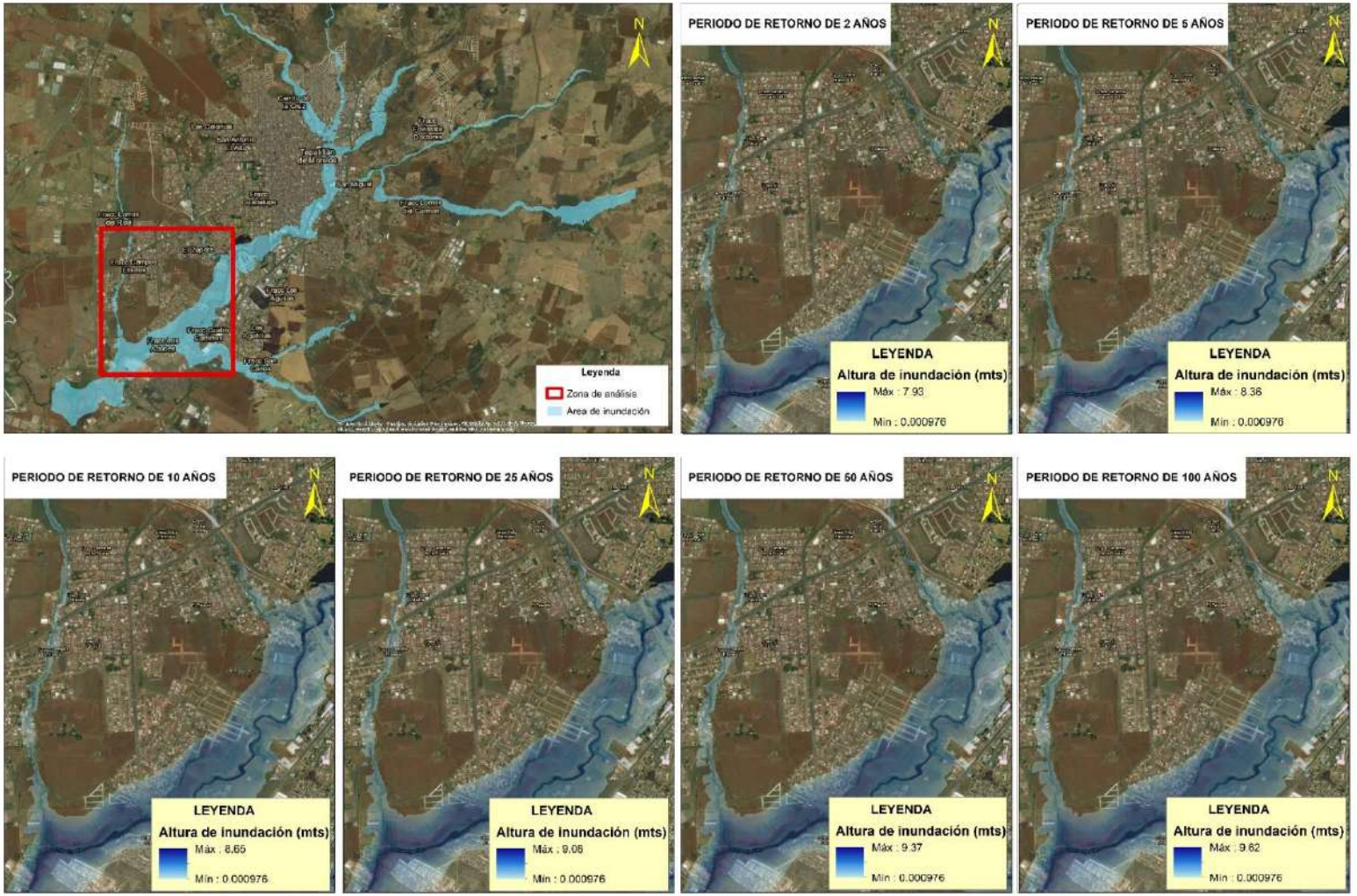


Figura 6.36. Intensidades por las inundaciones en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media.

Fuente: Elaboración propia.

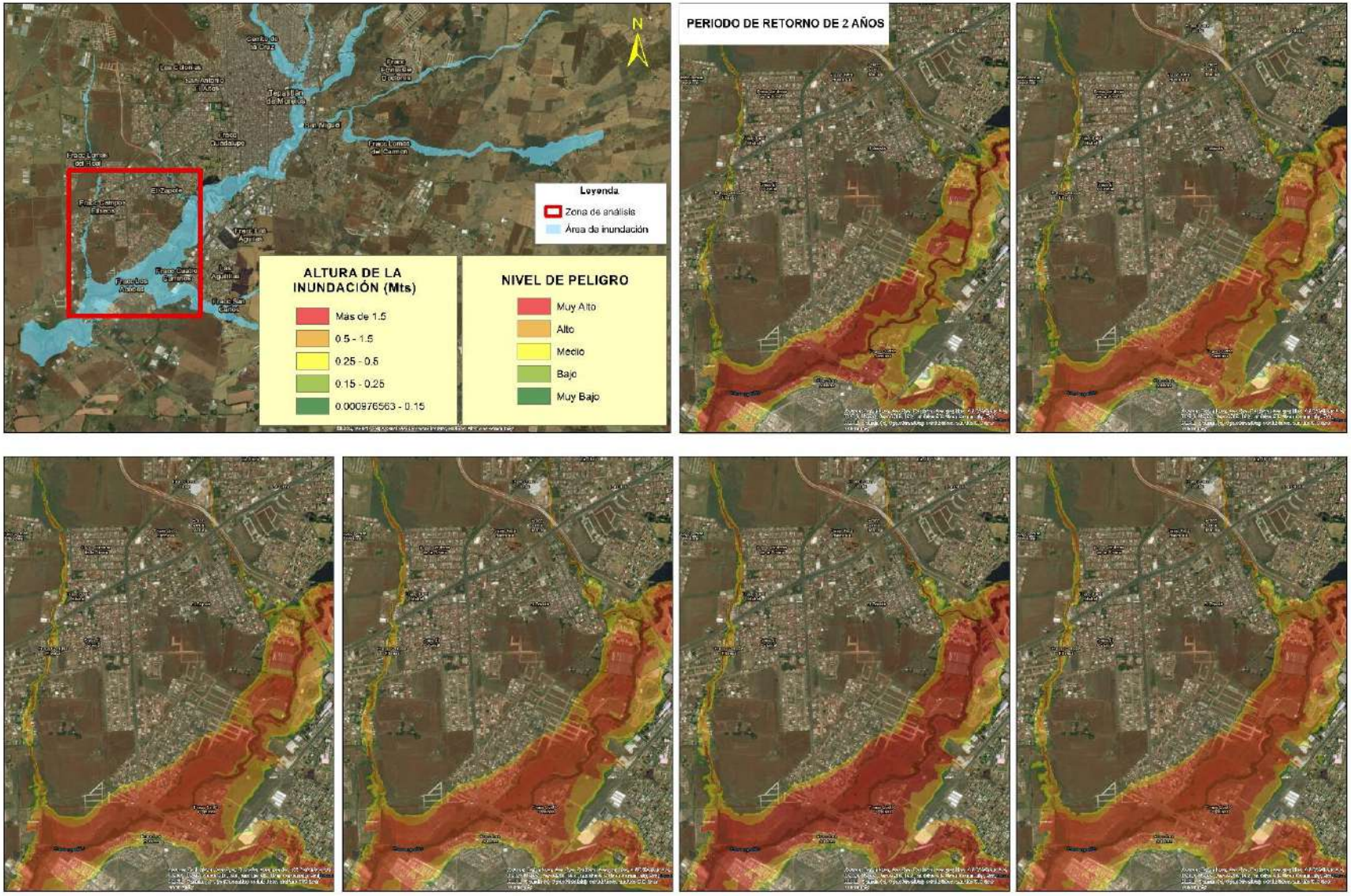
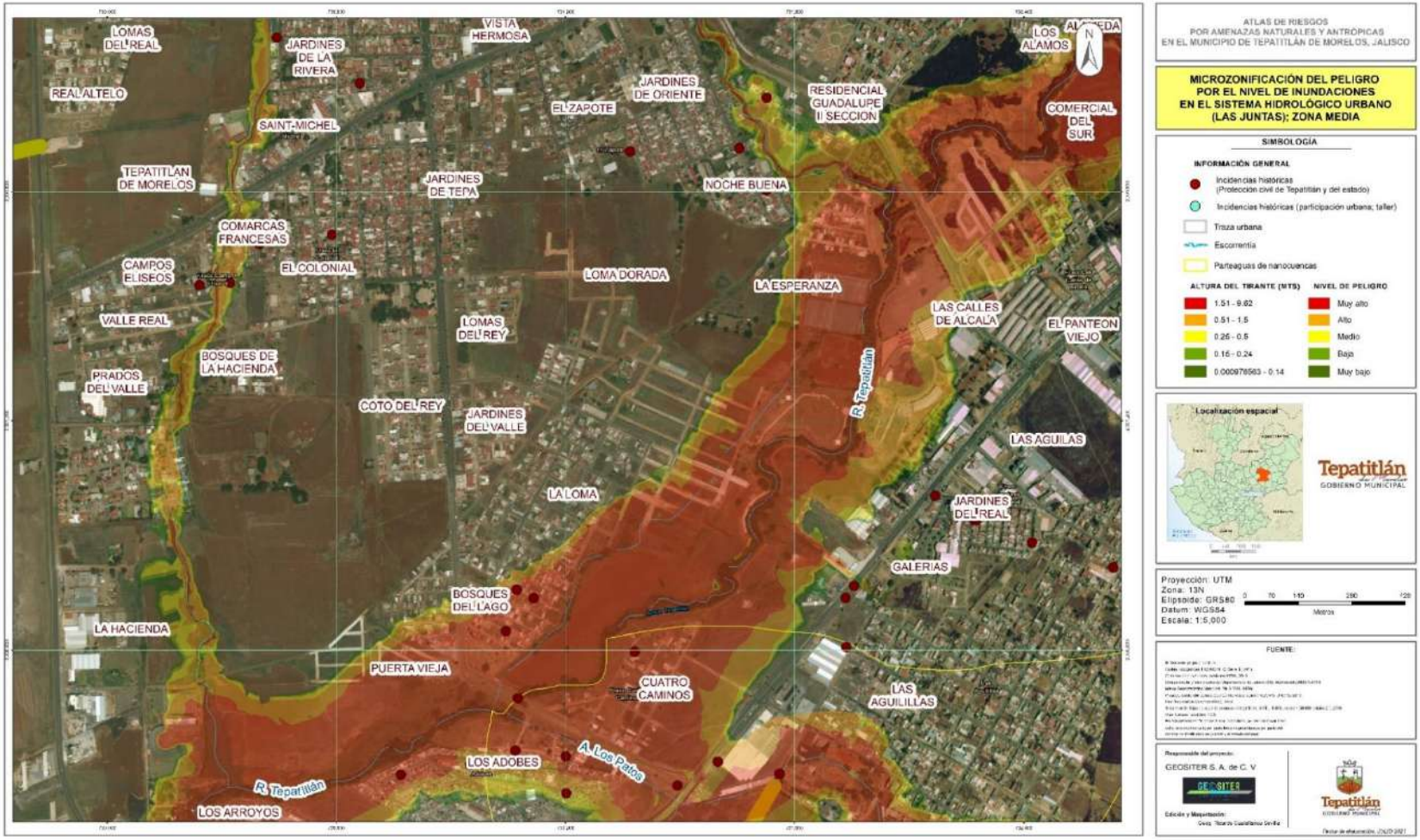


Figura 6.37. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.39. Nivel de peligrosidad por inundación en el Sistema hidrológico urbano (Las Juntas) Zona Media.

Fuente: Elaboración propia.

Picocuenca El Fresno (San José de Gracia)

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts^3/ Seg)
2	31.02
5	53.67
10	73.30
25	103.99
50	128.31
100	152.92

Hidrograma:

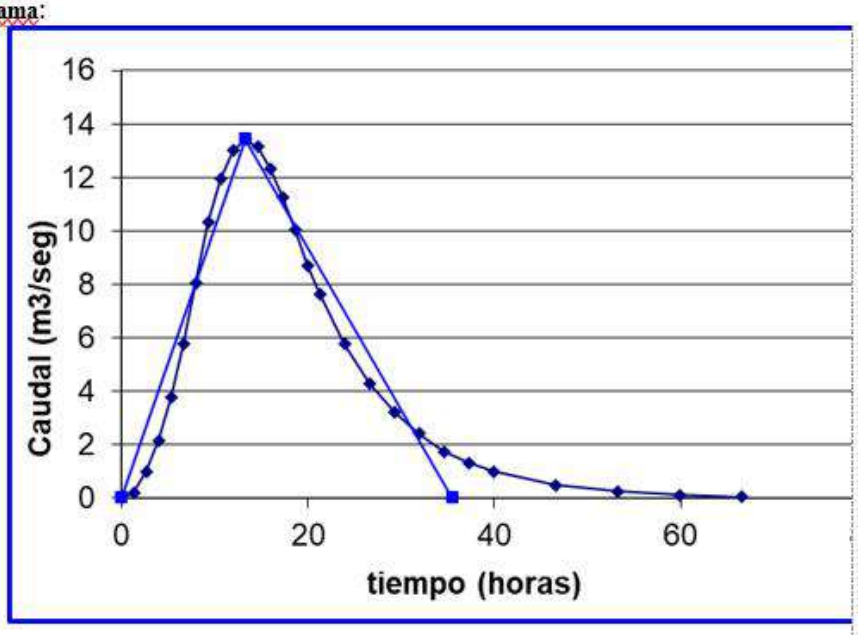


Figura 6.38. Ficha técnica para Picocuenca El Fresno (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

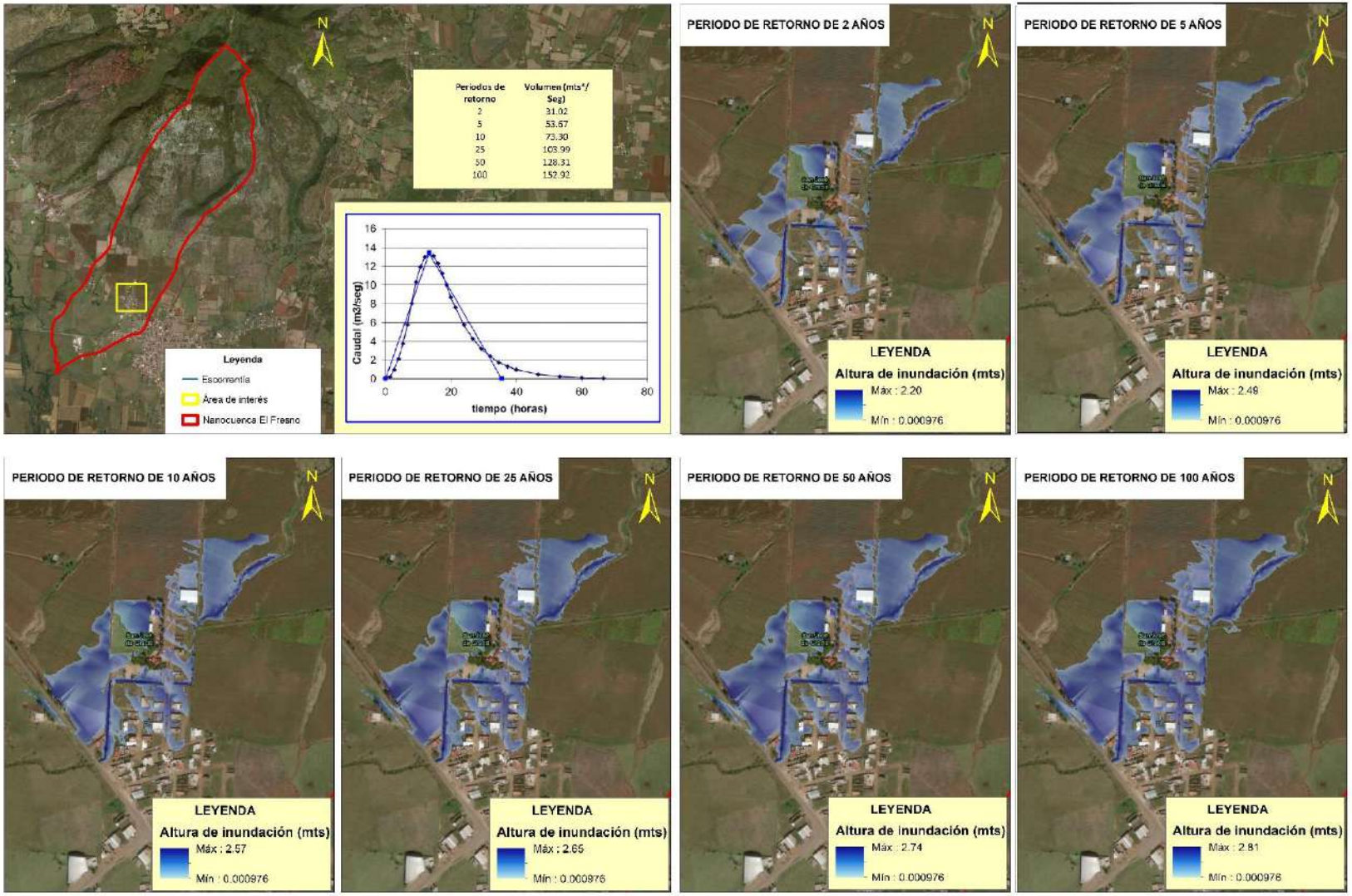


Figura 6.39. Intensidades por las inundaciones en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia**.**

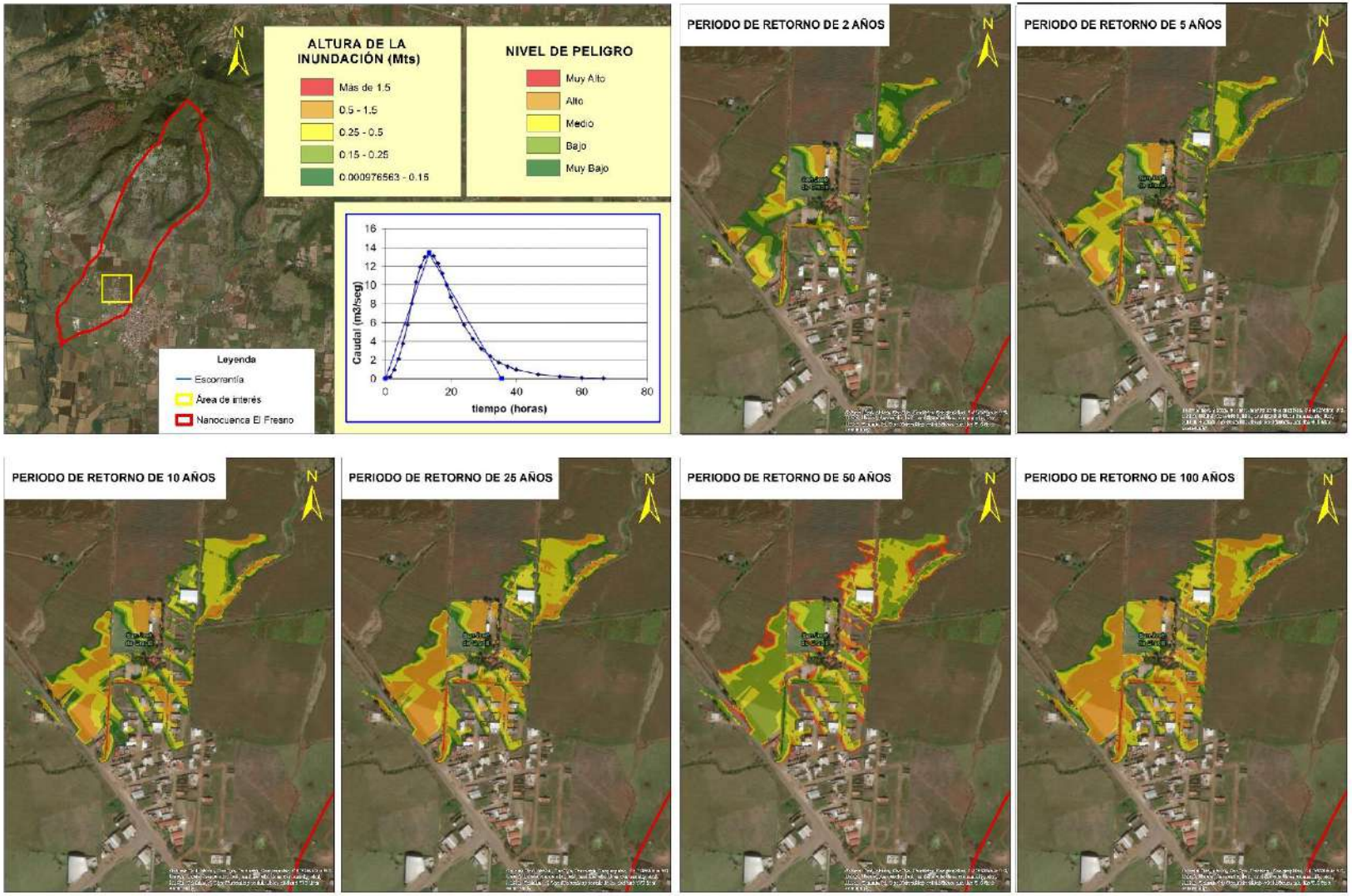
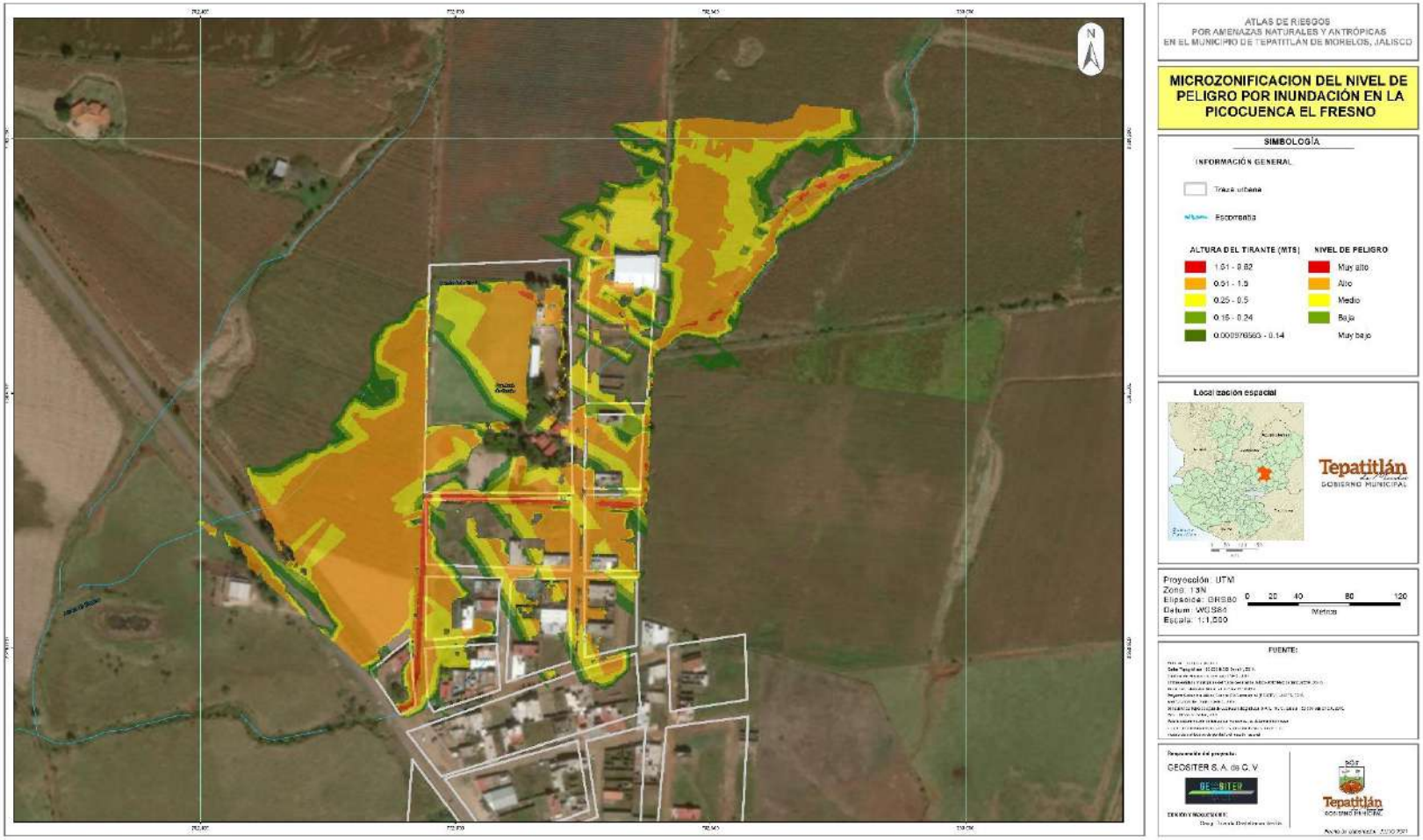


Figura 6.40. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.40. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Fresno (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

Picocuenca El Taray (San José de Gracia)

Localización

Volumen hídrico y sus periodos de retorno:

Periodos de retorno	Volumen (mts³/ Seg)
2	45.99
5	68.34
10	85.68
25	110.84
50	131.12
100	151.57

Hidrograma:

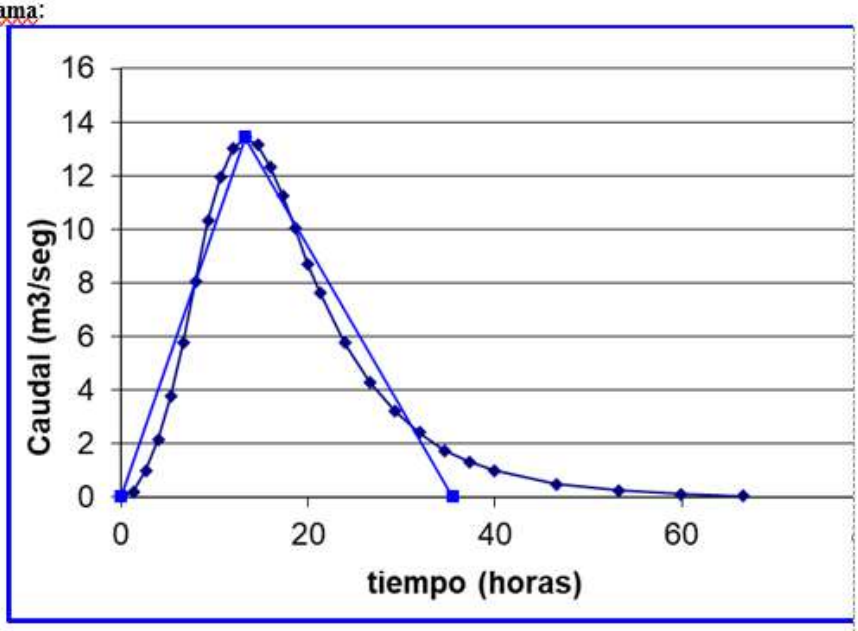


Figura 6.41. Ficha técnica para Picocuenca El Taray (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

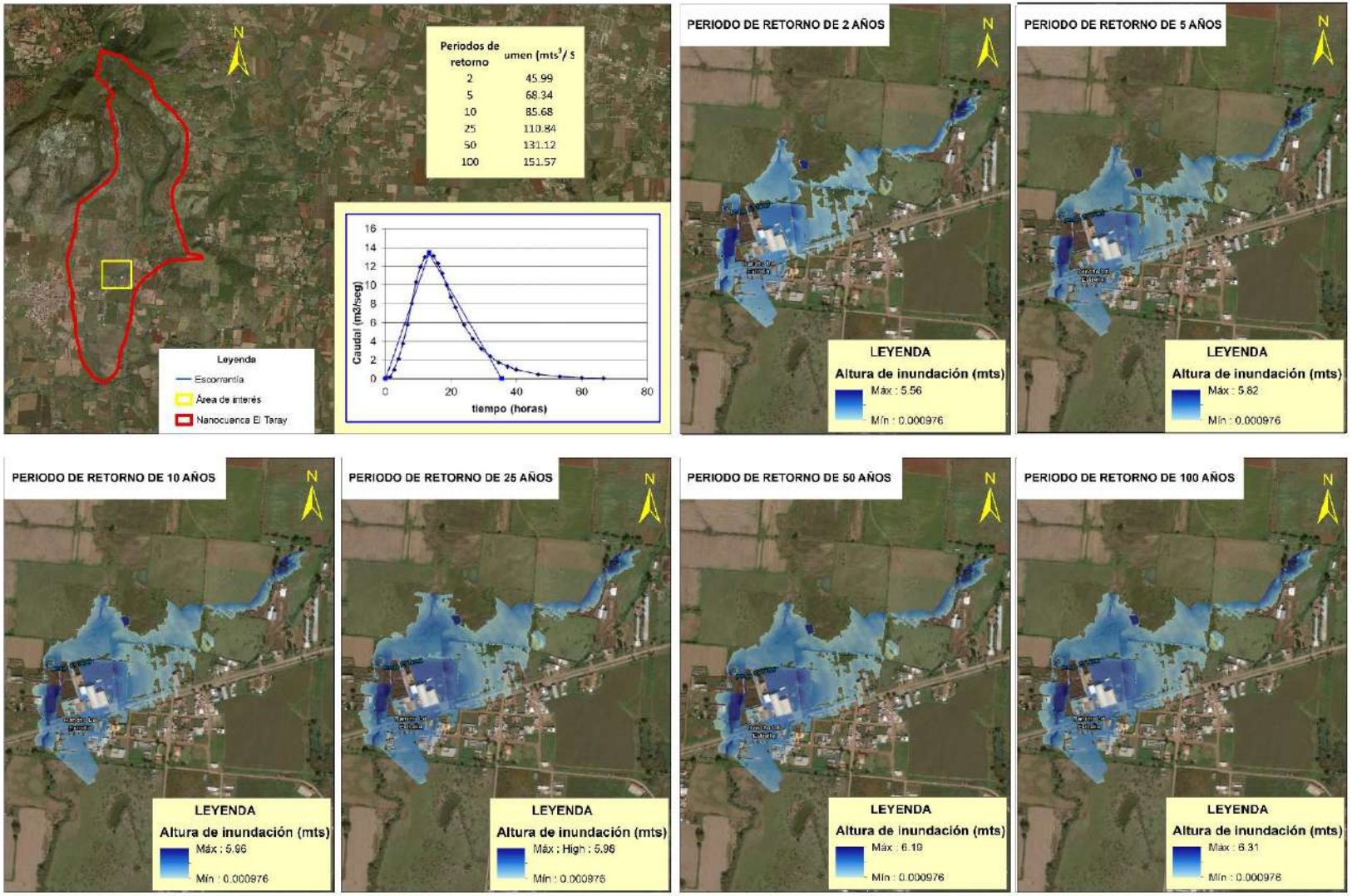


Figura 6.42. Intensidades por las inundaciones en la picocuenca El Taray (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

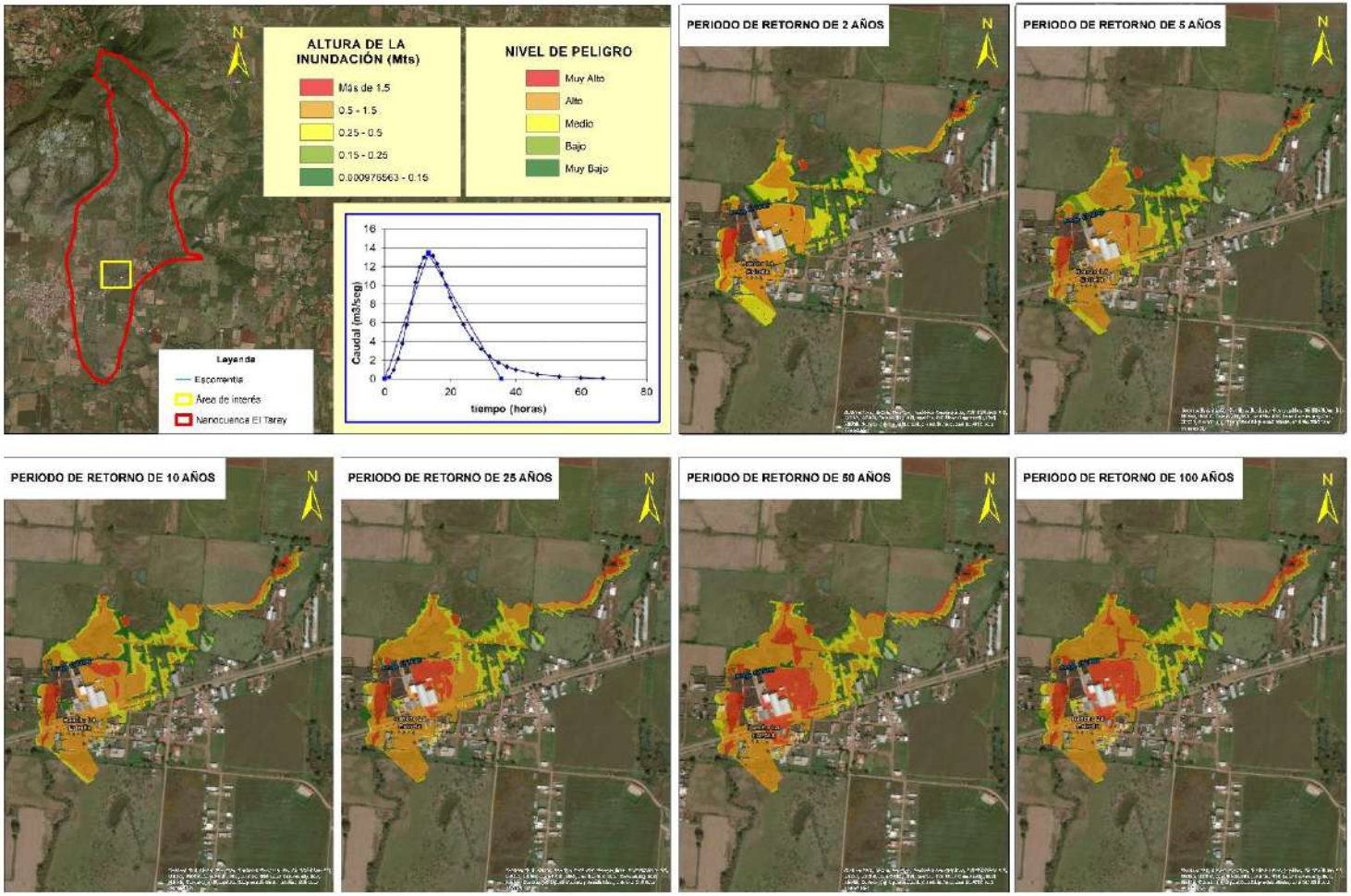
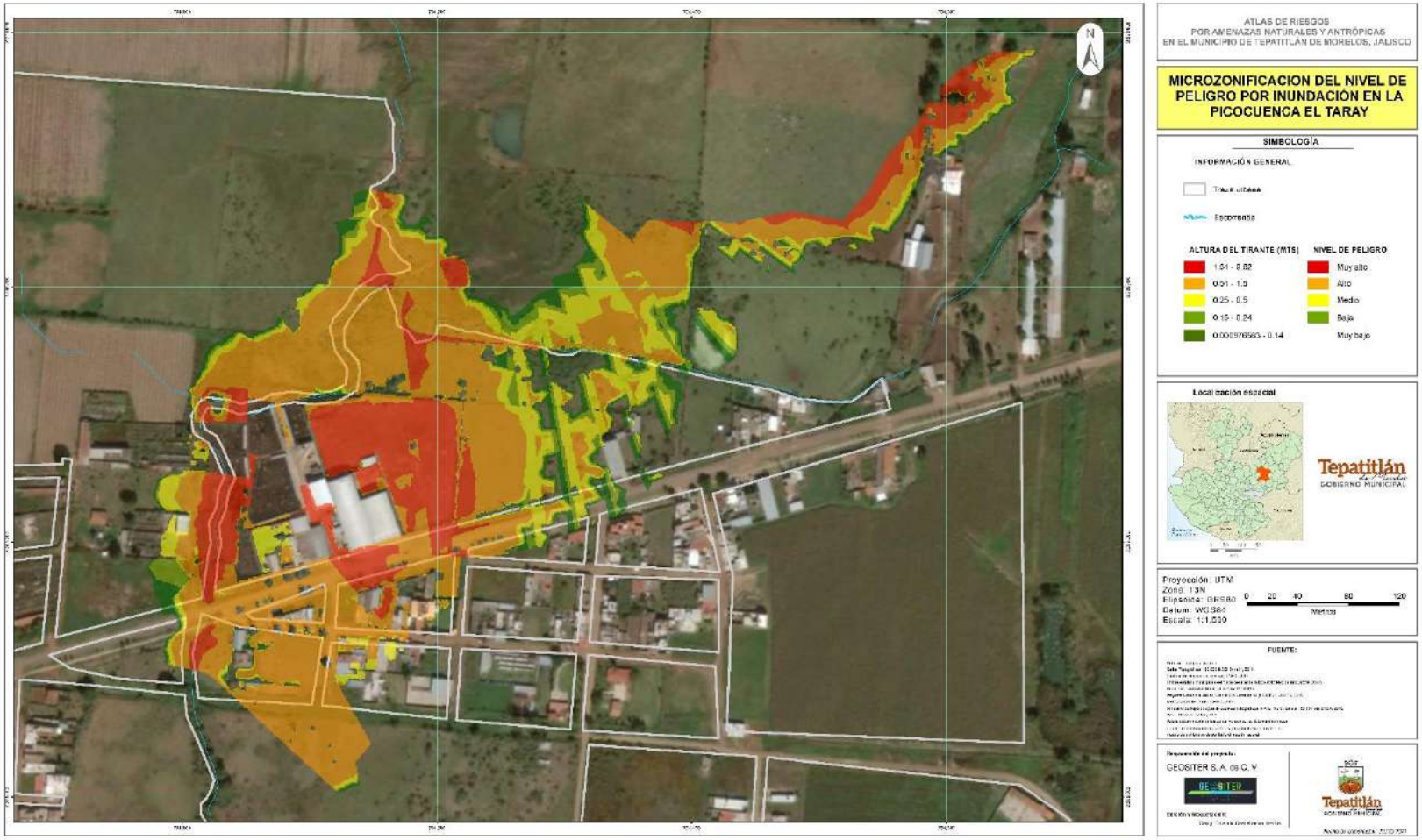


Figura 6.43. Nivel de peligrosidad por inundación en la picocuenca El Taray (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.41. Microzonificación del peligro por inundación en la picocuenca El Taray (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

Para esta zona de estudio, el comportamiento es de una manera antrópica, es decir que no está influenciada con respecto a un sistema hidrológico natural. La incidencia se da lugar cuando el embalse artificial se llena y el acceso comienza a fluir hacia el canal y es donde se generan las afectaciones en la colonia La Presa, Capilla de Guadalupe.

Fotografía 6.14. Presa La Capilla Guadalupe.

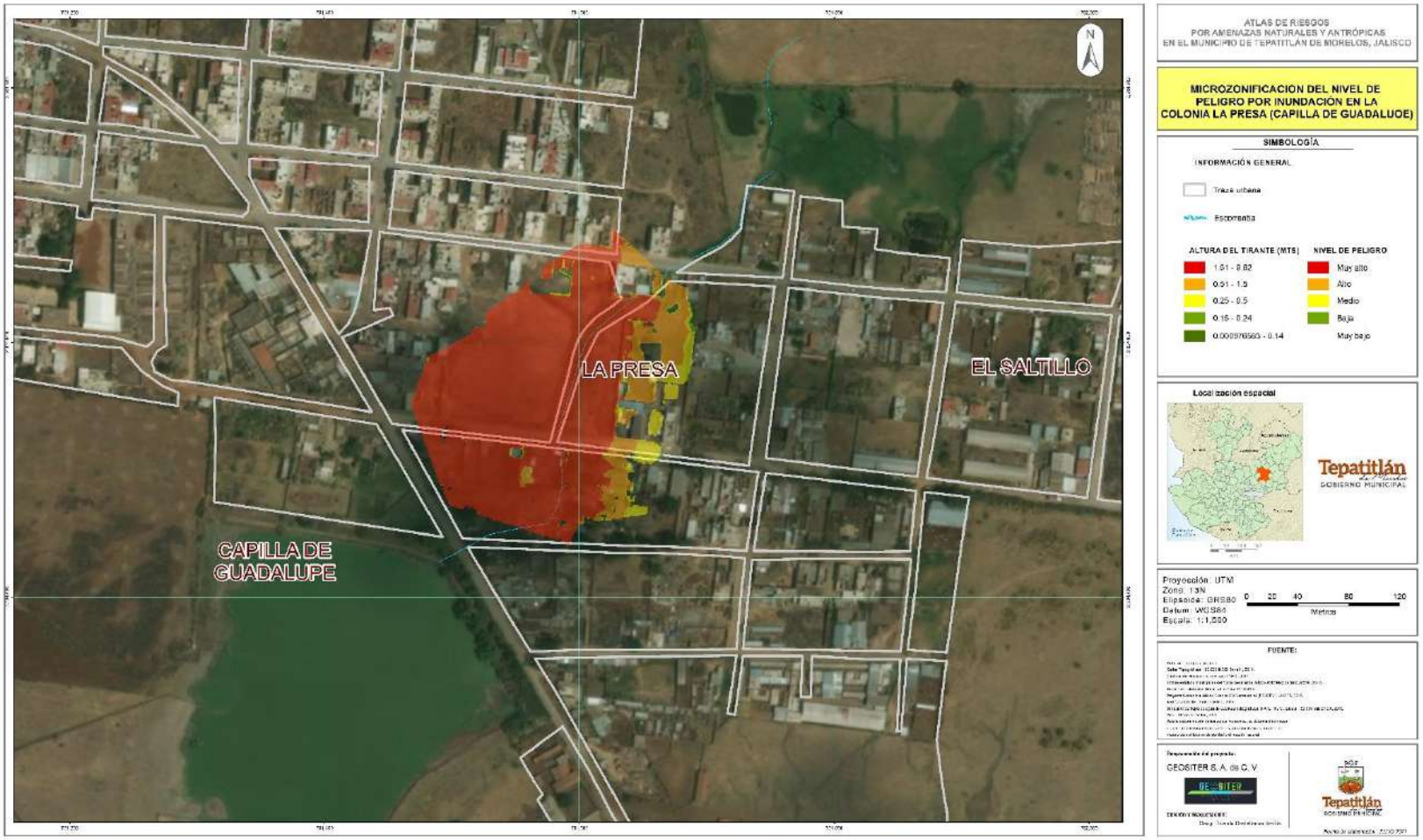
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.44. Microzonificación del peligro por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.45. Nivel de peligrosidad por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe).

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6.42. Microzonificación del peligro por inundación en la colonia La Presa (Capilla de Guadalupe).

Fuente: Elaboración propia.

7. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

7.1. Exposición

La exposición es uno de los tres factores del análisis del riesgo necesario para la estimación de escenarios donde existan un daño esperable, es decir un daño pronosticable espacial como temporalmente. Mejor conocida como conjunto o sistema de bienes expuestos o afectables (elementos en riesgo). La exposición es primeramente la valoración socioeconómica o cultural de elementos u objetos en el espacio, ya sean estos recursos, medios de producción (infraestructura estratégica), propiedades, patrimonio, inclusive vidas humanas, valoración justificada entorno a emplazamientos y los vectores de daño que puedan acontecer. Dicha importancia se refleja en la obligación-necesidad social de preservarlos ante siniestros y poder continuar con la economía (Ayala-Carcedo & Olcina Cantos, 2002).

La configuración de los bienes expuestos en un determinado territorio responde al acomodo socioeconómico de la población y sus actividades. La puesta en marcha de la economía implica una serie de prácticas espacial por parte de la población acompañada por una adecuada planeación de enlaces técnicos-espaciales que permitan el trabajo eficaz y su división: se trata de infraestructura de transporte como carreteras para garantizar el traslado; distribución técnica de los servicios básicos para el manteamiento humano como agua, drenaje, luz eléctrica, mercados, educación, salud, en conjunto el derecho al habitar rural o urbanamente el territorio. En suma se trata de la configuración material-espacial de un conjunto de elementos infraestructurales que posibilitan la reproducción social.

Según la Ley general de protección civil, se considera infraestructura estratégica, toda “aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad” (Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión, 2012, pág. 4). Es así que toda unidad de infraestructura estratégica cuenta con un programa de vigilancia de las operaciones o condiciones para que no sufran percances ante eventualidades peligrosas conocido como Programa Interno de Protección Civil, que forma parte de un sistema de Programas de Protección Civil dentro de la Gestión Integral del Riesgo. Para el caso de las unidades hospitalarias como ejemplo, dado su función vital como el inmueble que no puede dejar de prestar servicios a pesar de las contingencias externas como las generadas internamente,

el Programa Hospital Seguro precisa un conjunto de criterios desde la planeación para el soporte de movimientos telúricos hasta la gestión de los residuos peligrosos.

Dentro de un territorio se encuentran un cúmulo de sistemas expuestos que son susceptibles a diferentes peligros o peligrosidades. La DOF 21 de diciembre de 2016 estipula los contenidos mínimos del Atlas Nacional de Riesgos, siendo uno de los componentes:

III.4. INVENTARIO DE BIENES EXPUESTOS

a) Se entenderá por exposición a la cantidad de personas, bines o sistemas que se encuentren en una zona de estudio (territorio de Tepatitlán de Morelos) y que son susceptibles a ser dañados.

b) El inventario de bienes expuestos estará integrado en una base de datos georreferenciados, que contendrá la población, vivienda, edificaciones, infraestructura estratégica, cultivos, instalaciones de fibra óptica, actividades productivas, capital ambiental y cultural, así como cualquier otro bien sujeto a los efectos de los fenómenos perturbadores.

c) La infraestructura estratégica, vivienda y edificaciones se deberá asociar a parámetros mínimos para evaluar su vulnerabilidad física conforme a lo siguiente:

1. Población: Deberá ser representada de manera espacial ya sea en geometría puntual para el caso de localidades rurales de baja demografía o poligonal para el ámbito urbano utilizando AGEB y/o manzanas. Así como su análisis y carga demográfica correspondiente

2. Vivienda y Edificación: Son varias determinaciones a considerar, tipología, sistema constructivo, año de construcción, número de niveles, valor de la vivienda, etc. representadas en formato vectorial.

3. Bienes inmuebles de la infraestructura hospitalaria, educativa, comunicaciones y transporte: Distribución del sistema estructural básico representado vectorialmente.

4. Puentes: Descripciones o inventario geolocalizado en formato vectorial.

5. Cultivos: Tipo de agricultura, tipo de cultivo, producción y área cultivada.

6. Ganado: Número de cabezas de ganado.

7. Sistema de agua potable:

a) Redes de distribución y línea de distribución, material y sistema de construcción.

b) Tanques de almacenamiento y de regulación con cota sobre el terreno.

c) Fuentes de almacenamiento: Manantiales, pozos, ríos, galerías filtrantes, en representación vectorial georreferenciada.

Del conjunto enumerado de elementos se identifican el grupo de sistemas expuestos con mayor susceptibilidad parar cada tipo de fenómeno perturbador:

- Sistemas Expuestos a Fenómenos Geológicos-Geomorfológicos
- Sistemas Expuestos a Fenómenos Hidrometeorológicos
- Sistemas Expuestos a Fenómenos Químico-Tecnológicos
- Sistemas Expuestos a Fenómenos Sanitario-Ecológicos
- Sistemas Expuestos a Fenómenos Socio-Organizativos

Posteriormente de definir los Sistemas Expuestos para cada tipo de fenómeno según en nivel de información se determina la vulnerabilidad de los elementos afectables, cuando se trate de las condiciones de los bienes materiales la vulnerabilidad se denomina física y vulnerabilidad social a la capacidad de la sociedad para evitar los daños de los bienes expuestos y recuperarse ante el impacto de un fenómenos perturbador.

Aplicación CENAPRED: sistema de información sobre riesgos (consulta Tepatitlán de Morelos)

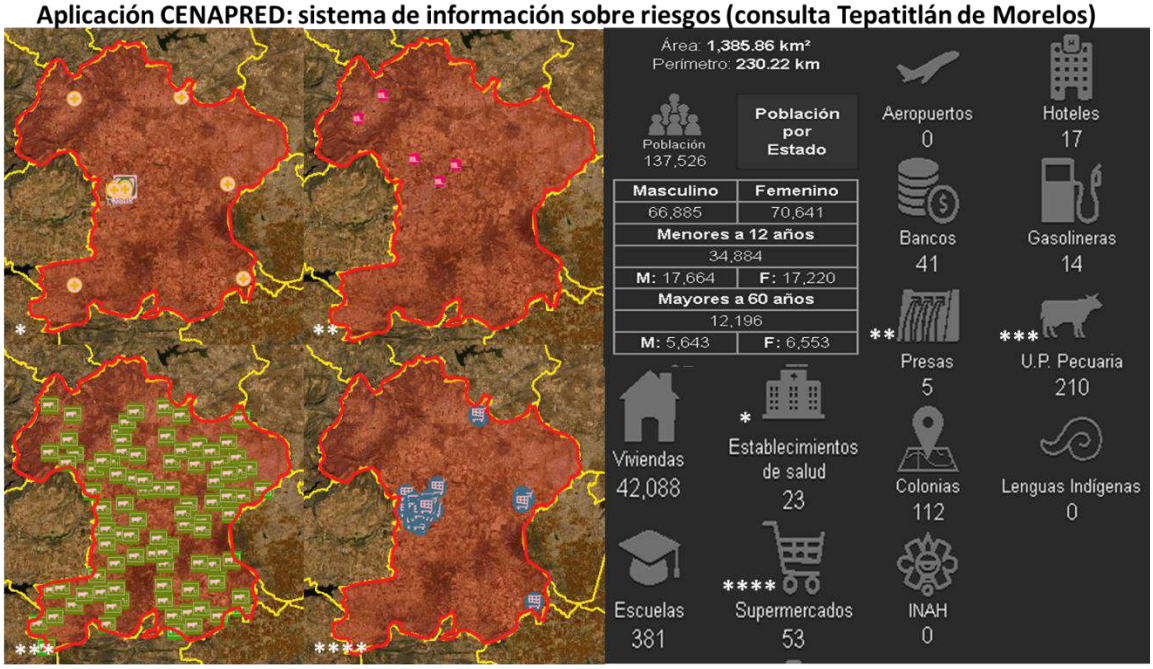


Figura 7.1. Consulta Sistemas Expuestos para Tepatitlán de Morelos

Fuente: Aplicación sistema de información sobre riesgos SEGURIDAD, CNPC y CENAPRED 202041.

Para la compilación de los bienes o elementos afectables del municipio de Tepatitlán se determinaron cuatro tipos de Sistemas Expuestos en base a las dinámicas económicas de consumo, producción, intercambio y distribución, es decir la base económica de la reproducción social:

- SE Demográfico (consumo/agentes económicos)

- SE Ámbito Rural-Forestal-Ambiental (producción primaria/recursos ambientales)

- SE Ámbito Urbano-Industrial (producción secundaria/recursos transformados)

- SE Conexión Vial (distribución)

[41] Mayores detalles véase: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

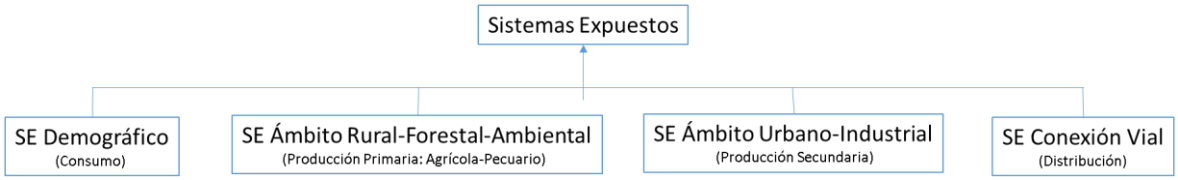


Figura 7.2. Clasificación de los Sistemas Expuestos

Fuente: Elaboración propia**.**

7.2. Exposición y expansión: fenómenos territoriales generativos de riesgo

La palabra exposición comparte con muchas otras el prefijo ex de significado hacia fuera, en su eso geográfico da cuenta de los fenómenos espaciales que descubren sistemas hacia la intemperie. Las coberturas como los usos del suelo que se encuentran a cielo abierto o descubiertos son consideradas expuestas a la intemperie, climatológicamente hablando son aquellas superficies que dado su orientación configuran una relación ecológica en relación a la dirección de los rayos solares o de los vientos dominantes, tal es el caso de las áreas de cultivo, que a diferencia del suelo urbanizado presentan elementos previamente planeados a la intemperie por su naturaleza metabólica como las plantas o los animales de cría.

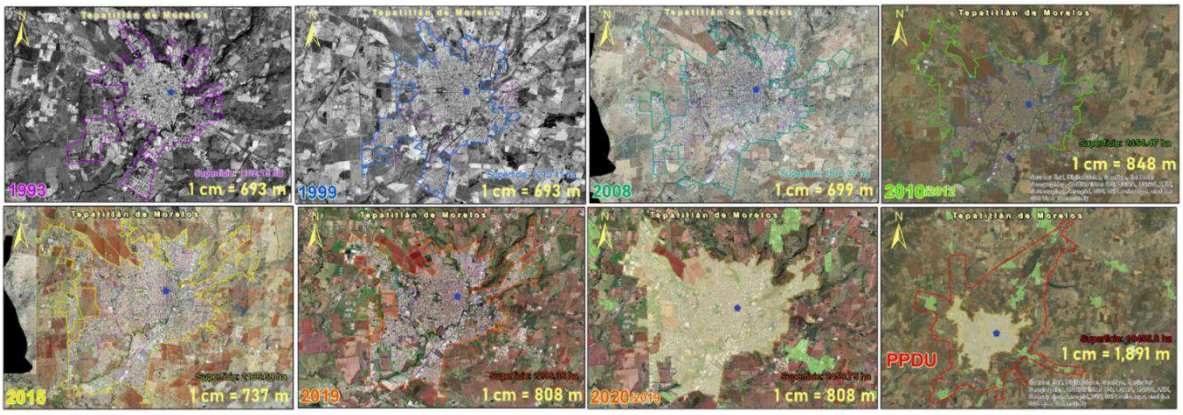
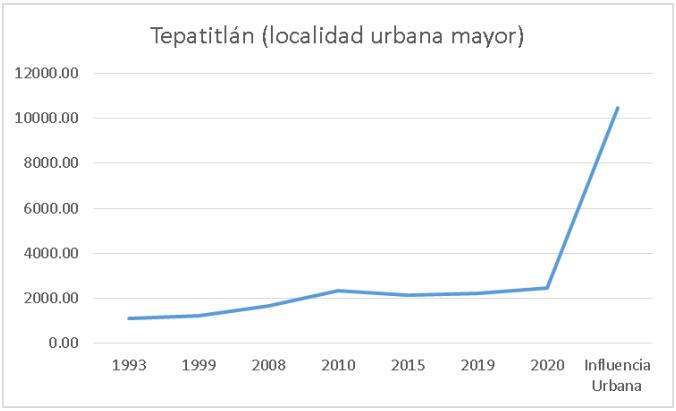


Figura 7.3. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana mayor (Tepatitlán cabecera).

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.1. Evolución de la exposición de la localidad urbana mayor.

Fuente: Elaboración propia.

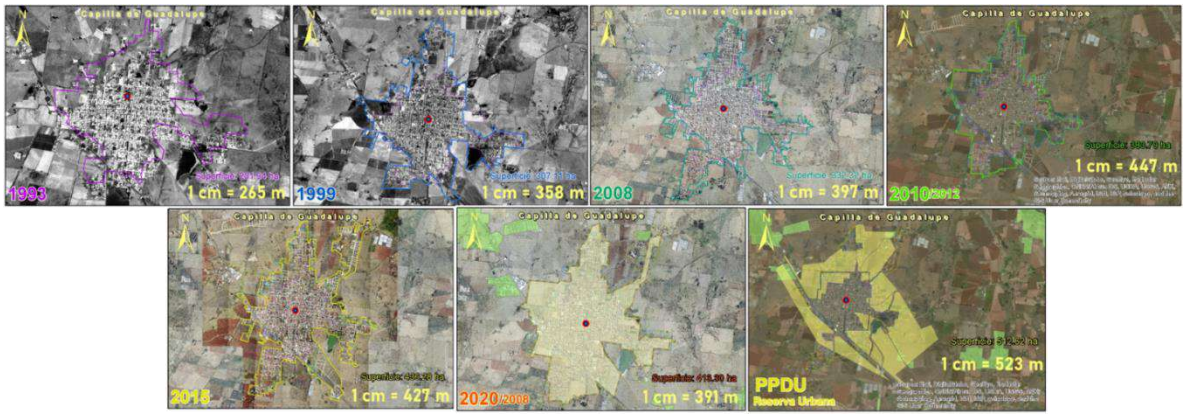


Figura 7.4. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (Capilla de Guadalupe).

Fuente: Elaboración propia.

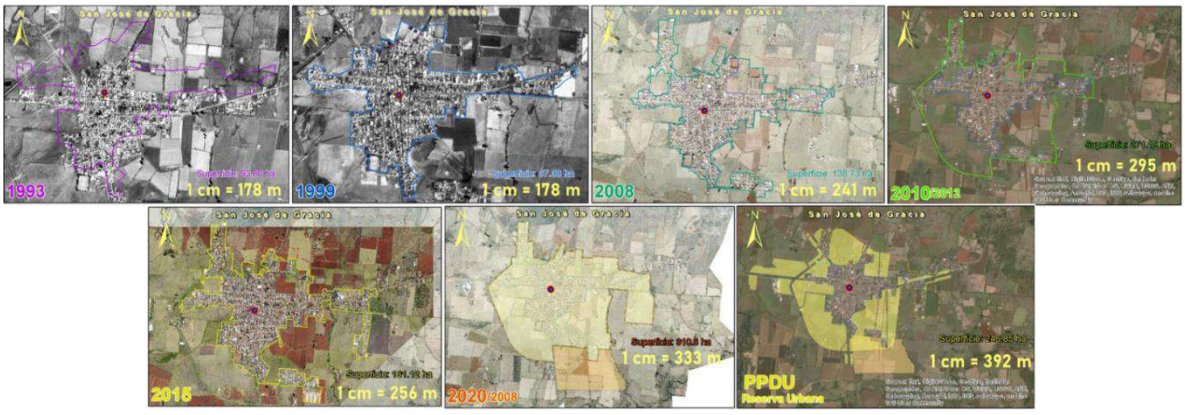


Figura 7.5. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (San José de Gracia).

Fuente: Elaboración propia.

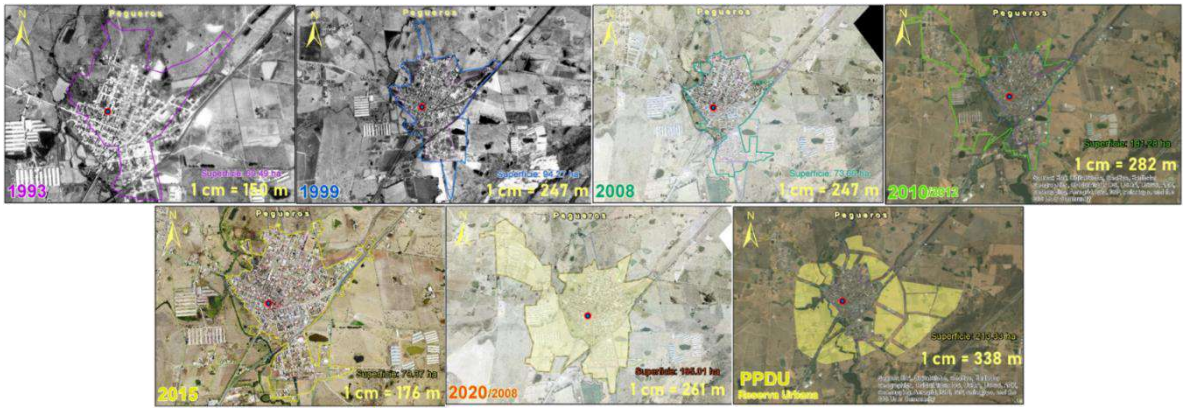
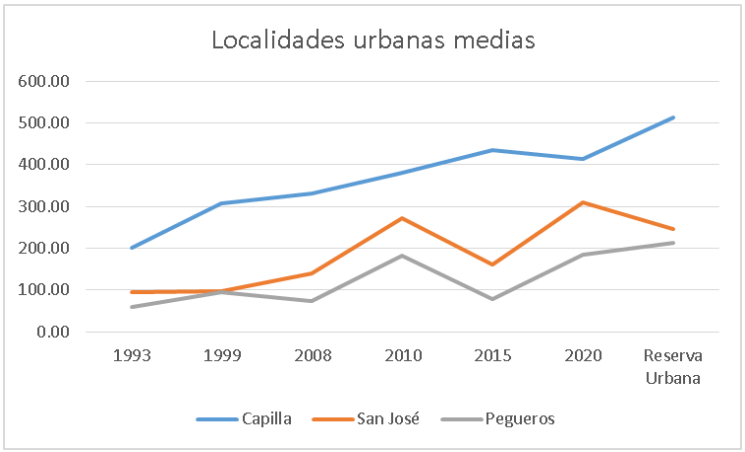


Figura 7.6. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana media (Pegueros).

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.2. Evolución esquemática exposición expansiva de las localidades urbanas medias.

Fuente: Elaboración propia.

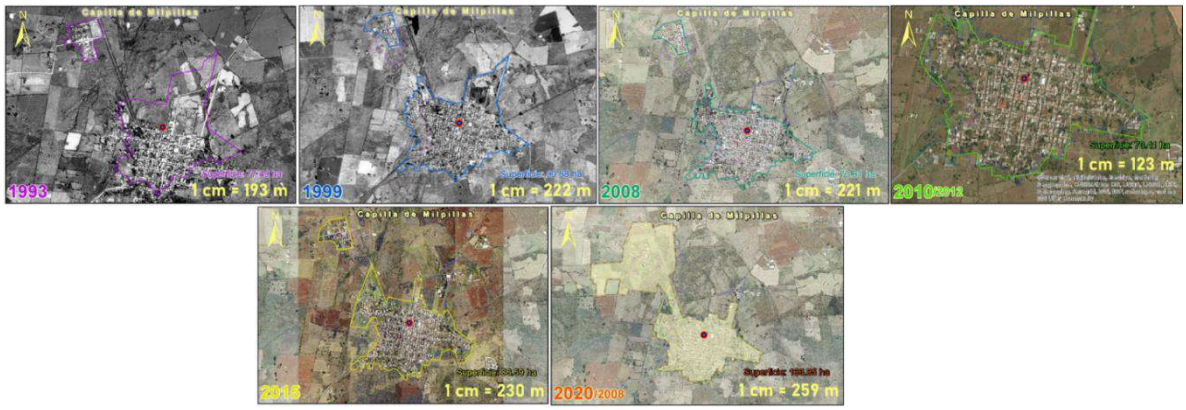
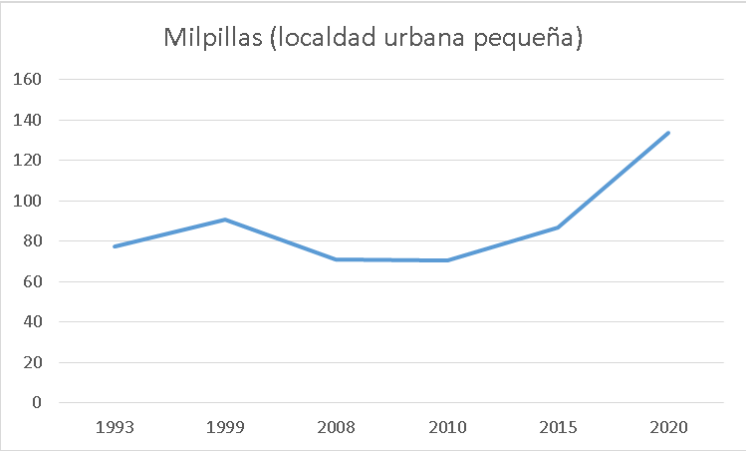


Figura 7.7. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana pequeña (Capilla de Milpillas).

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.3. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad urbana pequeña.

Fuente: Elaboración propia.

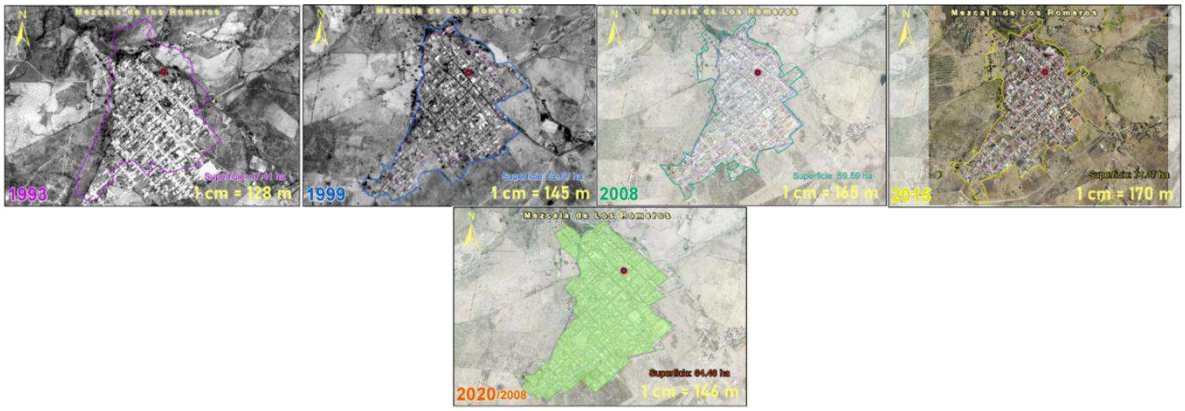


Figura 7.8. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Mezcala).

Fuente: Elaboración propia.

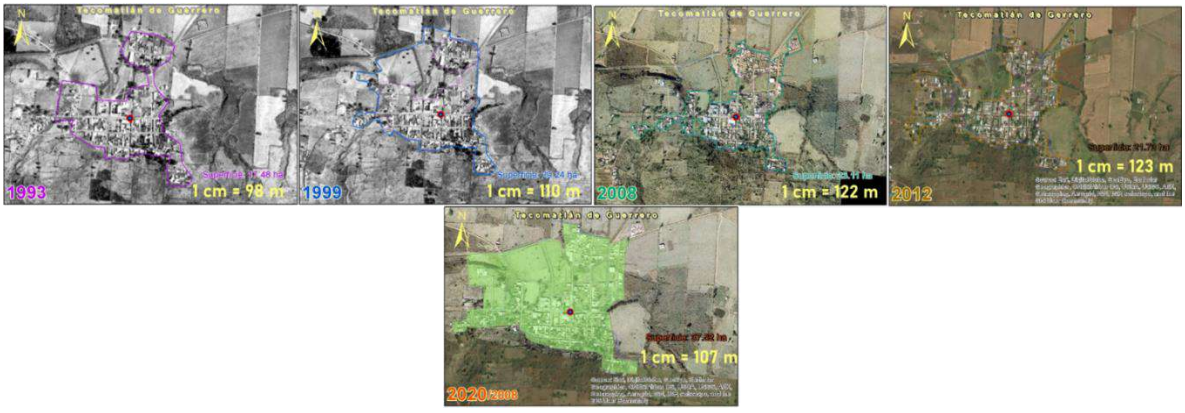


Figura 7.9. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Tecomatlán).

Fuente: Elaboración propia.

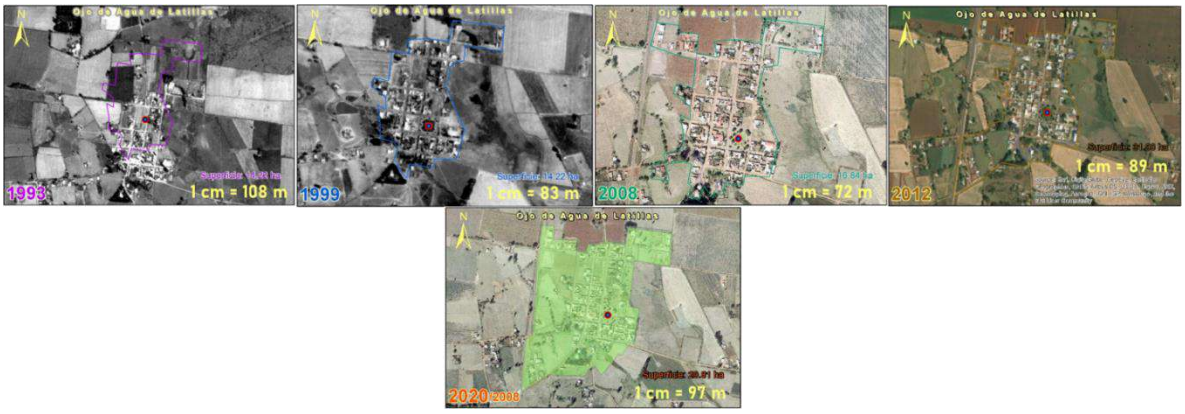
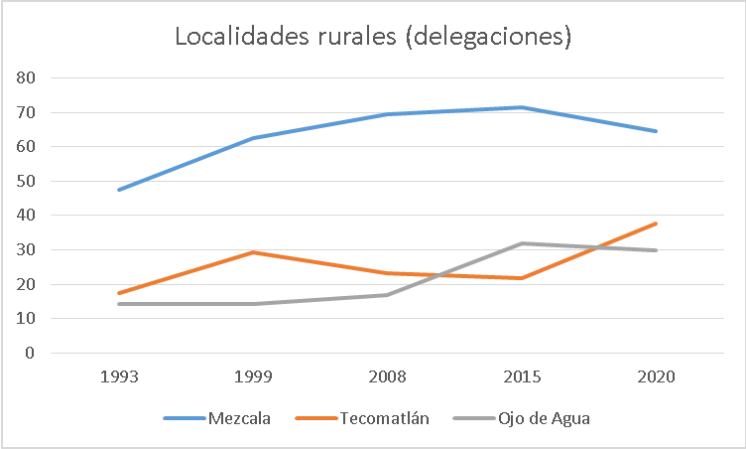


Figura 7.10. Evolución esquemática exposición expansiva de la localidad rural-delegación (Ojo de Agua).

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.4. Evolución esquemática exposición expansiva de las localidades rurales-delegación.

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Sistema Expuesto Demográfico

7.3.1. Distribución de la Población

El poblamiento se da en asentamientos humanos donde se generan diferentes procesos dinámicos que alteran su número, dimensiones, su distribución y densidad espacial en relación al propio territorio o a una escala regional (López Trigal, 2015: 489). En este caso, la escala de análisis dependerá de los tipos de fenómenos estudiados trabajados a nivel urbano o de localidad.

La distribución de la población en un territorio no es homogénea ni tampoco estática, los habitantes se suelen concentrar alrededor de puntos específicos por diversos factores

y al ser organismos vivientes mantienen en la mayoría de los casos movimientos pendulares entre sus lugares de pernocte, de alimentación y de otras actividades por lo que las estimaciones realizadas para la exposición de riesgos se basan en donde se localiza su vivienda.

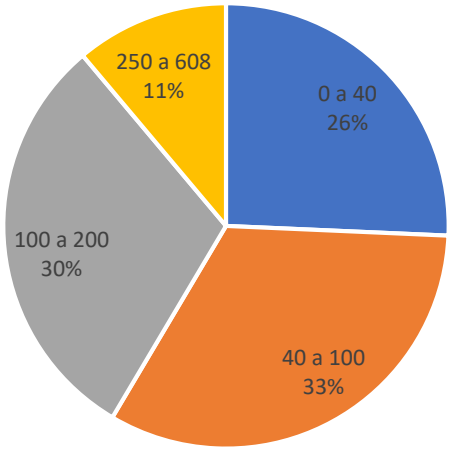
Aunque el Censo de Población y Vivienda del 2020 realizado por INEGI ya se ha publicado parcialmente, la información disponible a nivel manzana no ha sido totalmente cubierta para el municipio de Tepatitlán de Morelos por lo que se ajustó el material de trabajo: se rescató el dato de la población total del 2020 en aquellas manzanas que lo cubrieran y posteriormente se realizó una acoplamiento del dato del 2010 en unidades que no tuvieran información más reciente, el resultado es una amalgama entre ambos censos. Además que para los mapas se agregaron las localidades rurales satélite a los principales núcleos urbanos del municipio.

En todo el municipio, las manzanas con un rango de población total entre 40 y 100 habitantes representan el 33% del total. Seguidas por las que contienen de 100 a 200 pobladores con un 30%, muy cercanas al rango menor que es hasta 40 habitantes con un 26%. El rango más grande que son de 250 a 608 habitantes representa el 11% y se concentran en Tepatitlán con una breve presencia en Capilla de Guadalupe y todavía aún menor en San José de Gracia.

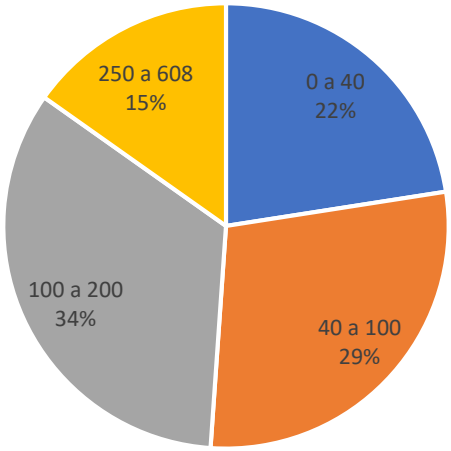
Total de población	Total de manzanas	%	Tepatitlán de Morelos	%	Capilla de Guadalupe	%	Capilla de Milpillas	%	Pegueros	%	San José de Gracia	%%
0 a 40	508	26%	295	23%	89	28%	38	43%	29	26%	57	39%
40 a 100	649	33%	374	29%	100	31%	46	52%	57	51%	72	49%
100 a 200	600	30%	441	34%	112	35%	4	5%	26	23%	17	12%
250 a 608	220	11%	199	15%	20	6%	0	0%	0	0%	1	1%
Total	1977	100%	1309	100%	321	100%	88	100%	112	100%	147	100%

Tabla 7.1. Total de manzanas por rango de total de población.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.5. Total de manzanas por rango de total de población.
Fuente: Elaboración propia.

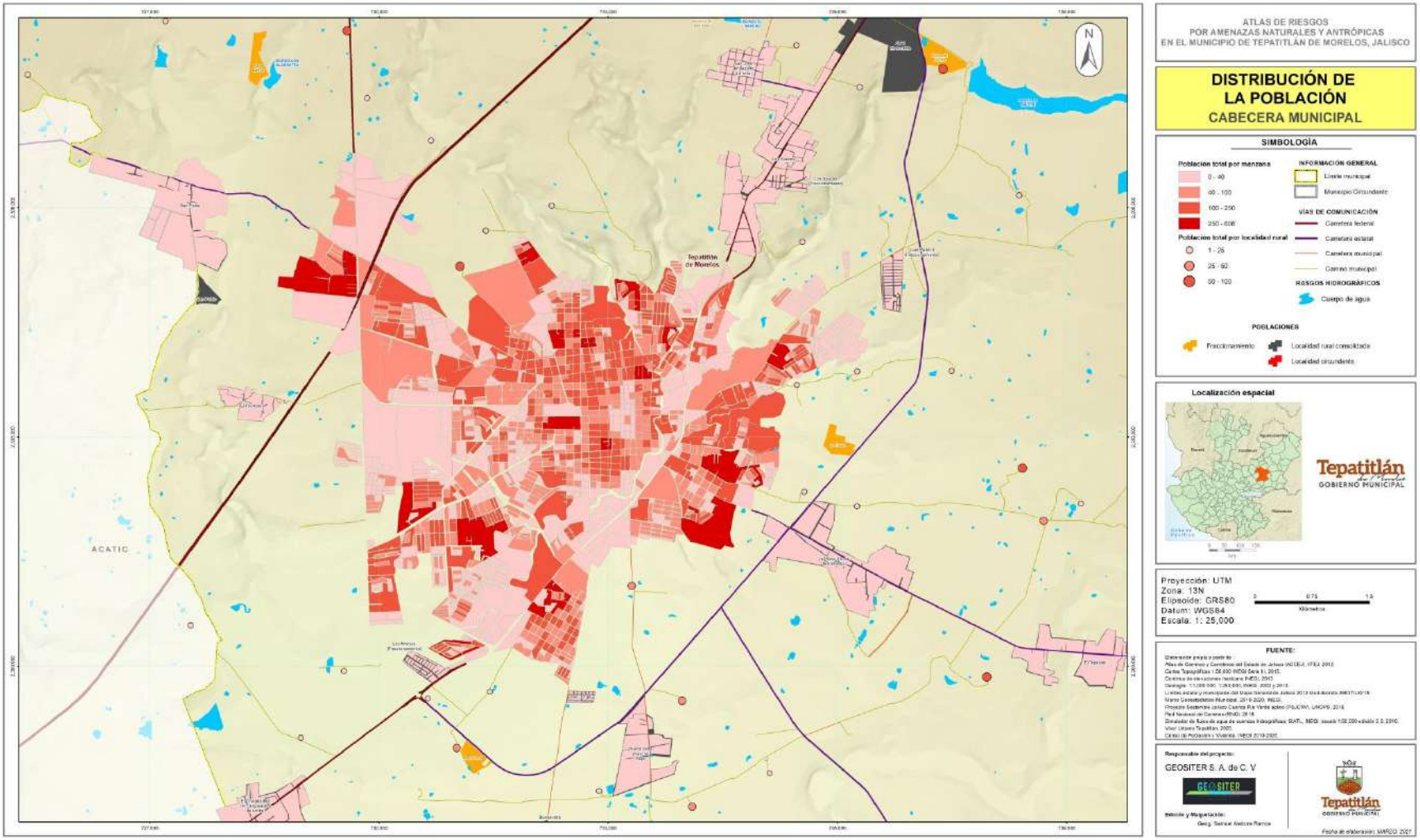


Gráfica 7.6. Total de manzanas por rango de total de población en la Cabecera Municipal.
Fuente: Elaboración propia.

En la Cabecera municipal las manzanas con un rango de población total de 100 a 200 personas son la mayoría con un 34%, seguidas por una leve diferencia con las de 40 a 100 personas (29%). El menor rango, hasta 40 habitantes representan el 22%, con mayor presencia territorial que las del tamaño máximo, de 250 a 608 personas que figuran con el 15%.

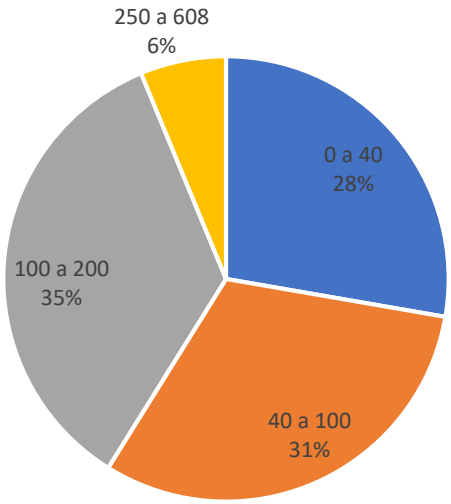
La manera en que la población se distribuye en el caso de la Cabecera Municipal indica que las manzanas con mayor número de habitantes (100 a 250 habs.) se encuentran en los límites consolidados y zona suroeste. Los niveles medios en esta clasificación (40 a 100 habitantes) se localizan al centro y al norte. Mientras que las manzanas con el menor número (0 a 40 habitantes) se distribuyen en la periferia de la delegación central.

Se aprecia que las localidades rurales con menor distribución (hasta 25 personas) se encuentran en el norte y sur fuera de los límites de la localidad urbana en el norte y sur, así también algunas localidades rurales con distribución de la población media (de 25 a 50 habitantes). Por su parte, las de mayor tamaño (de 50 a 100 habs.) se encuentran prácticamente conurbadas a la ciudad dispersas sobre las vialidades que conectan con los ejes estatales.



Mapa 7.1. Distribución de la población, Cabecera Municipal.

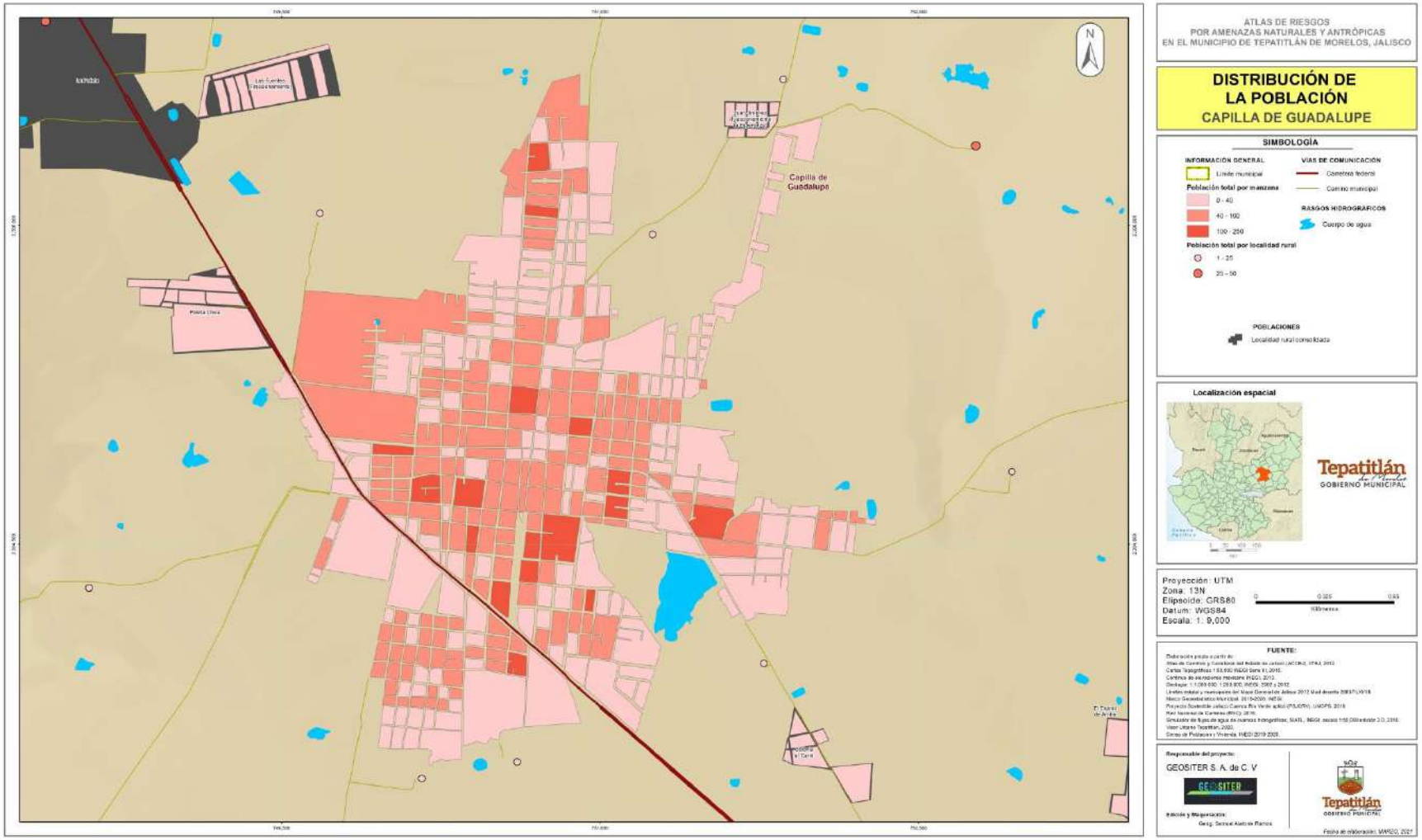
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.7. Total de manzanas por rango de población total en Capilla de Guadalupe
Fuente: Elaboración propia.

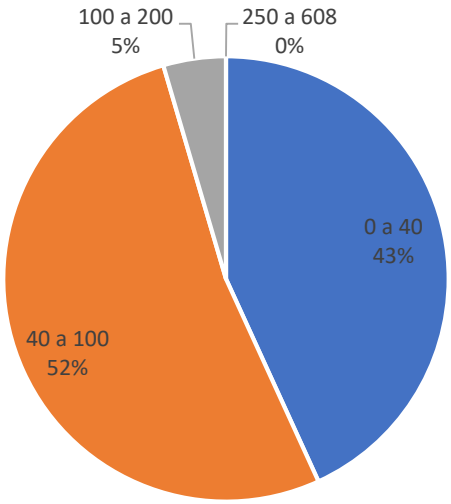
En Capilla de Guadalupe las manzanas que abarcan una población de 250 a 608 habitantes son de un 6%, seguidas de una cifra del 35% de manzanas habitadas de 100 a 200 personas, con un 31% de la extensión territorial se encuentran las manzanas cuyos habitantes no sobrepasan los 40 y 100 habitantes, por último lugar con un 28% se encuentran las manzanas cuya población es de 0 a 40 habitantes.

Los niveles de distribución de la población van de valores bajos a medios y altos, los valores bajos abarcan gran extensión del territorio en el sur, este, y en menor medida en el norte, en la parte oeste y central de la delegación predominan los valores que van de 40 a 100 habitantes y en manzanas dispersas irregularmente se aprecian valores de 100 a 250 habitantes. Predominan las localidades rurales en el sur y este de Capilla de Guadalupe con menor distribución de la población y una localidad con valores medios de distribución.



Mapa 7.2. Distribución de la población, Capilla de Guadalupe

Fuente: Elaboración propia.

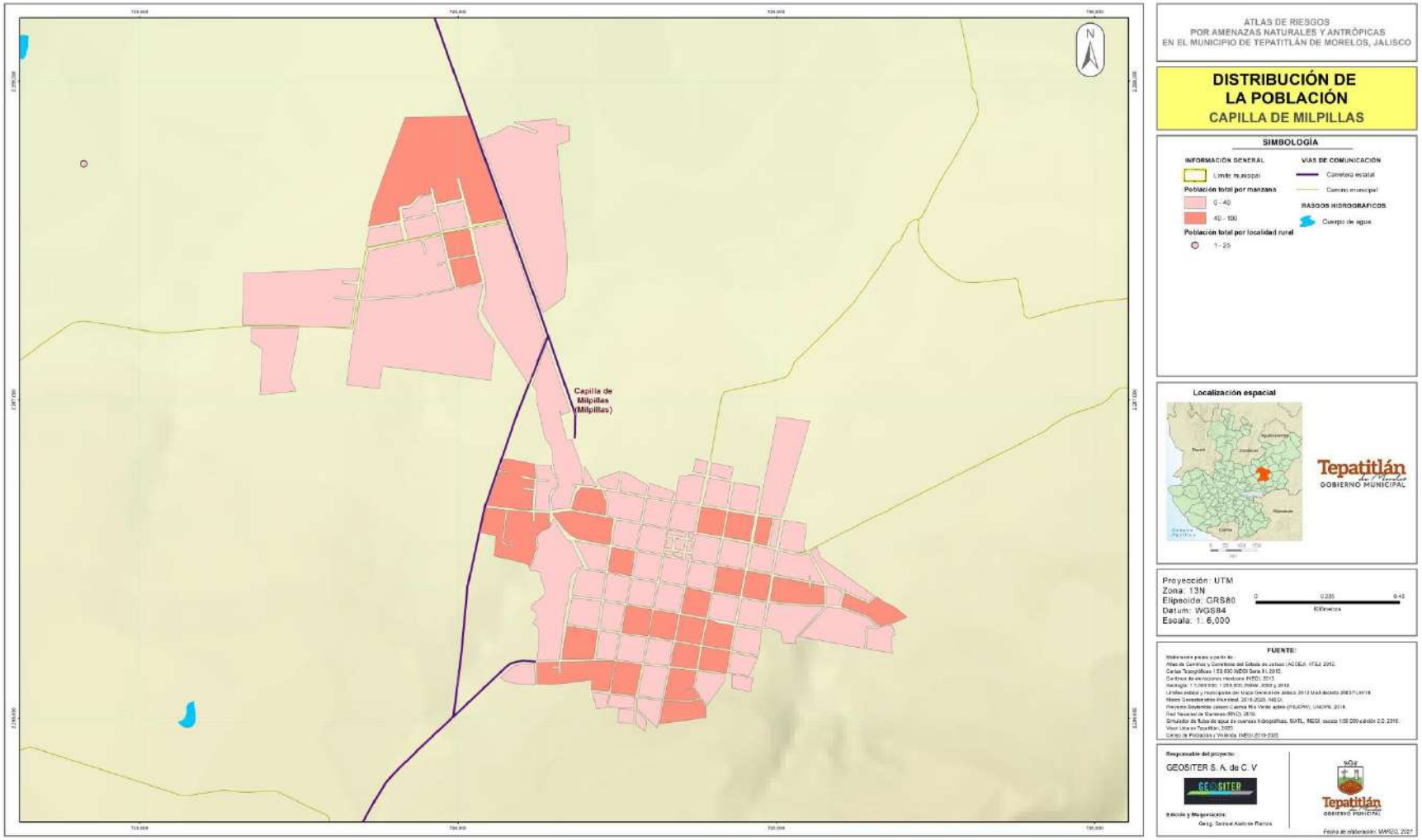


Gráfica 7.8. Total de manzanas por rango de población total en Capilla de Milpillas

Fuente: Elaboración propia.

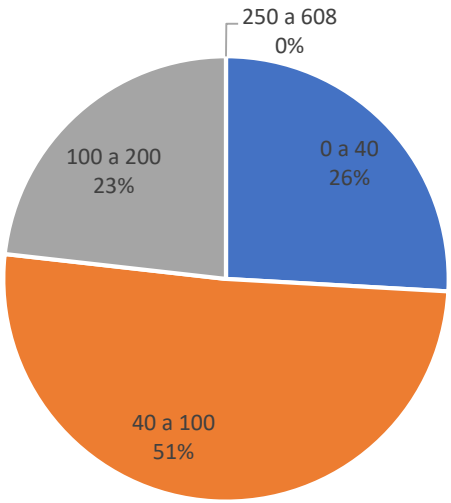
En Capilla de Milpillas la proporción obedece a cifras bastante divididas ya que las manzanas con mayor cantidad de habitantes no tienen cifras con 0% destacables, le sigue con un 5% manzanas que cuentan con un rango de 100 a 200 habitantes. Le sigue con un 43% manzanas cuyos habitantes van desde 0 a 40, finalmente la mayor cifra la ocupa la extensión territorial que cuenta con 40 a 100 habitantes, se habla de un 52%.

La distribución de la población va de medios a bajos, los niveles medios abarcan parte del norte y de manera dispersa en el sur y suroeste de la localidad. Gran extensión del territorio ocupa niveles bajos de habitantes por manzana. Se aprecia una localidad rural con poca distribución de la población en el oeste.



Mapa 7.3. Distribución de la población, Capilla de Milpillas.

Fuente: Elaboración propia.

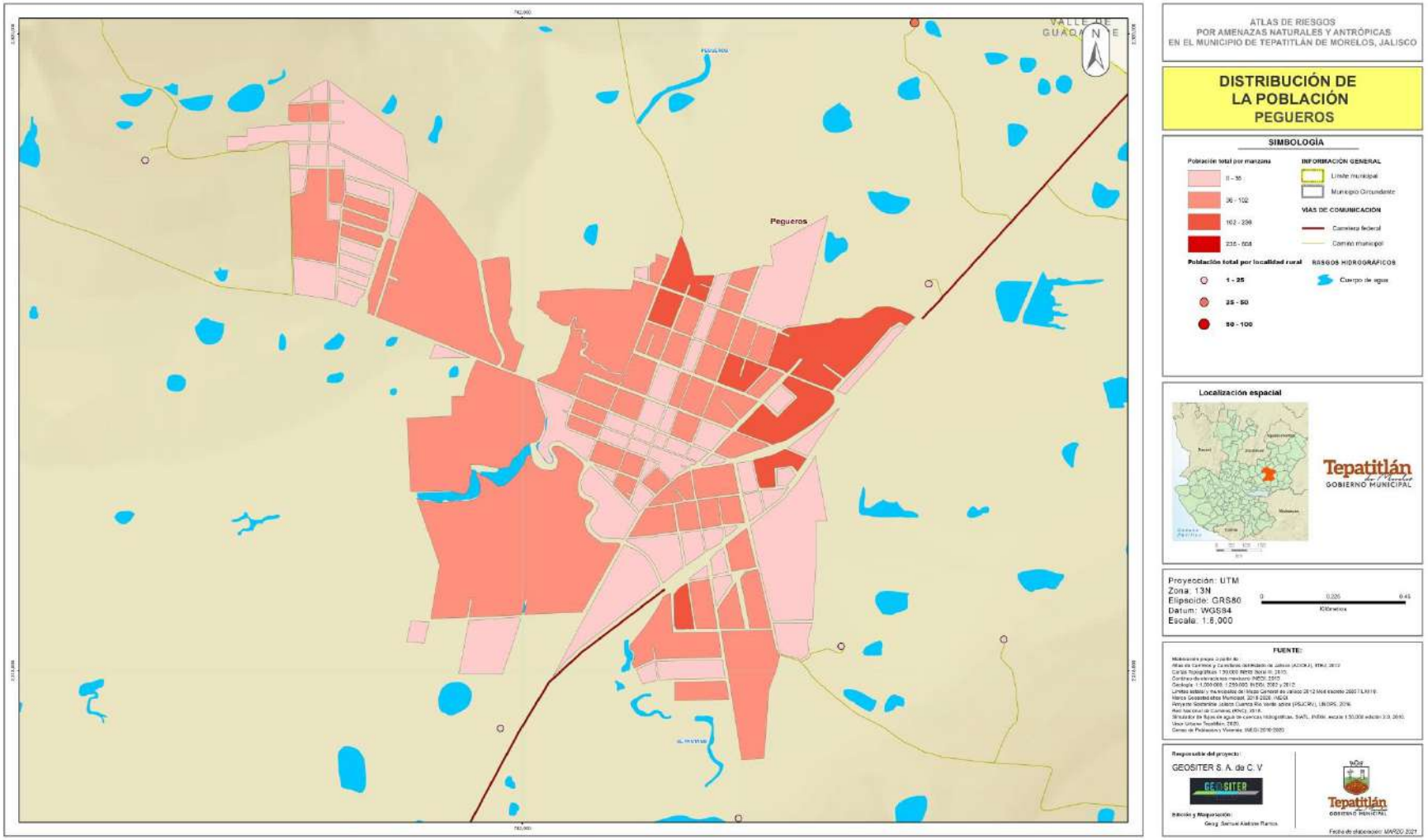


Gráfica 7.9. Total de manzanas por rango de población total en Pegueros

Fuente: Elaboración propia.

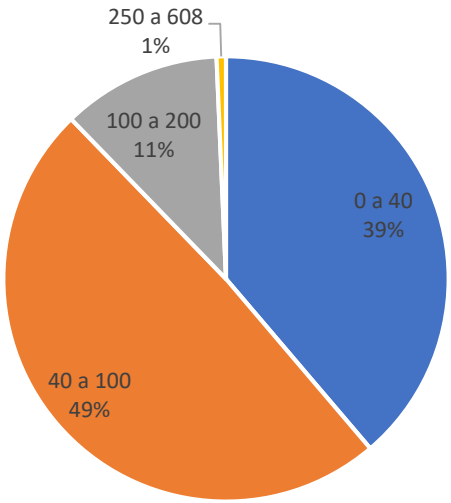
En la localidad de Pegueros no se encuentran manzanas habitadas por un rango alto de pobladores (250 a 608), de 100 a 200 habitantes la proporción de las manzanas es de un 23%, un 26% de la población que comprende de 0 a 40 habitantes le sigue y finalmente tenemos una cifra bastante importante en manzanas de 40 a 100 habitantes con un 51%.

Se aprecia que la mayor concentración de habitantes por manzana predomina en el este y en menor medida en la zona sur, por otro lado los niveles medios de concentración de la población toman relevancia en gran parte del territorio tanto en el oeste parte de la zona norte, la sur y al este de la delegación, los niveles más bajos de pobladores por manzana se localizan en el centro, noroeste y sureste. Las localidades rurales se dispersan fuera de los límites de la localidad urbana y estas poseen niveles bajos de distribución.



Mapa 7.4. Distribución de la población en Pegueros.

Fuente: Elaboración propia.

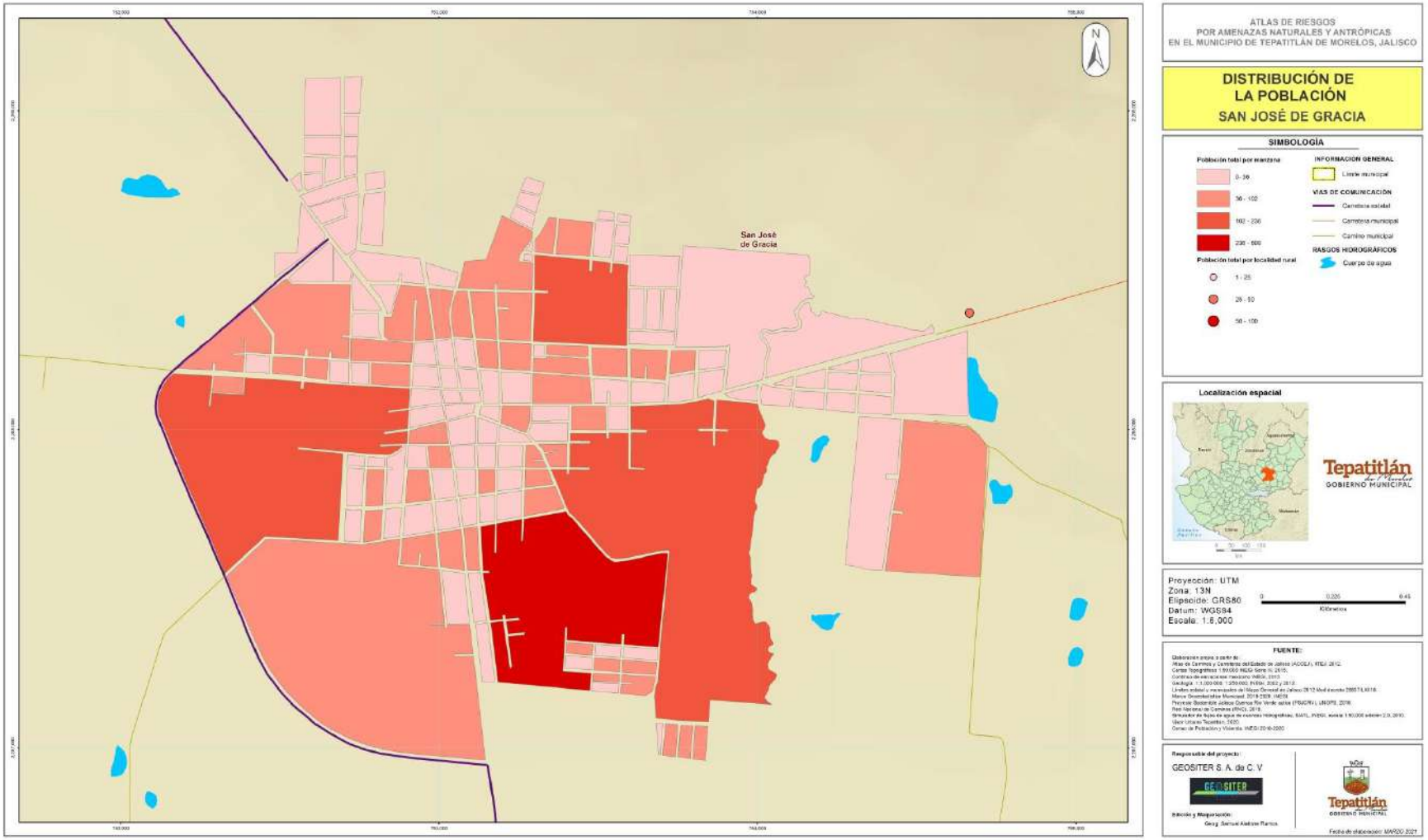


Gráfica 7.10. Total de manzanas por rango de población total en San José de Gracia

Fuente: Elaboración propia.

En la localidad amanzana de San José de Gracia predominan las áreas cuyo rango de habitantes es de 40 a 100 pobladores con un 49%, las manzanas que ocupan una población de 0 a 40 habitantes es del 39%, mientras que sólo una pequeña parte de la delegación abarca un 11% con habitantes que van desde los 100 a 200 habitantes

Los niveles más altos de pobladores por manzana se localizan únicamente en la zona sur. Los rangos medios se distribuyen en el norte, este, sureste y oeste. Mientras que los bajos abarcan gran parte de la zona noreste, norte y parte central de la delegación así como extensión del noroeste. Se aprecia una localidad de distribución media en la zona este.



Mapa 7.5. Distribución de la población, San José de Gracia

Fuente: Elaboración propia

7.3.2. Densidad de la Población

Urbanísticamente, la densidad atiende a la segregación de los polígonos urbanos respecto a la saturación demográfica en cada uno al agregar un componente de limitación espacial como es el índice habitantes / superficie. Sus principales aportes es señalar, aunque no sea una de las manzanas con mayor número de habitantes, dónde se pudieran presentar fenómenos de sobre poblamiento que puede agravar situaciones de emergencia local.

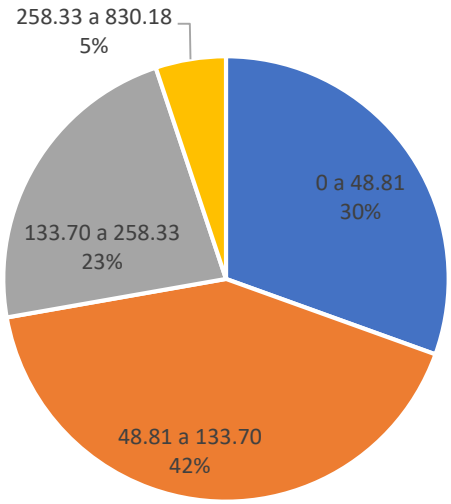
Para este cálculo se utiliza la población total del punto anterior y la superficie en hectárea de cada manzana, de este modo se divide la cantidad de habitantes entre la superficie obteniendo la cantidad de habitantes por hectárea en cada manzana, el dato por sí mismo parece no agregar al análisis descriptivo pero se torna relevante cuando a más comparaciones incluso multiescalares se someta. Para los siguientes ejercicios solamente se realizó una normalización a nivel municipal comparando la cantidad de habitantes en cada localidad respecto a la cambera municipal.

En el municipio el 42% de las manzanas urbanas presentan una densidad de población entre el 48.81 a 133.7 habitantes por hectárea, seguidas por las de menor rango que son hasta un 48.81 (31%), después se encuentran con un 23% las de 133.7 a 248.33 habitantes por hectárea. Las me mayor concentración apenas son el 5% y esta se distribuyen principalmente en la localidad de Tepatitlán con menor presencia en Capilla de Guadalupe.

Densidad de Población	Total	%	Tepatitlán de Morelos	%	Capilla de Guadalupe	%	Capilla de Milpillas	%	Pegueros	%	San José de Gracia	%
0 a 48.81	603	31%	343	26%	102	32%	48	55%	37	33%	73	50%
48.81 a 133.70	825	42%	512	39%	143	45%	40	45%	64	57%	66	45%
133.70 a 258.33	448	23%	362	28%	67	21%	0	0%	11	10%	8	5%
258.33 a 830.18	101	5%	92	7%	9	3%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	1977	100%	1309	100%	321	100%	88	100%	112	100%	147	100%

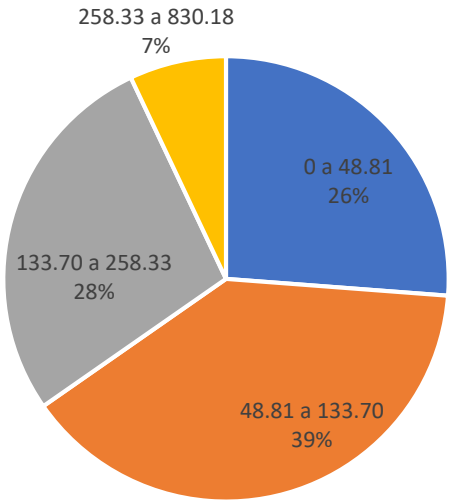
Tabla 7.2. Total de manzanas por rango de densidad de población

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.11. Total de manzanas por rango de densidad de población

Fuente: Elaboración propia.

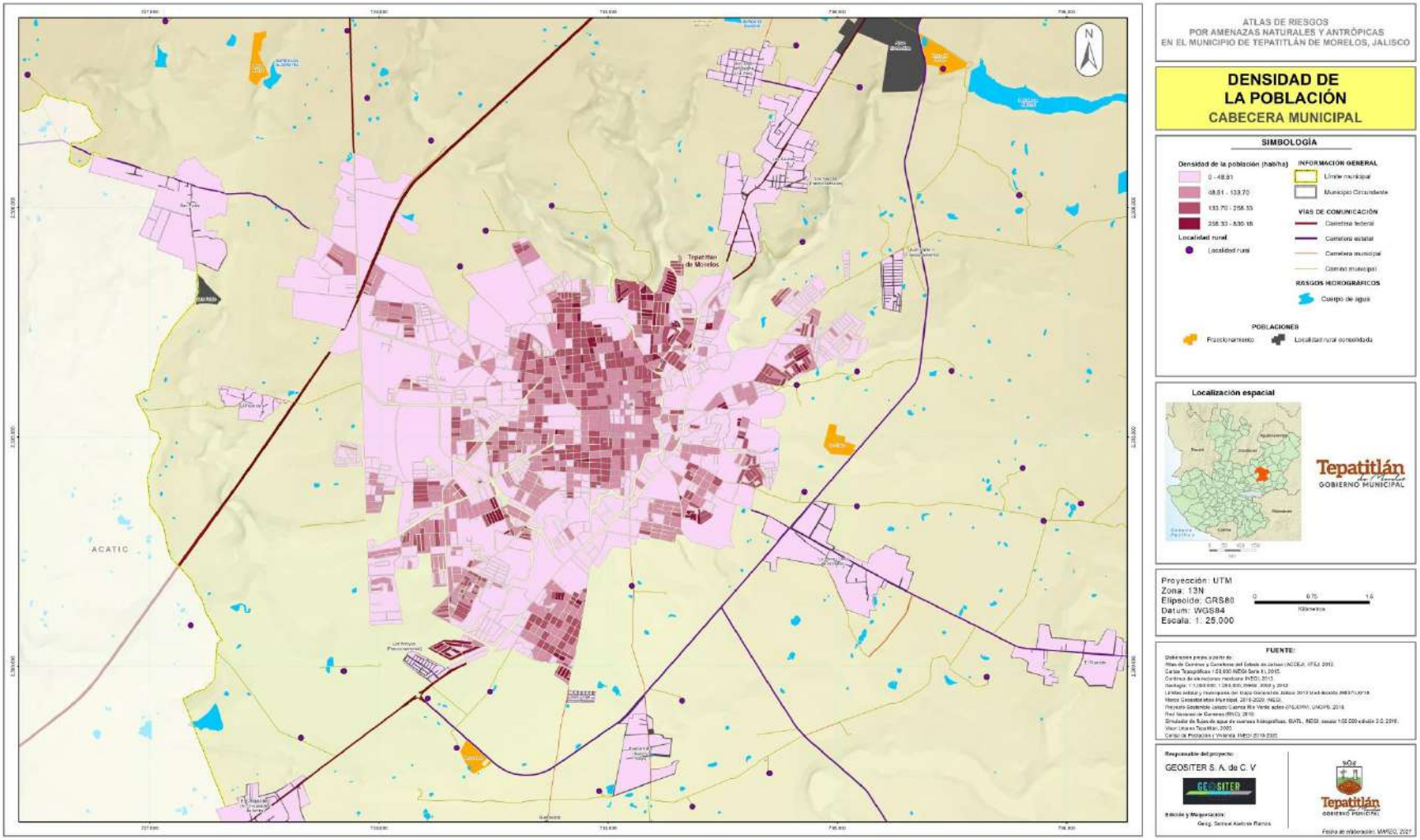


Gráfica 7.12. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Cabecera Municipal

Fuente: Elaboración propia.

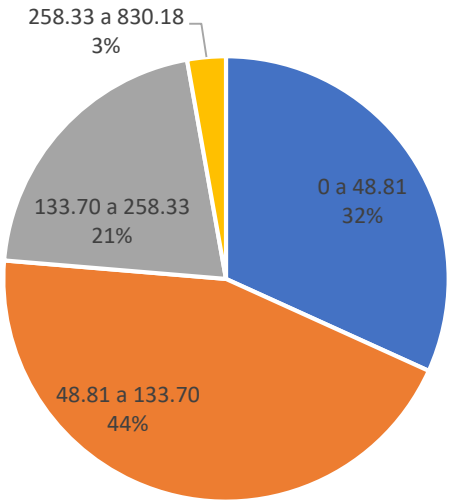
En Cabecera Municipal, un 28% de la densidad habitantes obedece a un rango de 133 a 258, un 26% de la densidad habitacional corresponde a 0 a 48 habitantes, y un 39% de 49 a 133 habitantes por manzanas, por último la cifra en porcentajes más bajas corresponde a un rango de habitantes que va desde los 258 a 830 habitantes.

La densidad de habitantes por manzana que comprende la cifra más alta de habitantes por hectárea (258 a 830) se distribuye de manera irregular en manzanas de la zona norte y sur de la cabecera; la cifra de habitantes que comprende de 133 a 258 se aprecia dispersa en la zona sur y en manzanas de la zona central y zona noreste, la extensión territorial por manzana que comprende de 40 a 133 habitantes predomina en la zona noroeste, y sureste y en las periferias de la cabecera municipal. Se reporta la distribución de localidades rurales distribuidas de manera dispersa en el norte de la cabecera municipal y una concentración destacada en la zona sur y en la periferia del este de la localidad central.



Mapa 7.6. Densidad de población en la Cabecera Municipal.

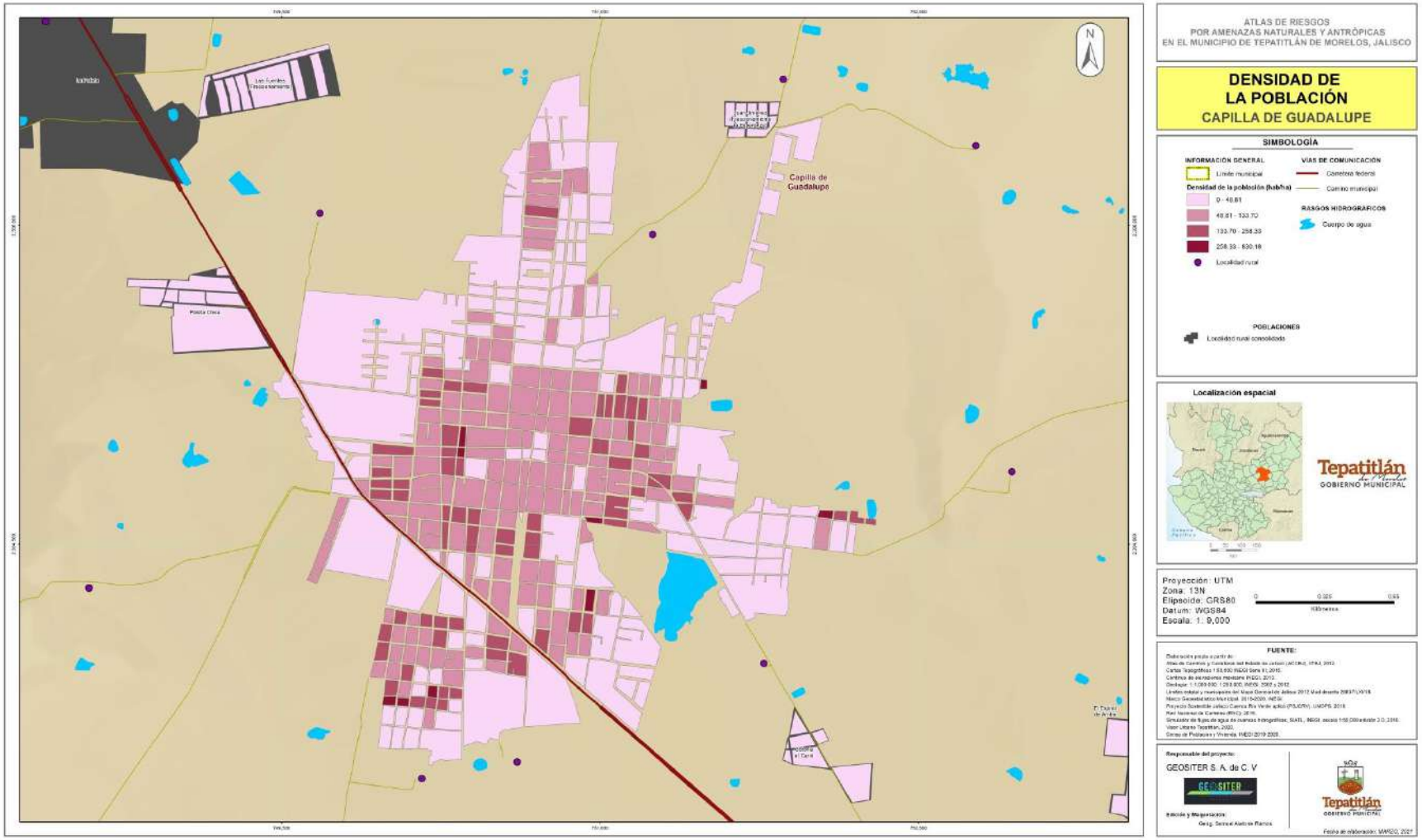
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.13. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Capilla de Guadalupe
Fuente: Elaboración propia.

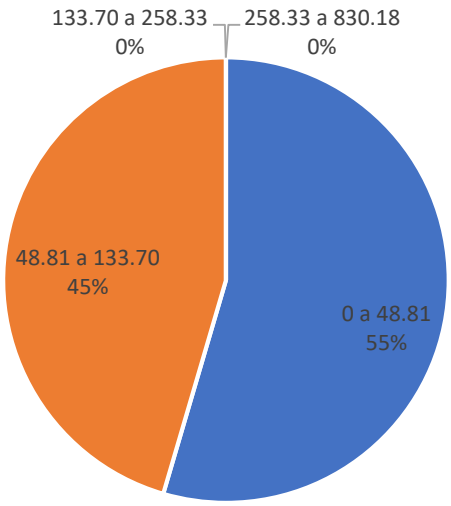
En Capilla de Guadalupe los niveles más bajos de habitabilidad corresponden a manzanas con una densidad alta (258-830 habitantes por manzana) con un 3%, le sigue un 21% de 133 a 258 habitantes por manzana, el rango de habitabilidad por manzana que toma mayor porcentaje es que el comprende cifras de 0 a 48 habitantes con un 32%, finalmente el rango que predomina es de 48 a 133 habitantes con un 44% de la densidad.

La densidad de habitantes por manzana que comprende los niveles más altos de ocupación por manzana se encuentran dispersos en la zona sur y en manzanas de la zona central y zona este, la extensión territorial de niveles medios de población por manzana que comprende de 40 a 133 habitantes se ubica en el centro y suroeste de la delegación. Las manzanas donde se aprecian niveles bajos de densidad de población se distribuyen de manera irregular en el sur, sureste y norte de la delegación. Por su parte, la distribución de localidades rurales es dispersa en la zona sur y en el este de Capilla de Guadalupe.



Mapa 7.7. Densidad de población en Capilla de Guadalupe.

Fuente: Elaboración propia.

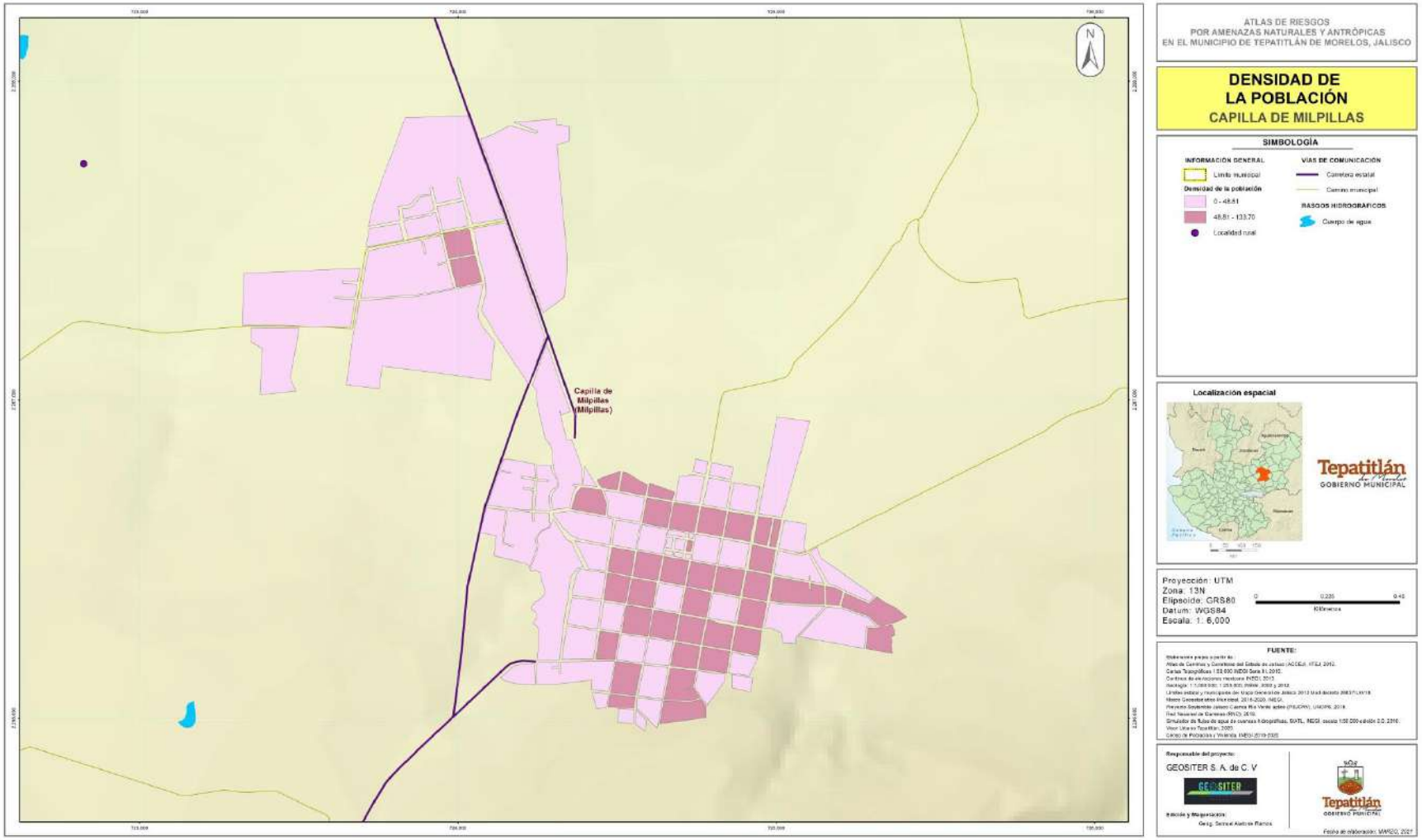


Gráfica 7.14. Total de manzanas por rango de densidad de población en la Capilla de Milpillas.

Fuente: Elaboración propia.

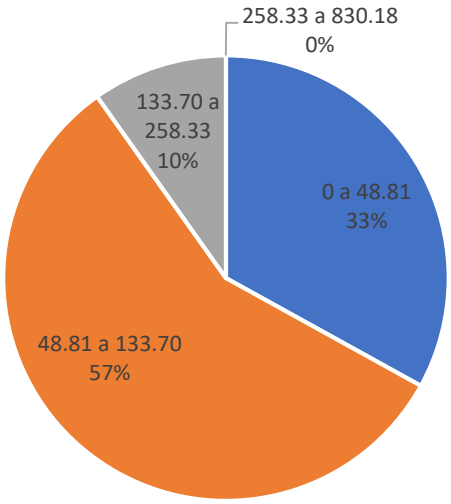
En Capilla de Milpillas los rangos están lateralmente divididos, tenemos un 55% en manzanas con una población de 0a 48 habitantes, y una ocupación por manzana de 48 a 133 habitantes de un 45%, no se identifican manzanas con rangos altos de densidad alta por manzana, (se señala un 0% respectivamente).

La densidad de habitantes por manzana que comprende solamente dos niveles de ocupación por manzana que se encuentran dispersos en la zona sur los valores corresponden a una cifra de ocupación de 48 a 133 habitantes. Mientras que al norte de la delegación los valores de habitación por manzana más bajos (de 0 a 48 habitantes) se localizan al norte y sureste de la localidad.



Mapa 7.8. Densidad de población en Capilla de Milpillas.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.15. Total de manzanas por rango de densidad de población en Pegueros.

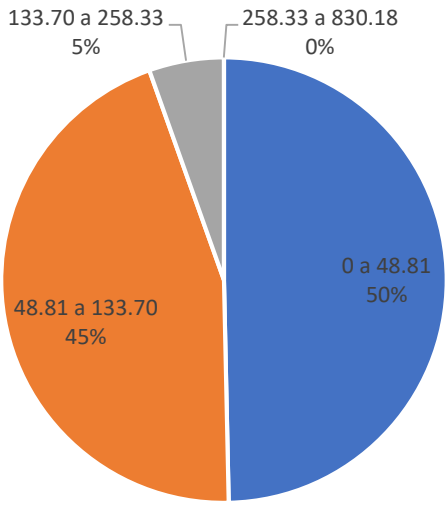
Fuente: Elaboración propia.

En Pegueros no se identifican zonas con alta densidad de población, ya que su porcentaje es de 0, sin embargo, destaca que de 133 a 258 habitantes por manzana hay un 10% de población, seguido de un 33% de 0 a 48 habitantes por manzana por último los porcentajes más altos señalan que hay manzanas que son habitadas por 48 a 133 habitantes.

La densidad de habitantes por manzana que comprende la cifra de 133 a 258 se aprecia dispersa en la zona sur y en manzanas de la zona central y zona noroeste, la extensión territorial por manzana que comprende de 40 a 133 habitantes se ubica en el noreste de la delegación. Manzanas donde se aprecian habitantes a 48 habitantes se distribuye de manera irregular en el sur, sureste y noroeste de la delegación. Por otra parte, la distribución de localidades rurales se distribuye de manera dispersa fuera de la delegación en la zona sur. Con una localidad rural en el centro de Pegueros, y el noreste fuera de los límites de la delegación.

Mapa 7.9. Densidad de población en Pegueros.

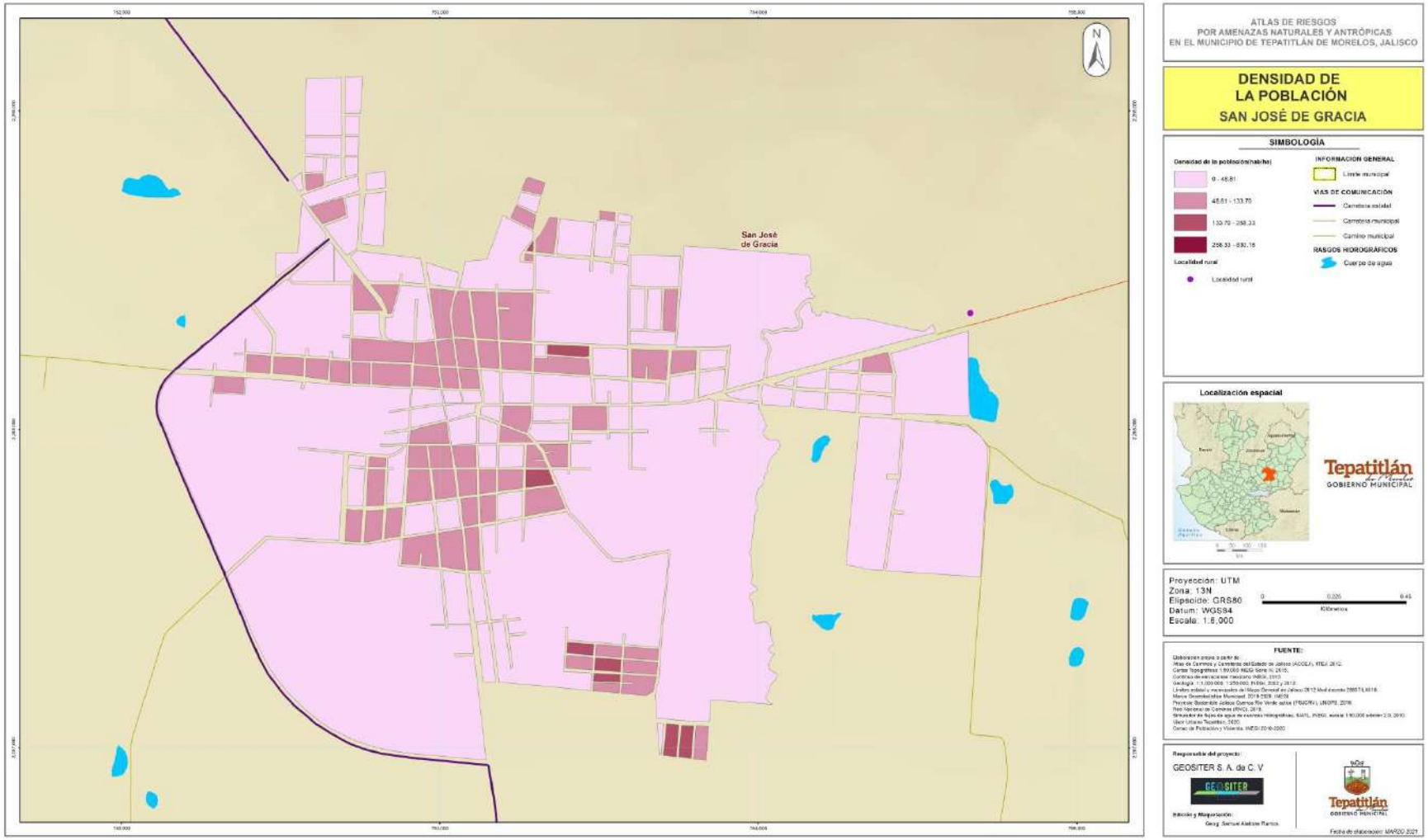
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.16. Total de manzanas por rango de densidad de población en San José de Gracia
Fuente: Elaboración propia.

La mayor concentración de la población en esta delegación de San José de Gracia posee un 50% en manzanas donde habitan 0 a 48 personas, seguido de un 45% por manzanas con habitabilidad de 48 a 133 personas, un 5% de las manzanas son ocupadas entre 133 a 258 personas.

Se aprecia que las manzanas con un rango de 133 a 256 habitantes se enclavan en pequeños grupos no consolidados al sur y centro geométrico de la localidad, le sigue en descenso con una proporción de 48 a 133 habitantes en las manzanas ubicadas en la zona periférica del sur, mientras que una gran extensión de la superficie amanzanada posee una densidad baja con valores que van desde 0 a 48 habitantes. Además se tiene la presencia de una localidad rural en la periferia.



Mapa 7.10. Densidad de población en San José de Gracia.

Fuente: Elaboración propia.

7.4. Sistema Expuesto Ámbito Rural-Forestal-Ambiental

De mayor cobertura en el municipio, consta de la suma ecológica productiva de los agroecosistemas y el capital ambiental:

. Fuentes vectoriales poligonales extensivas

- Vegetación densa: Áreas que pos su rugosidad mantiene una cobertura vegetal poblada como las inmediaciones de la elevaciones y el área natural protegida del Río Verde.

- Cuerpos de agua: Reservas superficiales de agua intermitentes como perenes, artificiales como naturales.

- Agricultura de temporal como de riego: Clasificada por su técnica de irrigación representan gran parte de la producción municipal.

- Erosión agrícola: Por la dinámica transformativa en un contexto geográfico urbanizante, se considera como sistema expuesto transitorio las áreas detectadas con pasado productivo agrícola tendiente al abandono o a ser urbanizada-industrializada.

. Fuentes vectoriales poligonales discretas-dispersas

- Granjas, estables o invernaderos (ganadería, avicultura y agricultura industrial): Identitario de la economía municipal, la industrialización y tecnificación agropecuaria produce coberturas especializadas donde se reproducen de forma confinada ganado, aves y plantas que son bienes vivos a preservar. Inmuebles productivos dispersos en la amplitud municipal configurando cluster y paisajes agrotécnicos con elevados y sofisticas manejos riesgosos.

. Fuentes vectoriales puntuales

- Bancos de materiales y minas: Distinguidos como puntos de extracción, se consideran locaciones susceptibles a desmoronamientos o declives sediméntales por el impacto en la estratigrafía litología, es decir en la verticalidad del sustrato.

- Pozos, manantiales y norias: Subsistema expuesto de abastecimiento vital y estructurante de la producción.

7.5. Sistema Expuesto Urbano-Industrial

De consideración sectorial del segundo y tercer orden económico, representan el medio de mayor transformación antrópica.

. Fuentes vectoriales coberturas de equipamiento urbano

- Centro histórico: Área de carga valórica patrimonial de constante recepción y concentración pública, turísticas, comercial y administrativa.

- Usos del suelo recreativo-industrial: Áreas de propensión planificada de concentración masiva de personas y enclaves industriales.

. Fuentes vectoriales puntuales servicios estructuras

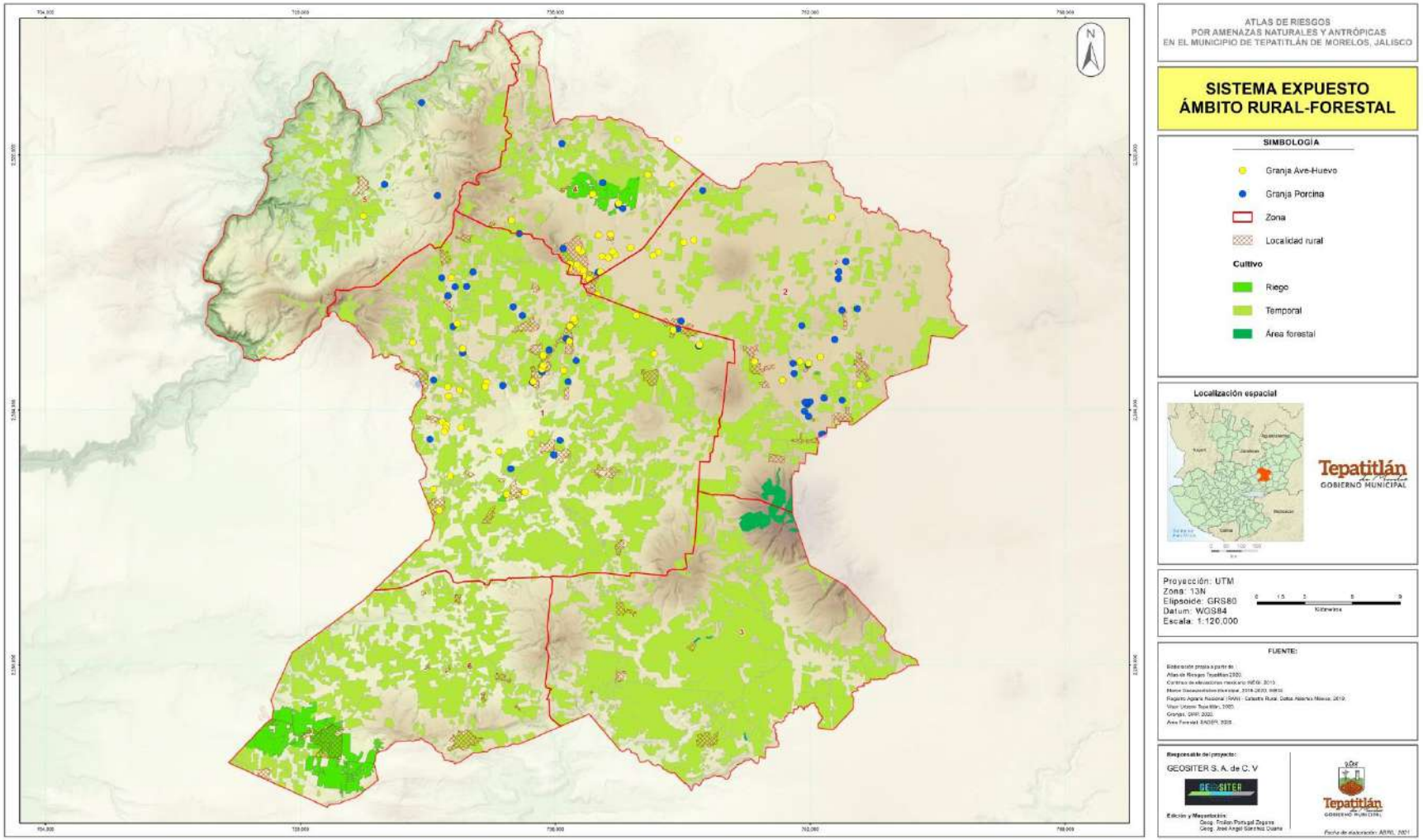
- Salud: Inmuebles hospitalarios y de consulta.

- Educación: Inmuebles educativos formativos.

- Cultura: Inmuebles de reflexión social comunicativa.

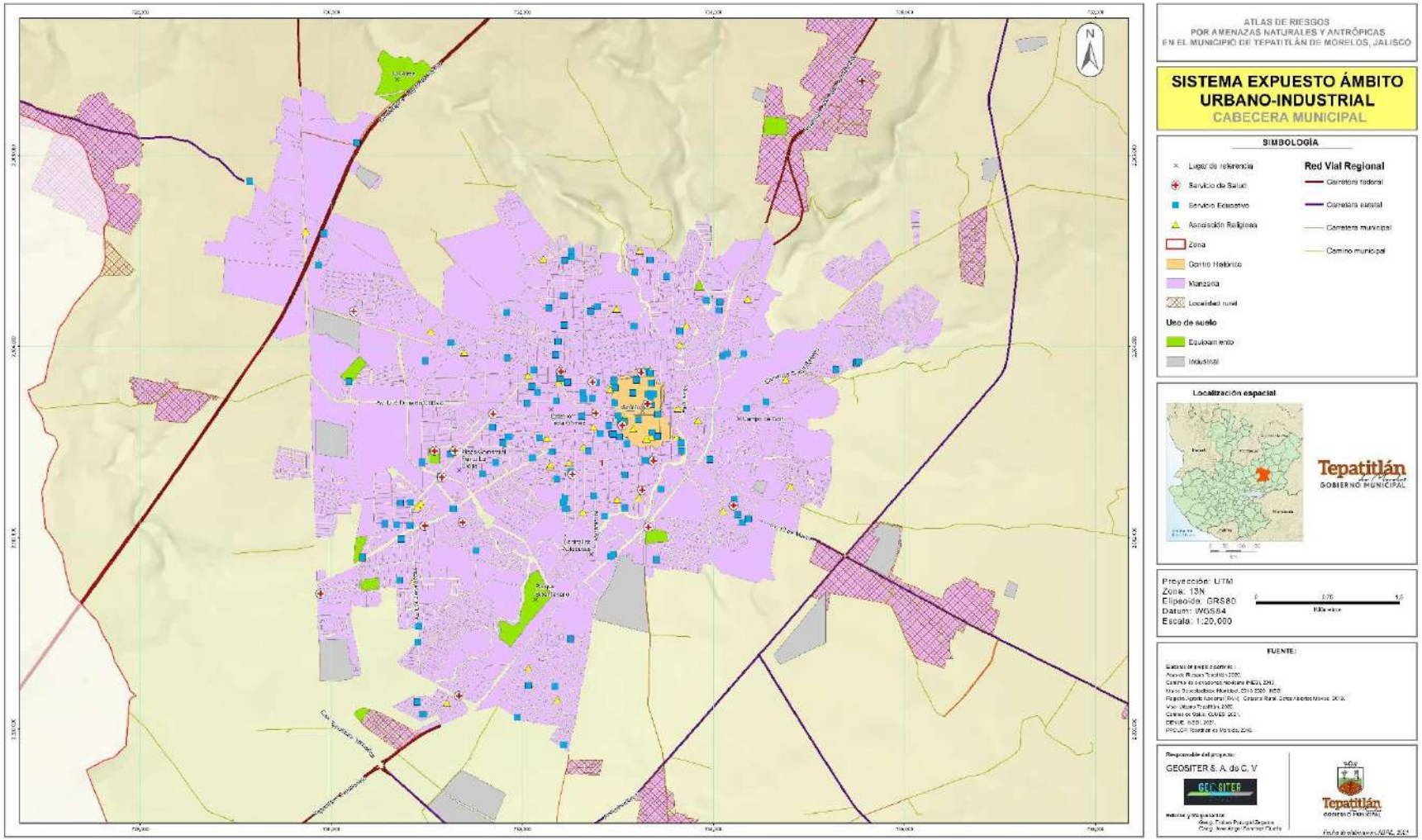
- Industria: Inmuebles productivos formato manufacturero e industrial.

- Transporte: Inmuebles de nodos de partidas y llegadas.



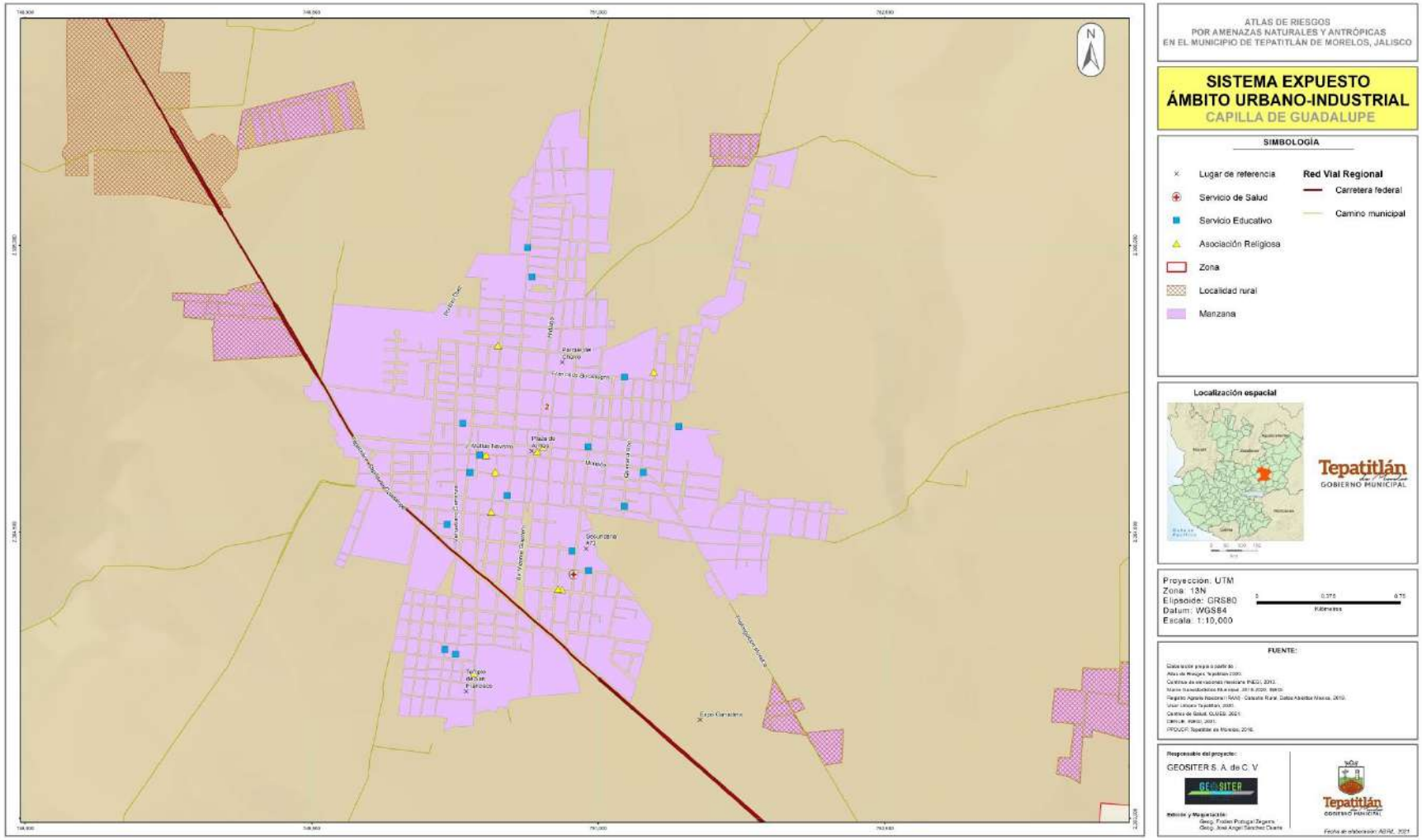
Mapa 7.11. Sistema Expuesto Ámbito Rural-Forestal-Ambiental.

Fuente: Elaboración propia.



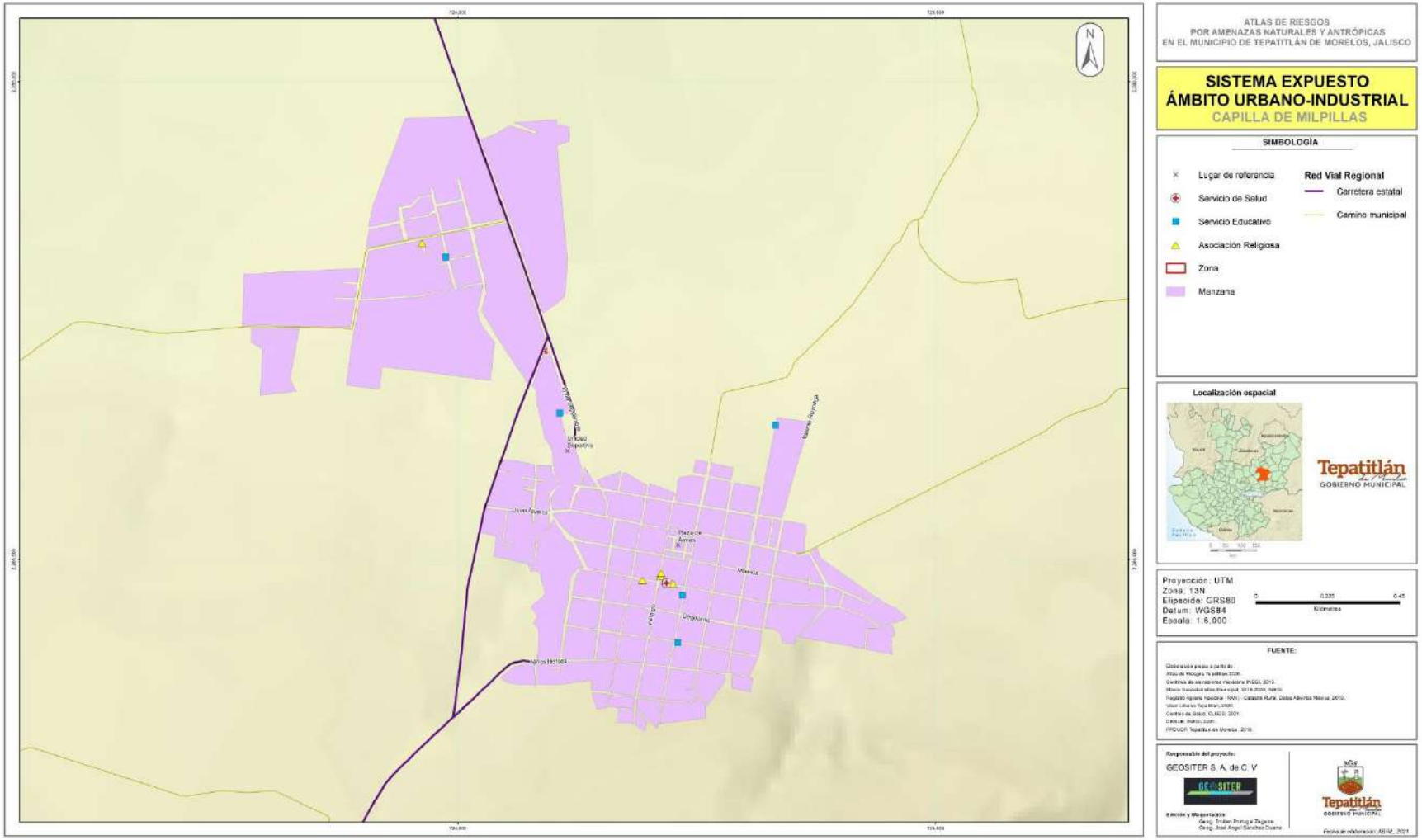
Mapa 7.12. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en la cabecera municipal.

Fuente: Elaboración propia.



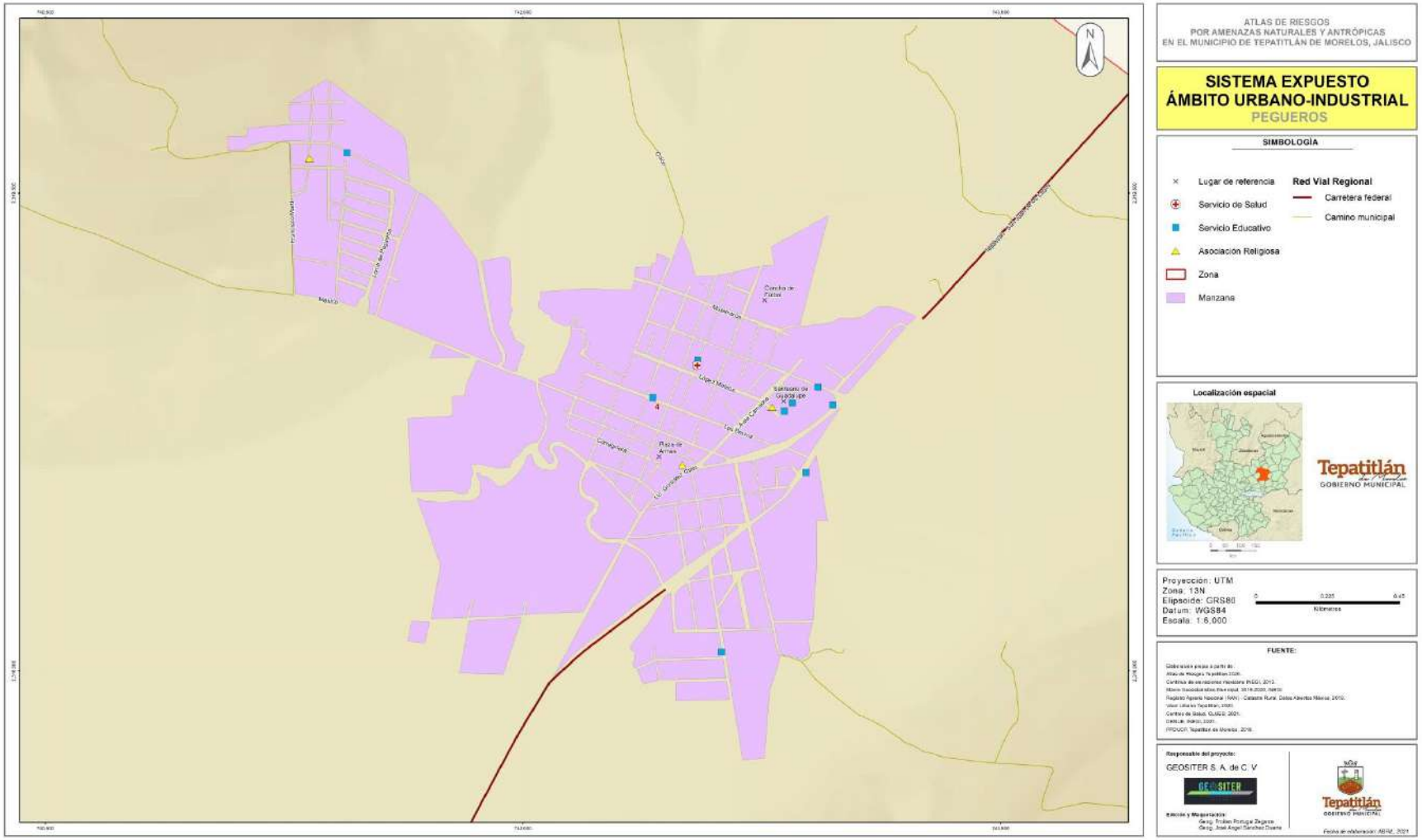
Mapa 7.13. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Capilla de Guadalupe.

Fuente: Elaboración propia.



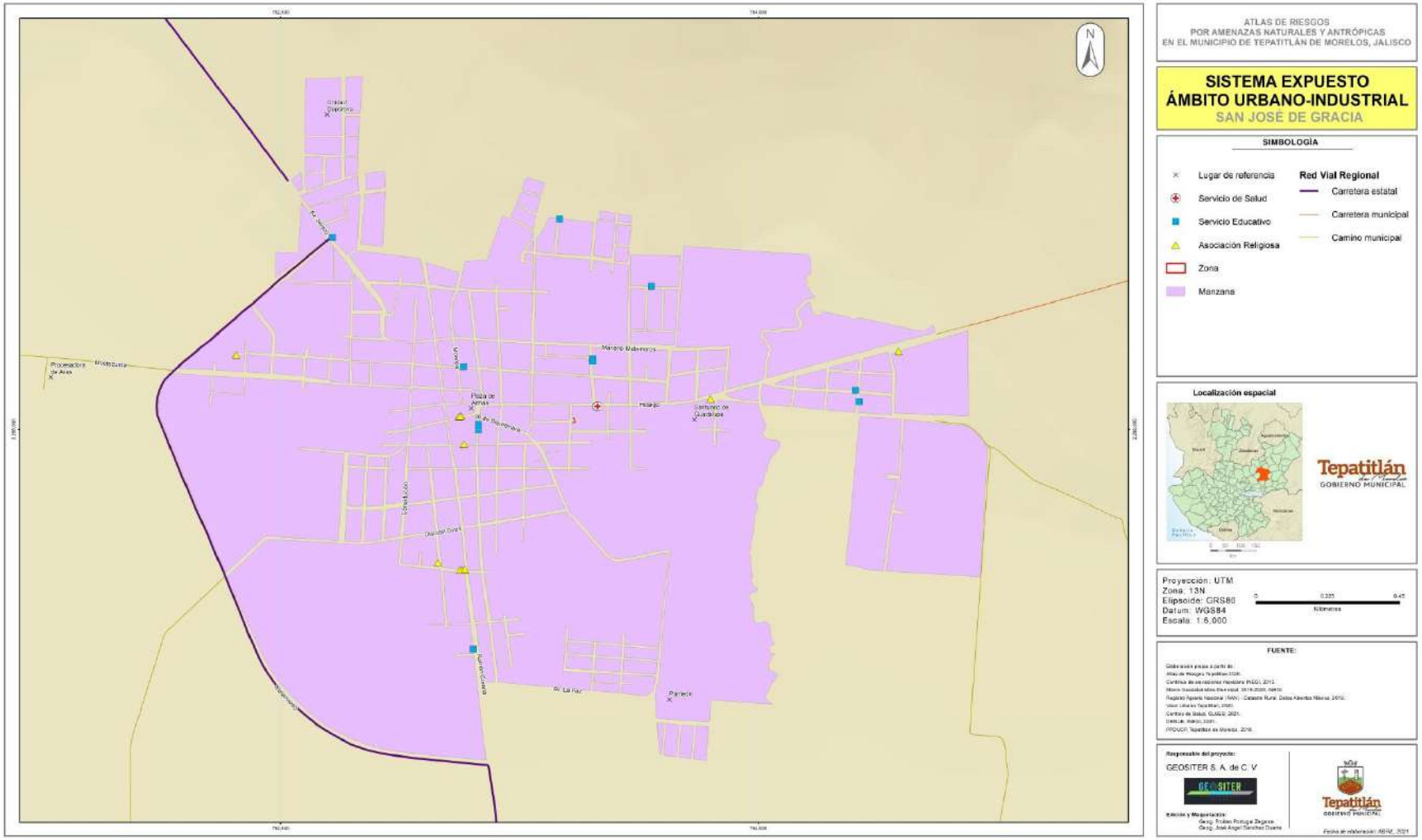
Mapa 7.14. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Capilla de Milpillas.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.15. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en Pegueros.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.16. Sistema Expuesto Ámbito Urbano-Industrial en San José de Gracia.

Fuente: Elaboración propia.

7.6. Sistemas Expuestos a Peligros Químico-Tecnológicos

Gracias a las modelaciones desarrolladas en el Módulo III, concernientes a las áreas de riesgo y amortiguamiento en el evento de un percance dentro de una Unidad Económica que almacena sustancias peligrosas, es posible establecer los elementos de los sistemas expuestos presentados en los subcapítulos anteriores que intersectan espacialmente estas superficies de potencial afectación química.

De tal suerte, las siguientes 3 Figuras, con sus respectivas Tablas, muestran y cuantifican los elementos expuestos en cada tipo de dispersión.

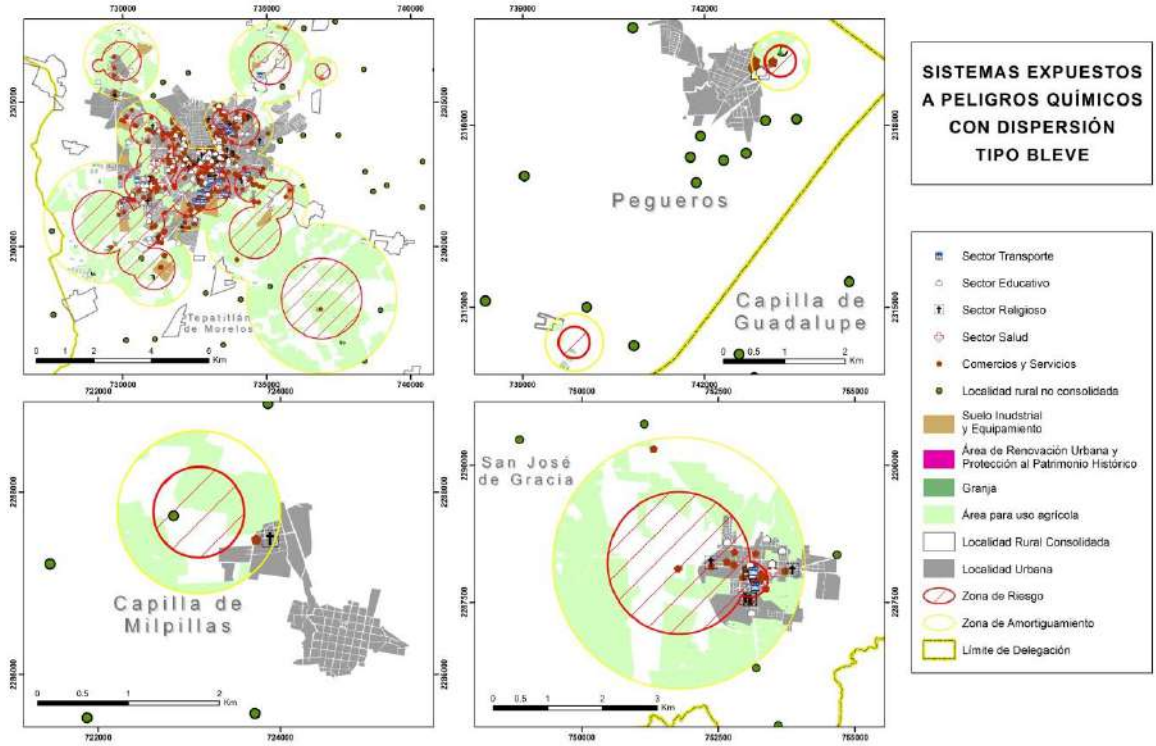


Figura 7.11. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Bleve.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

TIPO DE DISPERSIÓN BLEVE			
Sistema Expuesto	**Variable**	**Zona de Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**
Demográfico	Localidades Urbanas (Num Manzanas / Hab)	828 / 48559	757 / 50218
	Localidades Rurales Consolidadas (Num Localidades / Hab)	4 / 2647	7 / 3559
	Localidades Rurales No Consolidadas (Num Localidades / Hab)	8 / 136	14 / 330
Urbano-Industrial	Comercios y Servicios (Num elementos)	242	199
	Sector Transporte (Num elementos)	32	0
	Sector Educativo (Num elementos)	63	68
	Sector Religioso (Num elementos)	21	25
	Sector Salud (Num elementos)	12	12
	Suelo Industrial y de Equipamiento (Ha)	126.4566	67.2075
	Área de Renovación Urbana y Protección al Patrimonio Histórico (Ha)	0	28.9942
Rural-Forestal-Ambiental	Suelo destinado a uso agrícola (Ha)	1518.5563	2899.4338
	Granja (Ha)	12.0652	22.56

Tabla 7.3. Cuantificación de elementos expuestos por reacción Bleve.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

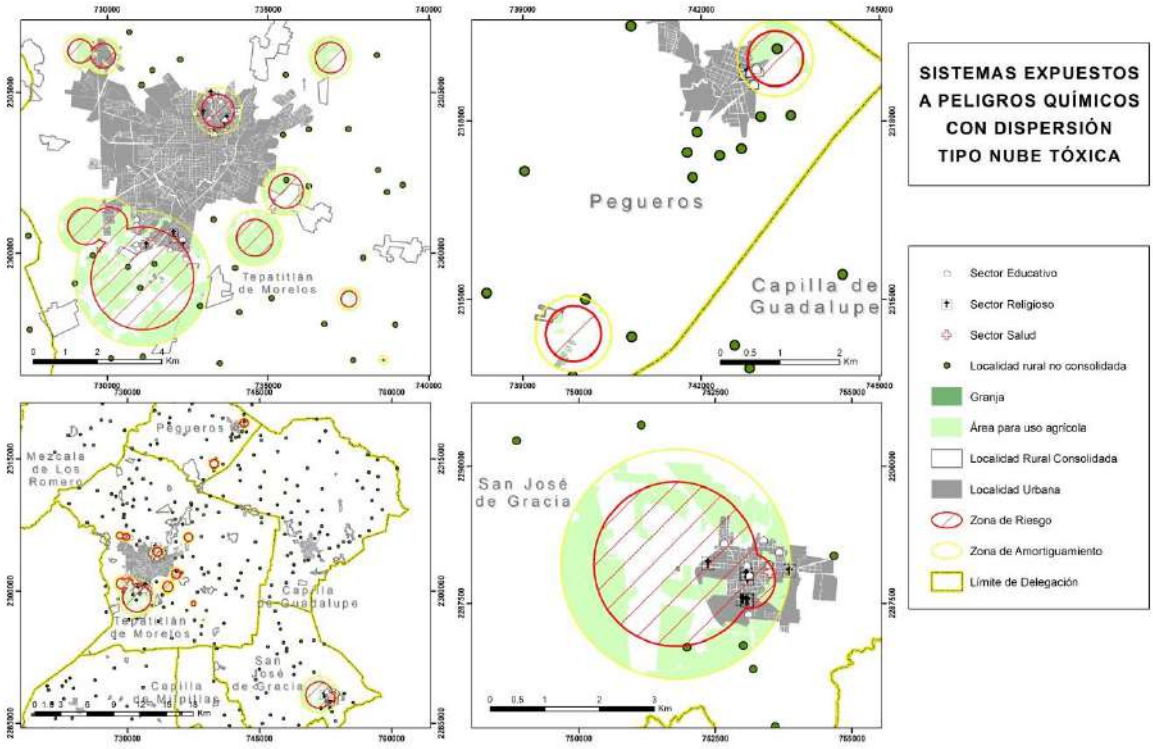


Figura 7.12. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Nube Tóxica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

TIPO DE DISPERSIÓN NUBE TÓXICA			
Sistema Expuesto	**Variable**	**Zona de Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**
Demográfico	Localidades Urbanas (Num Manzanas / Hab)	327 / 22934	355 / 23135
	Localidades Rurales Consolidadas (Num Localidades / Hab)	4 / 2111	6 / 3267
	Localidades Rurales No Consolidadas (Num Localidades / Hab)	5 / 73	6 / 117
Urbano-Industrial	Sector Educativo (Num elementos)	25	17
	Sector Religioso (Num elementos)	15	6
	Sector Salud (Num elementos)	2	2
Rural-Forestal-Ambiental	Suelo destinado a uso agrícola (Ha)	1001.0995	1033.5258
	Granja (Ha)	7.4771	6.3509

Tabla 7.4. Cuantificación de elementos expuestos por reacción Nube Tóxica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

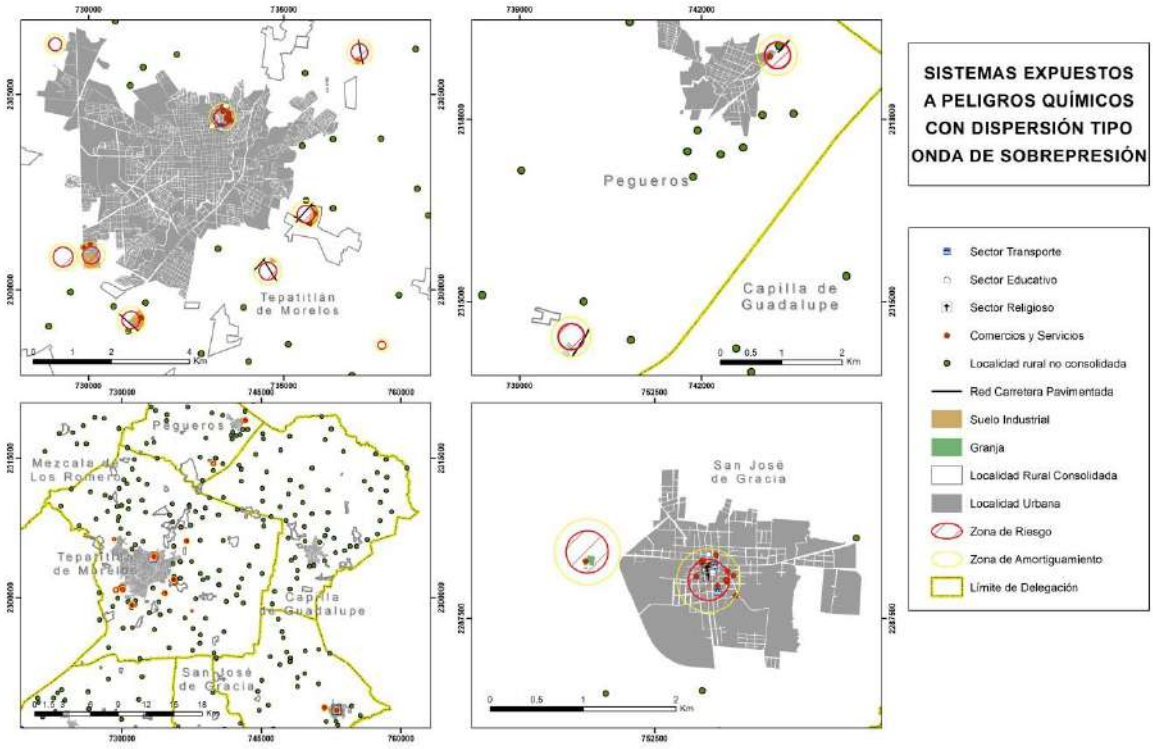


Figura 7.13. Espacialización de sistemas expuestos por reacción Onda de Sobrepresión.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

TIPO DE DISPERSIÓN SOBREPRESIÓN			
Sistema Expuesto	**Variable**	**Zona de Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**
Demográfico	Localidades Urbanas (Num Manzanas / Hab)	71 / 4138	83 / 6667
	Localidades Rurales Consolidadas (Num Localidades / Hab)	1 / 615	1 / 615
	Localidades Rurales No Consolidadas (Num Localidades / Hab)	1 / 9	1 / 28
Urbano-Industrial	Comercios y Servicios (Num elementos)	13	15
	Sector Transporte (Num elementos)	2	1
	Sector Educativo (Num elementos)	2	5
	Sector Religioso (Num elementos)	4	0
	Suelo Industrial (Ha)	18.4217	21.4939
Rural-Forestal-Ambiental	Granja (Ha)	1.4697	1.484
Conexión Vial	Red Carretera Pavimentada (m)	2232.879	2346.7037

Tabla 7.5. Cuantificación de elementos expuestos por reacción Onda de Sobrepresión.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DENUE, CLUES, PPDUCP y Visor Urbano.

Al ser el Bleve la reacción más extensa en cuanto a superficie se refiere, es ésta la que concentra mayor cantidad de bienes y personas expuestas; siendo la Onda de Sobrepresión, inversamente, la menos amplia. Estos inventarios resaltan la importancia de optimizar la legislación de empresas o comercios que manejen sustancia como la Gasolina, el Amoniaco o el Gas LP, ya que cualquiera de los 3 tipos de reacción química, tiene el potencial para generar un desastre altamente devastador, especialmente considerando que los elementos que producen estas reacciones se encuentran incrustados en su mayoría en zonas urbanas y periurbanas, por lo que las pérdidas serán significativas en caso de presentarse un percance de esta naturaleza.

7.7. Vulnerabilidad social

Dentro del análisis del riesgo, la vulnerabilidad se considera un ahondamiento analítico del sistema de bienes expuestos afectables. Es decir es un diagnóstico pormenorizado de las condiciones de los bienes a preservar. Convencionalmente la vulnerabilidad se clasifica en relación al bien a cuidar: si se trata de vidas humanas la vulnerabilidad resulta ser social, si al respecto se consideran los bienes materiales se denomina vulnerabilidad física (estructural), también existe la vulnerabilidad económica en medida que los bienes a preservar sean calculables monetariamente, o la vulnerabilidad ecológica que centra su atención a las dinámicas metabólicas sociedad-naturaleza, donde el peligro es un tipo de economía en desarrollo por sus alteraciones hacía con el medio ambiente (Ayala-Carcedo & Olcina Cantos, 2002, pág. 65)

La severidad o el aumento del poder de un peligro para producir daños, está estrechamente vinculada a la vulnerabilidad. El límite humano o social para reproducirse ante fenómenos geográficos puede considerarse como la vulnerabilidad: la sociedad tolera la crecida de un río, su evolución a desborde es ya considerada un riesgo por la vulnerabilidad de nuestros bienes contra el agua, o la vulnerabilidad de nuestra cultura al riesgo por su desconocimiento. La vulnerabilidad como carencia de conocimiento -estrictamente lo riesgoso- es señal de desconocimiento geográfico del lugar donde se vive, trabaja o estudia (saber del lugar), es una falta de percepción sobre lo que puede acontecer siniestramente en este caso. Las medidas de mitigación conocidas como no estructurales por alusión sociopolítica, atienden las lagunas de conocimiento que la población tiene sobre el riesgo: brindar la educación que haga posible que la percepción de la gente sobre el entorno advierta los peligros, es aminorar la vulnerabilidad social. Por la otra parte las medidas estructurales implican la transformación física del entorno,

calcular la calidad de vida de un inmueble patrimonial por ejemplo (en relación a la antigüedad) es precisar su vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se basa en la caracterización social por una parte y en complemento la estimación del soporte físico de inmuebles, infraestructura estratégica o bienes ante los peligros. Usualmente se estima la vulnerabilidad física de las viviendas en los atlas de riesgo, dado que es la estructura física habitada más poblada en el ámbito urbano como el rural, y la más ligada a un bien geográfico necesario (la casa) para las personas. Se deja para estudios más puntuales la evaluación física de las instalaciones estratégicas. Sin embargo se asume que: vivienda, hospital y torre de alta tensión construidas con formalidad contemplan la aplicación de criterios de riesgo, para lo cual existe unas normativas a cumplir (NOM´s de la construcción).

El criterio de confección del indicador de vulnerabilidad responde a la identificación de sectores de la sociedad desventajosos como estructuras inmobiliarias debilitadas o con cierta incapacidad para soportar mayores cargas. Estadísticamente se clasifica con valor 0 a los bienes o sectores sociales con cierta configuración de variables que reflejan más inmunidad ante los daños, y 1 para los elementos críticos o marginados de condición débil ante los cambios, tornándose preocupante su condición, es decir identificando su vulnerabilidad.

A nivel nacional, desde junio de 2012 entro en vigor la primera versión de la Ley General de Protección Civil, que es el marco amplio de la gestión integral del riesgo, del cuidado entre ciudadanos en responsabilidad del Estado. Dentro de tal ámbito, el análisis del riesgo tiene como objetivo consagrado producir un Atlas de la temática, que es al final un instrumento de gestión territorial que permite desdoblar criterios basados en el riesgo para las acciones o decisiones sobre y en el territorio.

La bibliografía y metodología especializada que versa sobre análisis de riesgo a nivel oficial en México corre a cargo por la institución CENAPRED. Actualiza y oficializa los avances científicos sobre el riesgo y su gestión. Estima y estudia los diferentes escenarios de riesgos a nivel nacional representados en un Atlas. En tal sentido se puede considerar como estado de la cuestión, el desarrollo o cálculo del factor de vulnerabilidad como el contenido al respecto del Atlas Nacional de Riesgos. Sin embargo, dado que la construcción de un atlas significa conjuntar una base de datos que incrementa según la extensión y dinamismo del recorte geográfico a diagnosticar, un esfuerzo para trabajar las dimensiones del territorio nacional implica una mayor elaboración en tiempo, además que la realización de un Atlas amerita una atención permanente por las actualizaciones y la suma de etapas progresivas , por lo tanto no es

extraño que el Atlas Nacional no esté concluido aún, ya que es un instrumento perfectible. El portal del Atlas Nacional está en constante actualización y perfeccionado su confección, todo en medida de avanzar a ser un instrumento para la planeación útil y realista del territorio. En cuanto a la vulnerabilidad ha llegado a representarla como indicador, alcance últimamente conquistado. Indicador genérico que representa la vulnerabilidad homogénea por municipio, insuficiente para una lectura interior del municipio y su diversidad morfoterritorial.

A nivel de gobiernos municipales, los atlas de riesgos locales en cuanto a contenido y forma responden al modelo del Atlas de escala nacional (interfaz virtual), debido a la existencia del Acuerdo Oficial publicado el 21 de diciembre de 2016 que versa sobre la “Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos”. El sistema de atlas de riesgos en diferentes modalidades escalares (local-comunal, municipal, estatal, nacional (regional)) presenta un reconocimiento entre las partes: los atlas de jerarquía menor al nacional proporcionan contenidos a la plataforma nacional, esto se logra compartiendo la forma de construcción de los atlas siguiendo la guía de contenido mínimo ya referida. Por lo que el apartado de vulnerabilidad es parte indispensable de un Atlas de Riesgos. Pero el esfuerzo para que cada municipio cuente con un atlas aún es insuficiente. Existen atlas de modalidad regional o estatal pero dado la escala en su confección, no son equilibrables al detalle en resultados de un atlas de corte local. El periodo de elaboración de un Atlas de Riesgo toma mayor tiempo cuando se trata de la primera versión. Usualmente hay atlas de riesgo que solo muestran el factor de peligrosidad (inventario de peligros), la ausencia del apartado de vulnerabilidad hace inviable metodológicamente hablar del riesgo.

Para que el atlas aquí presente llegué a desarrollar el factor de vulnerabilidad, además de apegarse a la DOF arriba mencionada, se basó en la revisión de material bibliográfico puesto al público por CENAPRED, en especial la “Serie Atlas Nacional de Riesgos” (de publicación física en 2006 y virtual en 2014), una serie de cuadernos especializados. El seleccionado entre ellos resulta ser la guía de “Evaluación de la vulnerabilidad física y social”.

Figura 7.14. Ventana informativa Atlas Nacional de Riesgos (Vulnerabilidad) CENAPRED.
Fuente: CENAPRED.

Básicamente en la comparación del seleccionado cuaderno y la DOF no se encuentra discrepancia alguna, por el contrario existe respaldo. Se encuentra que la lógica para el cálculo de vulnerabilidad responde a su doble abordaje: como vulnerabilidad física, se entiende la susceptibilidad o propensión del daño de un sistema expuesto, mientras; que la vulnerabilidad social es la capacidad de la sociedad para evitar los daños de los bienes expuestos y de recuperarse tras el impacto de un fenómeno perturbador.

En contraste a una escala estatal, existe el atlas de riesgos del Estado de Jalisco (interfaz virtual) que tiene como contenido solo los datos geolocalizados de peligros o amenazas, es decir los inicios del desarrollo de peligrosidad como el primer factor a analizar. Hoy en día el portal del atlas está desactualizado, pero se puede consultar parte de su contenido repartido en cartografía estática por municipio como un producto temático del repositorio virtual del Instituto de Información Estadística y Geografía (IIEG). Lo resaltante aquí, es la ausencia del cálculo de vulnerabilidad en el atlas estatal.

En cuanto al desenvolvimiento metodológico del presente estudio y en especial el cálculo de la vulnerabilidad. Se consideran las guía oficiales CENAPRED como las directrices a apegarse, sin embargo en ausencia de las fuentes requeridas a procesar o su desactualización, se opta por realizar ajustes metodológicas, todos en justificación del razonamiento de la formula general del riesgo.

La vulnerabilidad aquí trabajada se muestra como un indicador cartografiable ajustado a la realidad de las fuentes estadística para analizar el territorio de Tepatitlán de Morelos.

El mapa temático de vulnerabilidad social se elaboró con base a los principios establecidos por parte de CENAPRED, (2006*); entre las cuales se resalta con las temáticas o guías especializadas en evaluación de la vulnerabilidad física CENAPRED, (2006**) y social, además con los temas relacionado con vulnerabilidad por los fenómenos meteorológicos de sequias, ondas cálidas y para los fenómenos de inundación. Por otra parte, también se anexan cuestionario con base a la experiencia de los especialistas para los temas de los fenómenos socio-organizativos y los fenómenos peligrosos de origen ambiental y epidemiológico.

Además, establecer los niveles de marginación o vulnerabilidad; con un nivel de detalle de microzonificación a nivel de manzana, en los principales conglomerados urbanos consolidados que constituyen al municipio de Tepatitlán de Morelos. Para los Censos de Población y Vivienda (INEGI, 2010 y 2020), las localidades consolidadas son aquellas que por su grado de desarrollo tanto poblacional como de infraestructura y servicios, se consideran como las de mayor jerarquía a escala municipal, lo que le confiere a nivel de capas de información, el desglose de su traza urbana, mostrando datos a escala de manzana; en el municipio de estudio, estas localidades son 5, las cuales se muestran en la tabla 7.6.

El resto de los centros de población no cuentan con este nivel de desagregación, ya sea porque no se consideraban localidades urbanas para el Censo 2020, o porque se trata de localidades rurales, rancherías o incluso caseríos dispersos[42], por lo que solamente será factible estimar la exposición para la población total.

MUNICIPIO
Tepatitlán de Morelos
Capilla de Guadalupe
Pegueros
Capilla de Milpillas (Milpillas)
San José de García

Tabla 7.6. Principales localidades consolidadas.

Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo, para establecer la vulnerabilidad social se tomó como referencia la fórmula general (Figura 7.15), en donde se establecen el grado de marginación demográfica y la carencia de equipamiento del inmueble, con base a la información

[42] Las localidades rurales, rancherías y caseríos dispersos comparten el atributo de no superar el umbral de 2,500 habitantes al momento censal. INEGI los muestra cartográficamente con geometría de punto, al no tener un amanzanamiento definido, la desagregación de sus variables censales será a nivel localidad.

establecida por parte de INEGI en los Censos referidos en el párrafo anterior, así como la percepción local por parte de los residentes del municipio y de los servidores públicos de protección civil de Tepatitlán de Morelos.

$$GVS = (R1 * .50) + (R2 * .25) + (R3 * .25)$$

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres
R1 = Resultado del primer cuestionario de la metodología
R2 = Resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta
R3 = Resultado del cuestionario de percepción local de riesgo

Figura 7.15. Representación logarítmica de la vulnerabilidad social asociada con el desastre.

Fuente: CENAPRED, 2006*.

El cuestionario R_1 también es conocido como Factor socio-demográfico y viviendas, está constituido por factores o sectores de equipamiento urbano y el nivel de educación (representados en la siguiente Tabla), tiene la finalidad de establecer la carencia o el nivel de equipamiento de dichos indicadores antropogénicos.

SECTOR	PARAMETROS
Salud	Médicos por cada 1,000 habitantes
	Porcentaje de la población no derechohabiente
	Tasa de mortalidad infantil
Educación	Porcentaje de analfabetismo
	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela
	Grado promedio de escolaridad
Vivienda	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada
	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje
	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad
	Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón
	Porcentaje de viviendas con piso de tierra
	Déficit de vivienda
Empleo e ingresos	Razón de dependencia
	Tasa de desempleo abierto
	Densidad de población
Población	Porcentaje de la población de habla indígena
	Dispersión poblacional

Tabla 7.7. Parámetros para determinar el cuestionario sociodemográfico.

Fuente: CENAPRED, 2006*.

Estos parámetros, se evalúan con la formula general porcentual para establecer los diferentes niveles de vulnerabilidad (Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) establecidos a lo largo de las principales localidades consolidadas, a nivel manzana.

En cada uno de estos parámetros se estiman los valores de acuerdo al nivel de marginación. Siendo el valor uno, la categoría de muy alta vulnerabilidad, y el valor cero,

es representado como la ausencia de vulnerabilidad o valor nulo de la misma variable. Además, se estiman los valores de transición como es el caso de .75 para el valor alto, el valor medio se cuantifica con la ponderación de .50 y el valor bajo, es cuando se acercan a los valores de .25.

El valor R_2 mide la capacidad de prevención y respuesta. Este indicador se ha determinado a partir del nivel de capacitación y eficiencia para responder a una contingencia o amenaza por parte del cuerpo de protección civil, que se relaciona con el nivel de conocimiento de las herramientas que pueden mitigar un desastre, entre ellas las nuevas tecnologías; por medio de encuestas, a actores claves de la Unidad de Protección Civil y Bomberos municipal.

El resultado se obtiene cuando hay ausencia de conocimiento sobre tema de la gestión del riesgo y la utilización de las nuevas tecnologías, el valor de vulnerabilidad se cuantifica como uno, y también cuando se responde con el termino de no sé, el valor es .50. En cambio, cuando hay conocimiento sobre la gestión del peligro y una buena capacitación sobre las nuevas tecnologías (el SIG, GPS, etc.), el valor es 0; que hay ausencia de vulnerabilidad. Posteriormente el valor resultante se promedia y se multiplica por .25, como el R1.

El R3 o percepción local. Este factor se determina con base a las encuestas que están dirigidas para las personas civiles que están establecidas a lo largo de las localidades urbanas, de cómo perciben el riesgo y el conocimiento sobre las incidencias que han presentado en su localidad en particular.

Los valores son interpretados cuando hay ausencia de conocimiento sobre tema, el valor es uno y el 0.50 si contestan la ponderación de no sé. En cambio, cuando hay conocimiento sobre el peligro y la participación por parte de protección civil, el valor es cero; ya que el conocimiento es un poder para conocer el peligro y una mejor reacción ante una contingencia. De igual manera los resultados obtenidos son sumados y se saca el promedio y posteriormente se multiplica por 0.25.

Las encuestas son levantadas de manera digital ya que las circunstancias actuales que presenta el país debida a la pandemia global por COVID-19, limitan los alcances de la metodología. Específicamente, la Dirección de Protección Civil y Bomberos del municipio, determinó que el levantamiento en campo de las encuestas constituía una actividad de alto riesgo, por lo que se optó por realizarlas de manera exclusiva a través de medios electrónicos, a través de una campaña de IMPLAN y en apoyo con los delegados y comisarios para las localidades del interior del municipio, con el fin de tener una representación razonable en todos los principales centros

poblacionales de la demarcación territorial sobre la percepción de la sociedad ante el peligro, ya sea de origen natural o antropogénico.

Por último, los resultados obtenidos por parte del R1, R2 y el R3, son sumados con base a la fórmula general para determinar la vulnerabilidad social, con la finalidad establecer los niveles de incertidumbre ante un peligro potencialmente peligroso. Los rangos de vulnerabilidad están categorizados en cinco grupos y son establecidos en la siguiente figura.

Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social Asociada a Desastres
De 0 a .20	Muy Bajo
De .21 a .40	Bajo
De .41 a .60	Medio
De .61 a .80	Alto
Más de .80	Muy Alto

Figura 7.16. Ponderaciones para establecer el nivel de vulnerabilidad social asociada a desastres.
Fuente: CENAPRED, 2006*.

La primera aproximación para la estimación de la vulnerabilidad física se desarrolló con base a los principios establecidos por CENAPRED* (2006), la cual hace uso de variables de equipamiento urbano y material de las viviendas para definir qué tanto se afectará la integridad física de un bien material al momento de enfrentar un fenómeno peligroso, siendo así una de las variables que la mencionada fuente arroja mediante el cálculo de R1[43]. Sin embargo, obstáculos en la obtención de la información requerida para su cálculo, hicieron menester el emplear otras metodologías que resultaran en un producto análogo.

De tal forma, se utilizó la georreferenciación de las ponderaciones establecidas por parte de las entrevistas de percepción ciudadana que dieron lugar a R3, específicamente aquellos reactivos pertinentes a los bienes materiales de que dispone la sociedad en el ámbito de sus viviendas. Lo anterior se complementó, con el nivel socio-económico por AGEB, tomando el grado de marginación establecido por la Comisión Nacional de Población (CONAPO); este indicador es de gran importancia para establecer el nivel económico en estratos cualitativos que determinan la calidad de vida

[43] La metodología para la construcción de R_1 son ponderaciones para establecer la calidad y cantidad de los bienes materiales de que dispone la población y qué tanto cuentan con los servicios primarios que ofrece el municipio, como la salud pública, agua potable, etc. Estas ponderaciones son representadas de manera porcentual en su disposición geográfica.

de los habitantes a partir del acceso a los bienes y servicios de que disponen, así como a su nivel educativo y materiales de edificación de la vivienda. Como se aludió, ya que los datos recolectados durante los Censos en el SCINCE 2010 y 2020, carecen de información para establecer el nivel socioeconómico de manera integral y no cuentan con las variables en los rubros del material de la vivienda, no es posible usar la metodología que establece CENAPRED (2006)**, siendo así imposible usar esta fuente para establecer las pérdidas del inmueble y los bienes materiales.

Figura 7.17. Clasificación del nivel socioeconómico por el tipo de vivienda.

Fuente: AMAI, (2021).

Se utilizó para tal efecto, la clasificación de AMAI, 2021 haciendo la analogía a partir de sus 7 categorías de vivienda (Figura 7.17), transformándolas en 5 clases que equivaldrán a las que contempla CENAPRED.

A continuación, se definen las directrices para establecer el grado de marginación en cuanto para establecer el NSE.

El grado de marginación es un indicador que mide el bienestar según el impacto global de las carencias que padece la población. Elaborado por la (CONAPO), considera la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas; para finalmente establecer en 5 rangos cualitativos el grado de marginación, desde Muy Alto para localidades severamente marginadas, hasta Muy Bajo en lugares que cuentan con alto nivel socio-económico y educativo.

A nivel nacional, Jalisco se encuentra en la posición 27 en grado de marginación, en una escala que va del uno al 32, en donde uno es el estado con mayor grado de marginación (CONAPO, 2015); es decir, sólo 5 estados presentan menos carencias poblacionales de acuerdo a las variables medidas por este indicador, emplazándose en el cuartil superior, teniendo valores de marginación inferiores al 85% de las entidades federativas a escala nacional; lo que indica, al menos en términos relativos, un nivel de desarrollo y bienestar poblacional razonablemente alto.

En el ámbito estatal, bajo el mismo criterio de listar como 1 al municipio con mayor marginación, Tepatitlán de Morelos se ubica en el lugar 114 de 125, teniendo un Índice de Marginación de -1.375, que se traduce en un Grado de Marginación Muy Bajo (IIEG, 2015; CONAPO, 2010). De tal forma, se considera un municipio con poco rezago socio-económico en el contexto de Jalisco, donde la población tiene acceso a los servicios necesarios para una vida digna.

El empleo del Grado de Marginación comenzó en el Censo de 1990 a escala de localidad, municipio y estado, se actualiza cada 5 años desde entonces usando las estadísticas de los conteos intercensales; no obstante, el índice a escala AGEB (Área geoestadística básica), que es el que se precisa para este trabajo, comenzó en el año 2000 y no ha sido actualizado desde 2010, por ello, se utiliza el resultado de dicha temporalidad.

Este indicador se conoce como Grado de Marginación Urbana, ya que toma en cuenta exclusivamente los AGEBs Urbanos, por lo que los espacios rurales, que en teoría son los lugares más rezagados en cuanto a bienes y servicios, se excluyen de

este cálculo, lo que pudiera suponer un sesgo si se requiere tomar zonas altamente marginadas. Para su cálculo, utiliza 10 variables socio-económicas del Censo de Población y Vivienda INEGI con el fin de establecer un índice que resume el nivel de rezago socio-económico de la población.

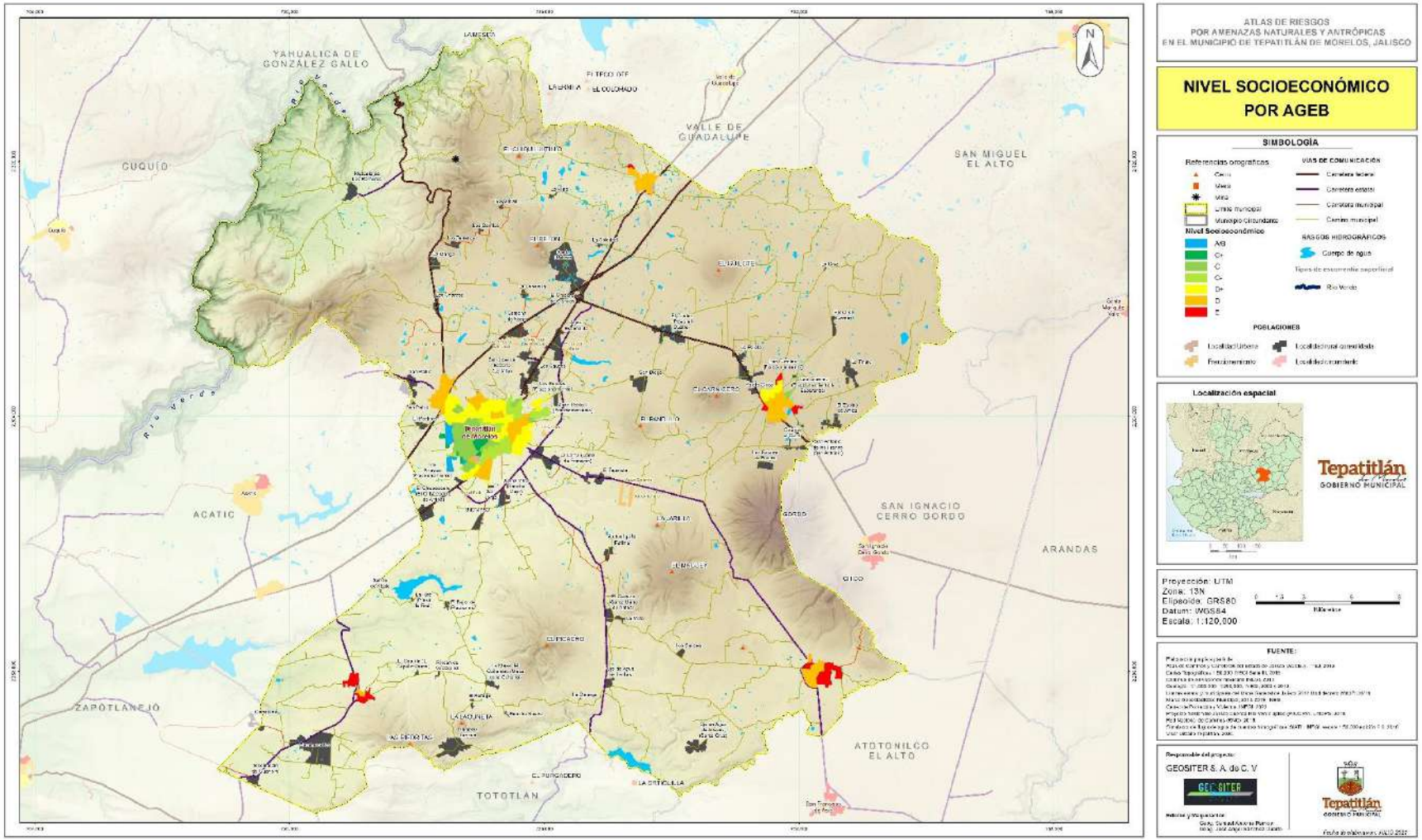
VARIABLES CENSALES
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (I_1)
% Población de 15 años o más sin secundaria completa (I_2)
% Población sin derecho-habiencia a los servicios de salud (I_3)
% Hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años (I_4)
% Viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda (I_5)
% Viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica (I_6)
% Viviendas particulares sin excusado con conexión de agua (I_7)
% Viviendas particulares con piso de tierra (I_8)
% Viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento (I_9)
% Viviendas particulares sin refrigerador (I_{10})

Tabla 7.8. Variables Censales usadas en la construcción del grado de marginación urbano.
Fuente: CONAPO, 2010.

Cabe resaltar que la estimación del índice de marginación se basa en la técnica de componentes principales, por lo que no es posible realizar comparación en el tiempo (CONAPO, 2010). Debido a dicha metodología, los intervalos de clase variarán de acuerdo al universo de datos, para el caso actual, compuesto por 75 AGEBs Urbanos registrados en 2010, se tienen los siguientes cortes:

ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN
Menor a -0.96	Muy Bajo
-0.96 a -0.6	Bajo
-0.6 a 0.05	Medio
0.05 a 0.7	Alto
Mayor a 0.7	Muy Alto

Tabla 7.9. Rangos del Índice de Marginación Urbano y su equivalencia cualitativa.
Fuente: CONAPO, 2010.



Mapa 7.17. Nivel socioeconómico por AGEB.

Fuente: Elaboración propia.

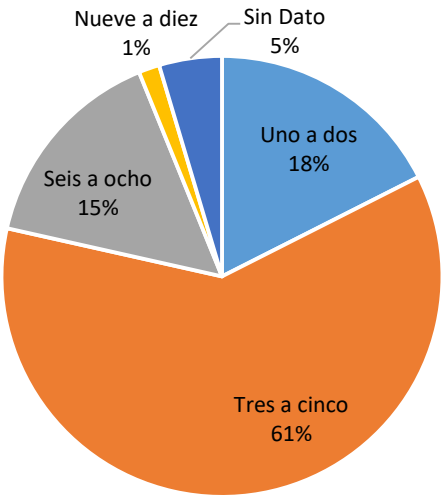
7.8. Principales resultados de las encuestas a la ciudadanía

Como parte del estudio de riesgos hacia la población se realizaron 456 encuestas del 15 de febrero al 3 de mayo del 2021 donde se consultó al público en general que habita el municipio de Tepatitlán de Morelos sobre los riesgos, peligros y características sociales de interés para el presente documento. Como parte de la situación ocurrida al momento del estudio se optó por realizar la mayor parte de ellas por medios digitales mientras que la minoría requirió la visita parcial a las localidades de interés. Dicho ejercicio aportó resultados relevantes respecto a la caracterización de la población en Tepatitlán, sin embargo, dado el tamaño de muestra y su distribución territorial, no alcanza a ser una encuesta de alto grado de precisión, cuestión fuera de los alcances de este trabajo y de los objetivos sugeridos por la CENAPRED para la elaboración de atlas de riesgos.

A continuación se describen los datos recabados de manera general, es decir, a nivel municipal y clasificando a la población encuestada por el tiempo que llevan viviendo en el domicilio al momento de la encuesta. Se agradece la valiosa participación del personal de apoyo para este ejercicio y sobre todo la población, quienes se mostraron dispuestos a responder.

Datos de los habitantes

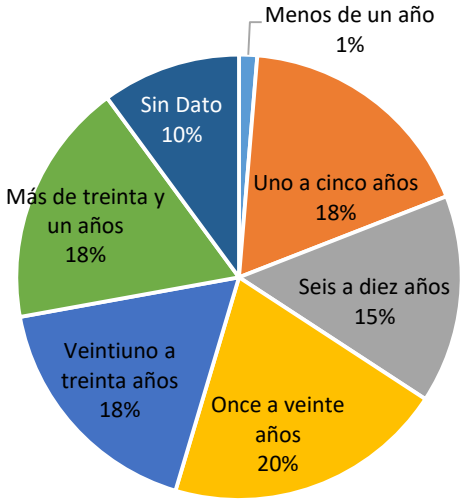
En la población encuestada en todo el municipio, la mayoría de domicilios, hasta un 61% constan de tres a cinco habitantes, el 18% están formados por una a dos personas, mientras que el 15% refiere que son habitados entre seis a ocho personas. Sólo el 1% de los hogares están habitados por 10 a 9 personas.



Gráfica 7.17. Habitantes por domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Respecto al tiempo habitando el domicilio, existe un panorama diverso. Se clasificó a la población encuestada en distintas clases, entre las cuales la mayor parte (20%) pertenece a los que tienen de once a veinte años en el mismo lugar. Existe una distribución equitativa en las siguientes clases: de uno a cinco años, de veintiuno a treinta años y más de treinta y un años con el 18% respectivamente. Los que tienen de seis a diez años son la clase de menor tamaño con solo el 15% de representación.

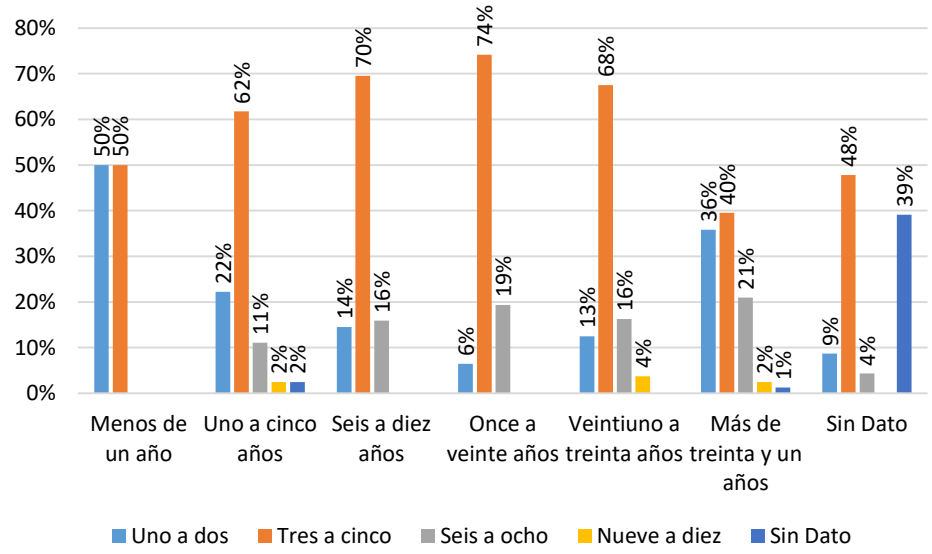


Gráfica 7.18. Tiempo viviendo en el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Cruzando ambas variables: el número de personas por domicilio y el tiempo habitándolo, encontramos que las personas que tienen menos de un año en su lugar de residencia se reparten equitativamente entre una a dos y de tres a cinco personas por vivienda. En el resto de las clases predominan las casas con entre tres a cinco habitantes, alcanzando su máxima representación con el 74% en las personas con once a veinte años en el domicilio. La clase con personas con más de treinta y un años es la más heterogénea con 30% de uno a dos, 40% de tres a cinco y 21% de seis a ocho personas por vivienda.

Se puede observar que las viviendas con familias pequeñas se concentran en los que tienen menos de un año habitando el domicilio y en los que tienen más de treinta años. En el caso de los domicilios con seis a diez integrantes, se reduce a las clases extremas e incrementa en las clases medias. Las viviendas con más integrantes tienen una aparición intermitente por grupo.



Gráfica 7.19. Habitantes por domicilio y tiempo en la vivienda.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

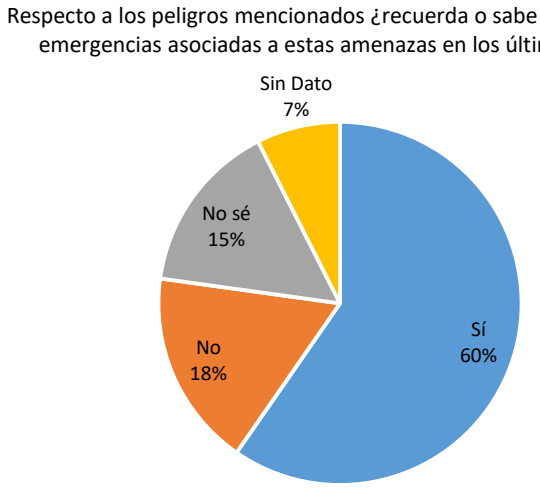
Peligros reconocidos

En este apartado se presentan los peligros físicos que se presentan en el municipio y si existen instituciones que auxilien en las mismas además de su desempeño para con la población.

En cuanto a los eventos que representan una emergencia se obtiene que el 60% sí considera que han ocurrido eventos que amenazan su seguridad. Un 18% de la población

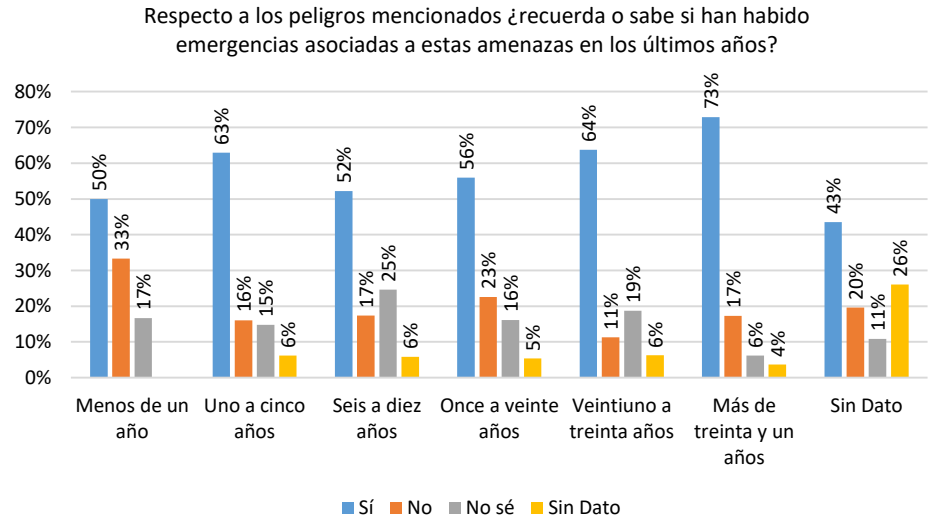
considera que no han ocurrido eventos en los últimos años, y el 15% no tiene conocimiento al respecto. La media del tiempo se centra en un setenta y tres por ciento en un periodo de más de treinta años (gráfica 7.19).

La población encuestada que considera que sí tiene la constante de aumentar conforme el tiempo viviendo en el domicilio, alcanza su máximo de 73% en la población mayor a treinta y un años, caso contrario con los responden negativa, que es mayor porción en población con menos de un año en el domicilio (gráfica 7.20).



Gráfica 7.20. Reconocimiento de eventos de emergencia en los últimos años.

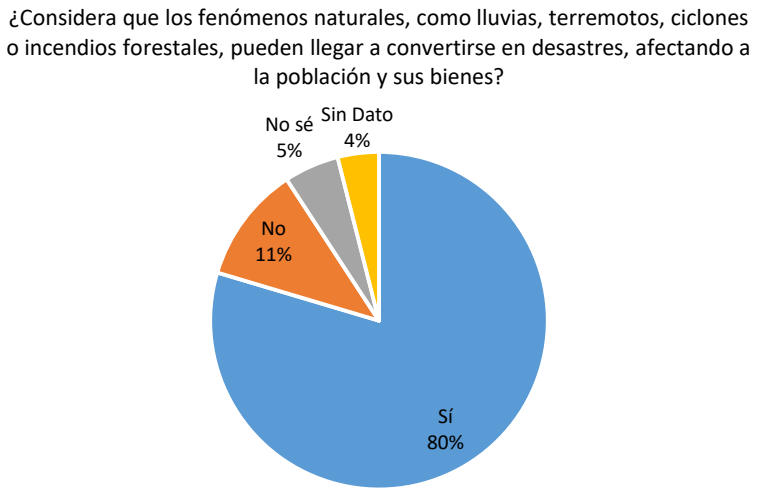
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.21. Reconocimiento de eventos de emergencia en los últimos años por tiempo habitando el domicilio.

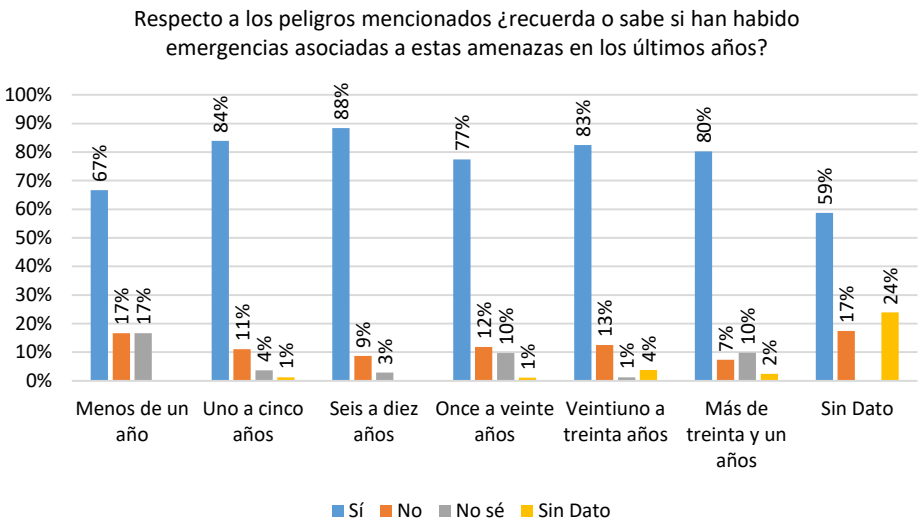
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

La población de Tepatitlán de Morelos considera en un 80% que fenómenos como lluvias, terremotos, ciclones o incendios forestales, pueden llegar a convertirse en desastres que atentan contra su integridad y sus bienes materiales, mientras que un once por cierto considera que estos fenómenos no constituyen una amenaza, un 9% no está segura de considerar estos fenómenos un peligro (gráfica 7.21). Respecto a los peligros mencionados, en todas las clases se reconoce su ocurrencia arriba del 59%. Las respuestas negativas alcanzan su máximo en la clase con menos de un año en el domicilio (17%), cifra variable en las demás. Resaltan las respuestas sobre el desconocimiento, las cuales son mayores en la primera clase, hecho que puede traducirse en poca experiencia de siniestros y eventos climáticos para poder evaluar su impacto en el municipio (gráfica 7.22).



Gráfica 7.22. Percepción de desastres.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



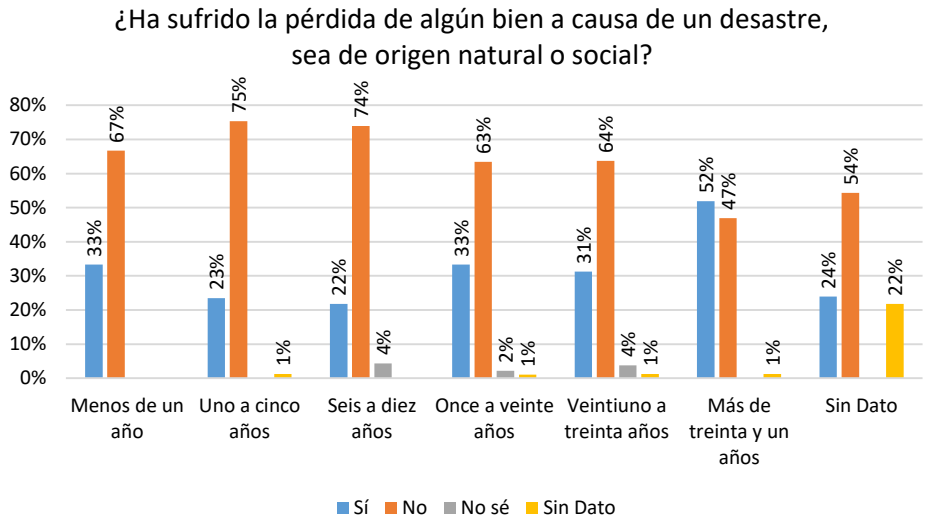
Gráfica 7.23. Percepción de desastres por tiempo habitando el domicilio

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

En los últimos treinta años la percepción de un 32% de la población es que, debido a los fenómenos naturales descritos con anterioridad, los han hecho sufrir pérdidas de bienes. Mientras que, de manera general, la gráfica 7.23 indica que un 63% de la población señala no haber sufrido la pérdida. La cifra de la respuesta afirmativa presenta un crecimiento constante a partir de la población con más de un año en el domicilio, alcanzando su máximo del 52% en los que tienen más de treinta y un años, clase donde la respuesta negativa se ve superada. Esto puede deberse a la poca planeación y prevención pública respecto a fenómenos naturales, además del deterioro de sistemas naturales (gráfica 7.24).

Gráfica 7.24. Pérdida de bienes por desastres.

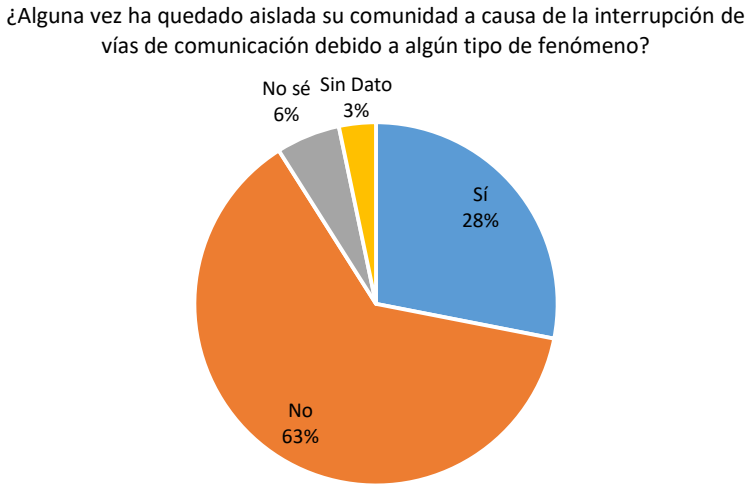
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.25. Pérdida de bienes por desastres y tiempo habitando el domicilio.

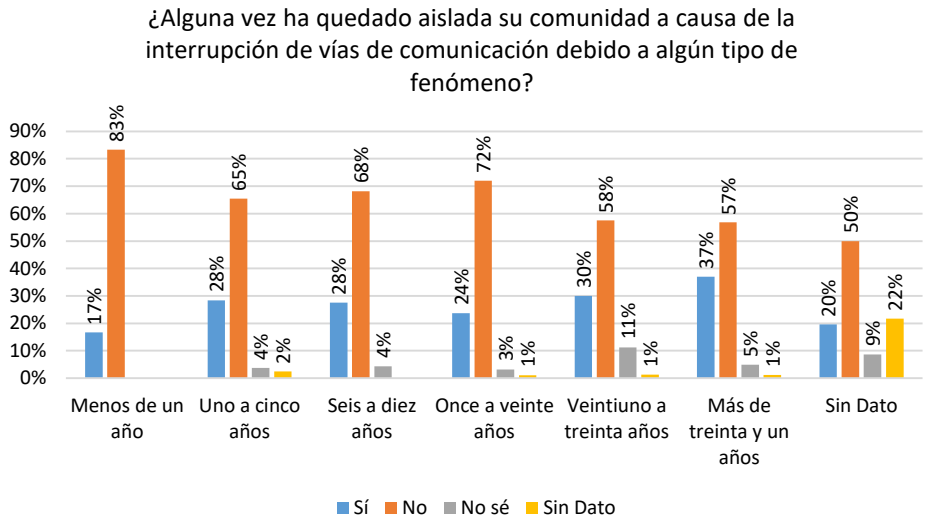
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

La percepción de la población en cuanto si alguna vez han sido aislados debido a los fenómenos naturales y sus repercusiones muestra que el 63% de los habitantes jamás han sido confinados, mientras que el 28% considera que sí se han visto en la situación de aislamiento (gráfica 7.25). La respuesta afirmativa se distribuye de una manera homogénea en todas clases, oscilando entre el 17 y 37%, siendo la más grande en los habitantes con más de treinta y un años en el domicilio (gráfica 7.26).



Gráfica 7.26. Aislamiento por desastres.

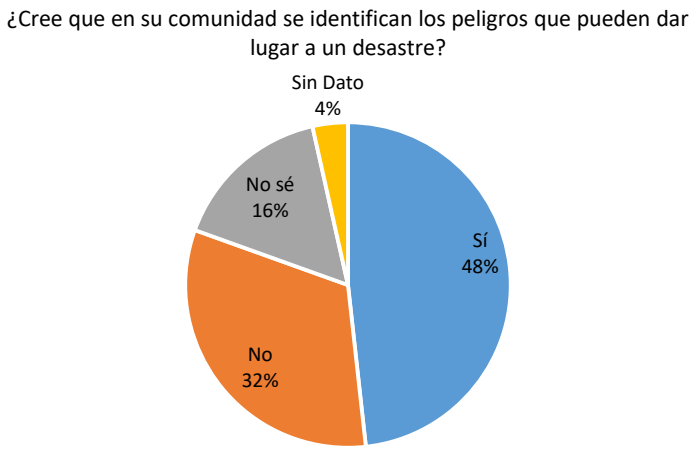
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.27. Aislamiento por desastres según tiempo habitando el domicilio.

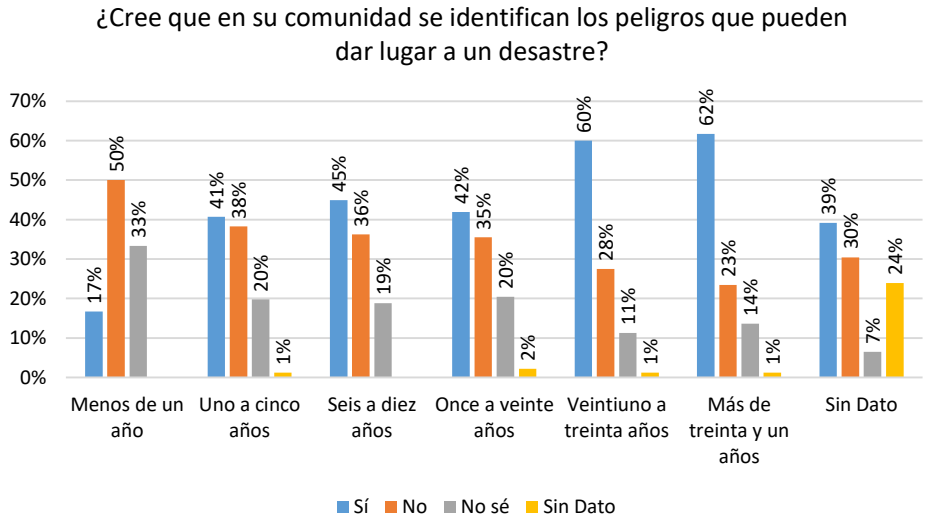
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Los conocimientos en cuanto a los fenómenos que pueden ocasionar un desastre el 48% de la población tiene conocimientos sobre que fenómenos naturales pueden ocasionar un desastre natural, el 32% señala que no están identificados, el 16% no conoce sobre el tema (gráfica 7.27). La población que niega el conocimiento de los peligros es mayor en los que tienen menos de un año (50%), y esta va en descenso en las siguientes clases conforme aumenta el tiempo viviendo en el domicilio, de igual forma sucede con la gente que no está familiarizada sobre el tema. Caso contrario con las personas que conocen el peligro, que adquiere su mayor representación del 62% en los que tienen más de treinta y un años (gráfica 7.28). Esto indica que el reconocimiento de los peligros está ligado a la experiencia vivencial en el territorio más que a la difusión informativa sobre ello.



Gráfica 7.28. Identificación de peligros en la comunidad.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.29. Identificación de peligros en la comunidad por tiempo habitando el domicilio.

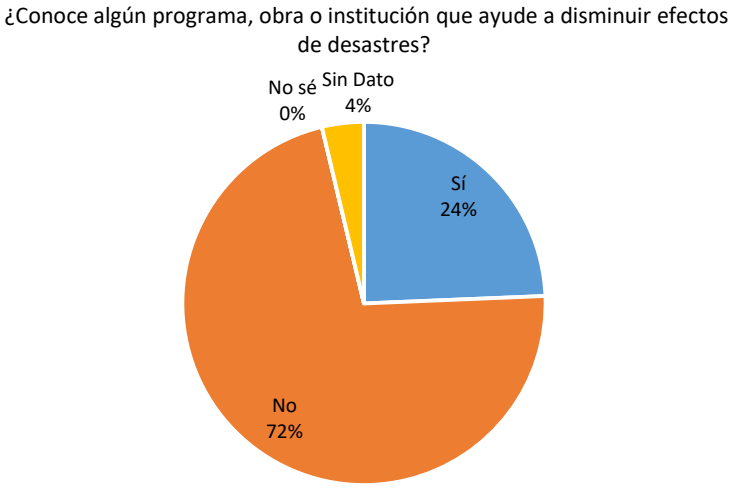
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos de un proyecto o actividad determinado, cualquiera que sea su fase de ejecución. En este apartado se muestran algunos resultados sobre la existencia de dichas medidas.

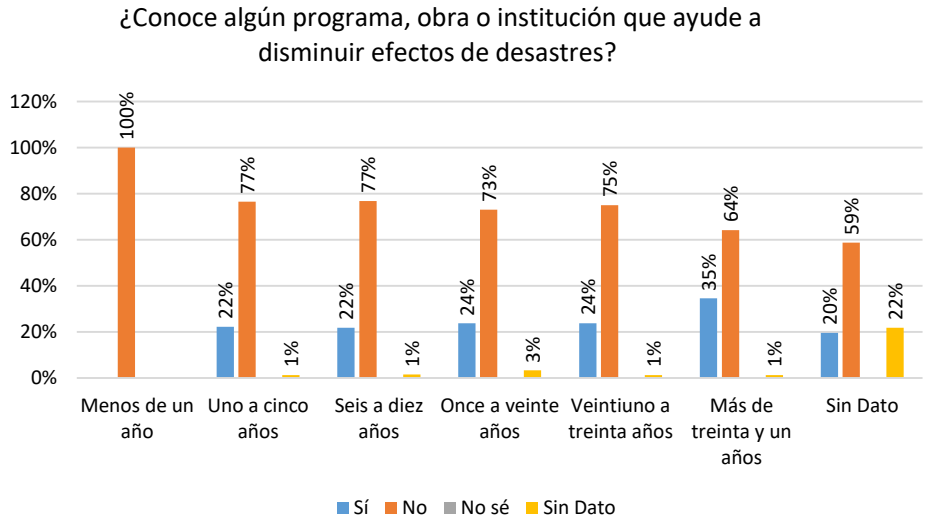
El 62% de los habitantes no tienen conocimiento de la existencia de instituciones que ayudan a prevenir estos eventos de peligro natural, el 24% de la población si tiene

conocimiento de dichas instituciones (gráfica 7.29). El desconocimiento absoluto en la población con menos de un años y disminuye ligeramente alcanzando el 64% en los que tienen más de treinta y un años. Sucede lo contrario con los que saben sobre estas instituciones, que alcanzan en esta última clase el máximo del 35% (gráfica 7.30). En general existe un desconocimiento sobre este tema, esto refuerza el dato de la percepción de peligro.



Gráfica 7.30. Conocimiento de programas o instituciones para la reducción de riesgos.

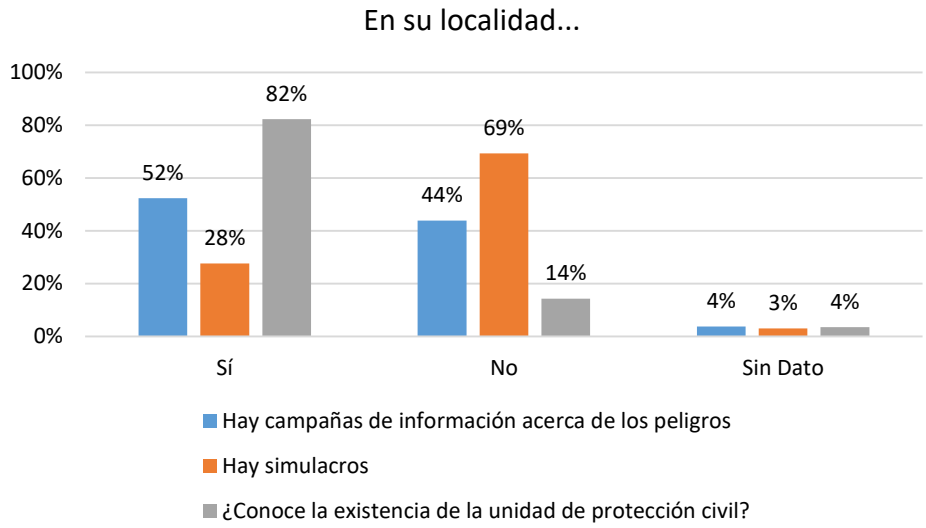
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.31. Conocimiento de programas o instituciones para la reducción de riesgos por tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

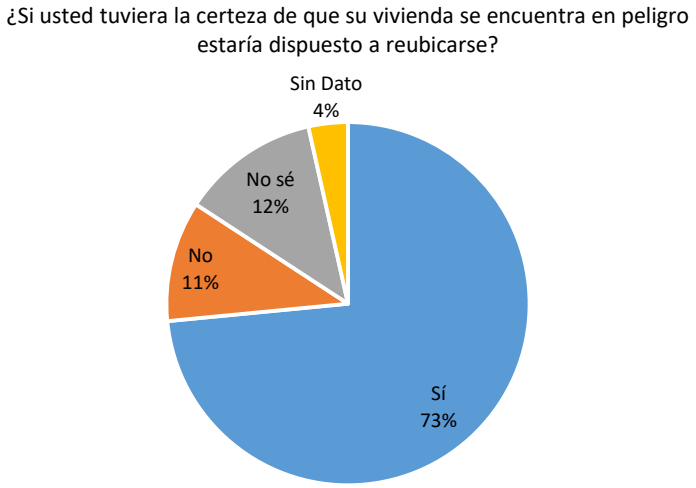
Siguiendo esta línea, aunque el 52% reconoce que existen campañas de información sobre peligros y que el 82% sabe de la presencia de alguna unidad de protección civil en su localidad, la desinformación respecto a los peligros sugiere estar ligada a poca eficiencia de las campañas informativas y a una sinergia retroactiva entre los elementos de protección civil y la ciudadanía. Es necesario acerca ambas partes en actividades que las relacionen como son los simulacros, donde la mayoría indica que no se realizan (69%).



Gráfica 7.32. Percepción de medidas de mitigación no estructurales.

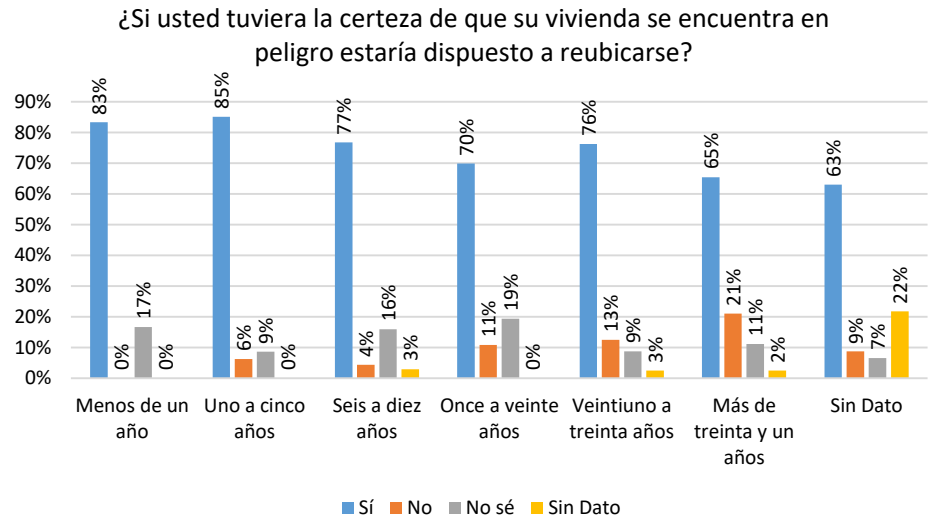
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Si en algún momento, la población se viera obligada a reubicarse por cuestiones de un desastre natural, el 73% de la población aceptaría, mientras que el 11% no estaría dispuesto a reubicarse, un 12% se encuentra en duda (gráfica 7.32). La disposición a la reubicación es generalmente buena aunque disminuye conforme aumenta el tiempo habitando el domicilio, el mínimo porcentaje es de 65%. Las respuestas negativas alcanzan su máximo del 12% en esta última clase. La manifestación de la duda tiene su tope del 19% en la población con once a veinte años en el domicilio (gráfica 7.33).



Gráfica 7.33. Disposición a migración por peligros.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.34. Disposición a migración por peligros según tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

7.9. Vulnerabilidad Social Urbana ante los Peligros Naturales

En el siguiente apartado se hace referencia a todos aquellos fenómenos que pueden perjudicar el entorno donde la población se desenvuelve, se considera como elemento clave la vulnerabilidad social (características sociales y económicas que limitan la capacidad de desarrollo) así como la infraestructura y servicios públicos y privados en cada localidad

(CENAPRED, 2006: 154), además de la capacidad de atender eventos atípicos como los desastres naturales.

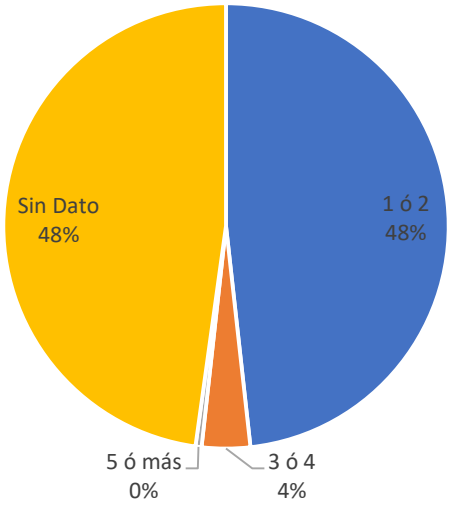
La guía propuesta por la CENAPRED (2006) considera ambos temas de una forma disgregada en el documento, si bien no se atienden directamente, son considerados parcialmente en la construcción de los indicadores de la vulnerabilidad social a través de las características de la vivienda ante fenómenos naturales con potencial destructivo como los sismos y las ráfagas de viento de alta velocidad, en ambos escenarios además del emplazamiento de la localidad en un determinado entorno geográfico natural, lo que determina el nivel de vulnerabilidad de las viviendas es el estado socioeconómico en el que se encuentra según sean las condiciones del edificio como los materiales de construcción y los tipos de recubrimiento así como la infraestructura a la que se esté conectada como la red de drenaje para el desalojo de aguas negras.

Para ello, en las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social y física en Tepatitlán de Morelos en el 2021, se plantearon preguntas que atienden a factores como la ocurrencia de fenómenos naturales, y cada periodo de tiempo en el que estos suceden, y que pueden llegar a perjudicar la integridad personal de los habitantes, además de las pérdidas de bienes materiales y como el municipio procede ante estas catástrofes.

El grado de vulnerabilidad referente a los peligros naturales se aplicó en todo municipio, los resultados que se obtuvieron son analizados espacialmente a nivel manzana en localidades urbanas y para las rurales la escala de análisis se mantiene a nivel localidad cuando tiene un carácter de caserío disperso y a nivel manzana en aquellas ya consolidadas, por lo que estos dos enfoques serán presentados por separado a nivel estadístico y a nivel esquemático o cartográfico.

Principales resultados de las encuestas

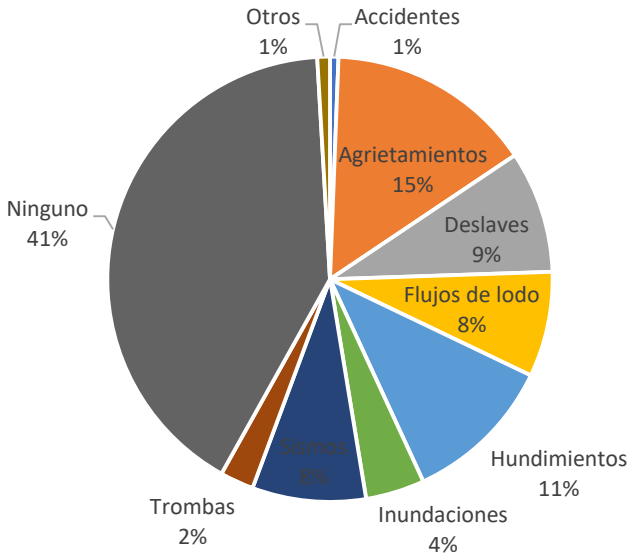
A nivel municipal, el 48% de la población encuestada reconoce únicamente entre uno y dos peligros de carácter geológico- geomorfológico (es decir, sismos, volcanes, flujos de lodo, y agrietamientos) con presencia en su localidad. El otro 48% no muestra datos que indiquen la presencia de algún fenómeno de este carácter ya descrito. El 4% de los encuestados considera tener conocimiento de 3 o 4 eventos de carácter geológico.



Gráfica 7.35. Reconocimiento de fenómenos geológico-geomorfológico.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

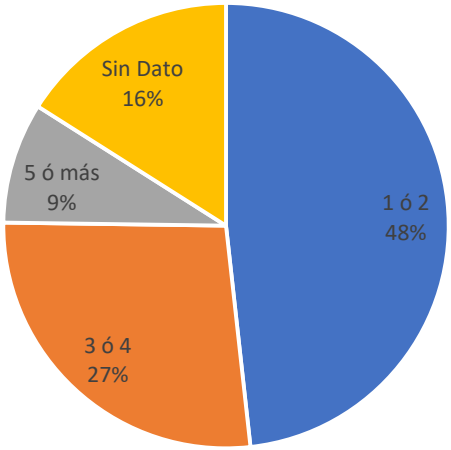
El 28% de los encuestados reconoce no haber experimentado algún tipo de fenómeno geológico, el otro 28%. El otro 29% no pudo proporcionarnos información al respecto. Un 2% admite haber presenciado trombas, un 6 % experimentó sismos, un 3% sufrió afectaciones por inundación, otro 8% experimentó hundimientos y el 6% reportó flujos de lodo y deslaves y un 11% agrietamientos.



Gráfica 7.36. Ocurrencia de geológicos-geomorfológicos.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

En este apartado se tratan fenómenos de carácter hidrometeorológicos (Ciclones, Inundaciones, fluviales, granizadas, vientos y temperaturas extremas) El 48% de los encuestados reportó haber presenciado de 1 a 2 fenómenos, un 27% reportó de 3 a 4, un 16% no proporcionó datos y un 9% reportó la ocurrencia de 5 o más eventos.



Gráfica 7.37. Reconocimiento de fenómenos hidrometeorológicos.
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Los eventos que se encuentran en una escala de 1 o 2, han sido recurrentes para la población en un 50% durante los últimos once a veinte años, y en un periodo de tiempo que abarca del último año a 5 años de estar habitando el domicilio. Eventos que van de 3 a 4 han sido recurrentes en los últimos 30 años de habitar el domicilio. Esto indica que los encuestados que han estado viviendo más tiempo en el domicilio han presenciados más eventos de tipo de hidrometeorológicos.

Nivel de Vulnerabilidad Urbana por Peligros Naturales

Entre las cinco delegaciones urbanas, Pegueros tiene niveles de vulnerabilidad altos, mientras que San José de Gracia obedece a los mismos niveles de vulnerabilidad, lo que puede poner a esta delegación en riesgo ante estos eventos de riesgo naturales. Capilla de Milpillas, también posee altos niveles de vulnerabilidad.

Capilla de Guadalupe tiene en su parte central niveles altos de vulnerabilidad, así como niveles medios en la parte norte. Tepatitlán de Morelos tiene patrones diversos de vulnerabilidad, niveles muy bajos en las manzanas periféricas, la parte centro del oeste se aprecian valores bajos y valores medios dispersos.

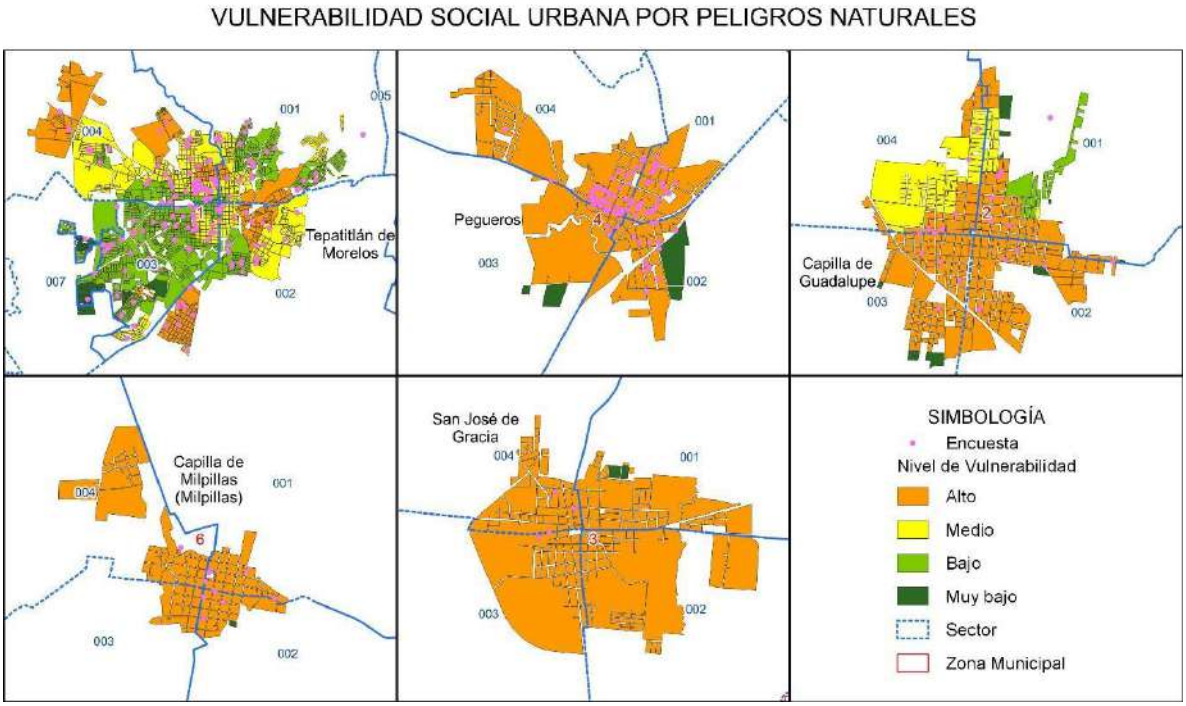
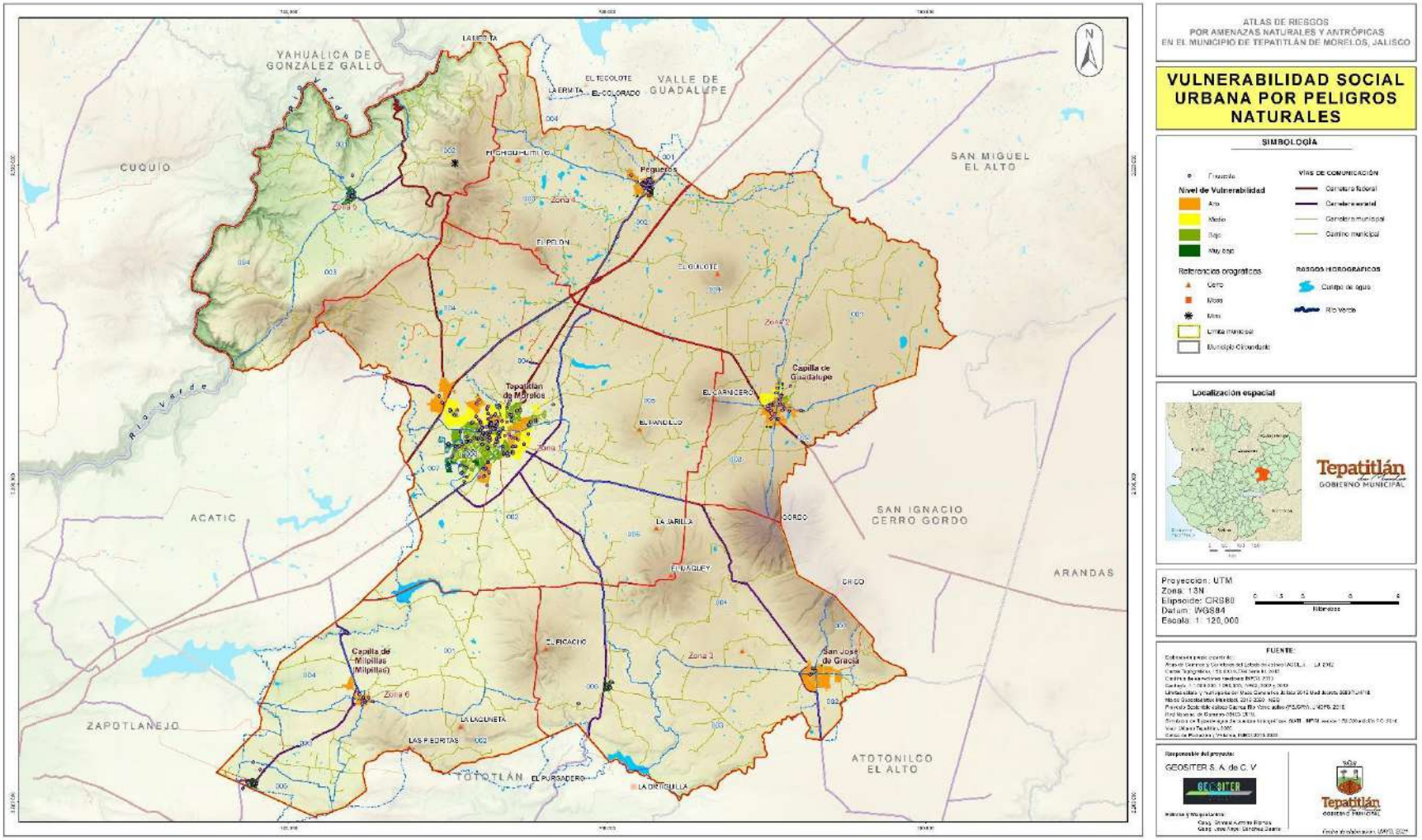


Figura 7.18. Vulnerabilidad social urbana por peligros naturales.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.18. Vulnerabilidad social urbana por peligros naturales.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Vulnerabilidad Rural por Peligros Naturales

Las localidades rurales Ojo de Agua de Latillas y Tomatlán de Guerrero presentan índices de medios a bajos en sus localidades. Las localidades rurales de Capilla de Milpillas y San José de Gracia siguen también esta tenencia de valores bajos de vulnerabilidad, le siguen las localidades rurales de Capilla de Guadalupe y Pegueros. Las localidades rurales de la cabecera municipal presentan niveles bajos, medios y altos en sus localidades, los patrones espaciales se presentan de manera dispersa.

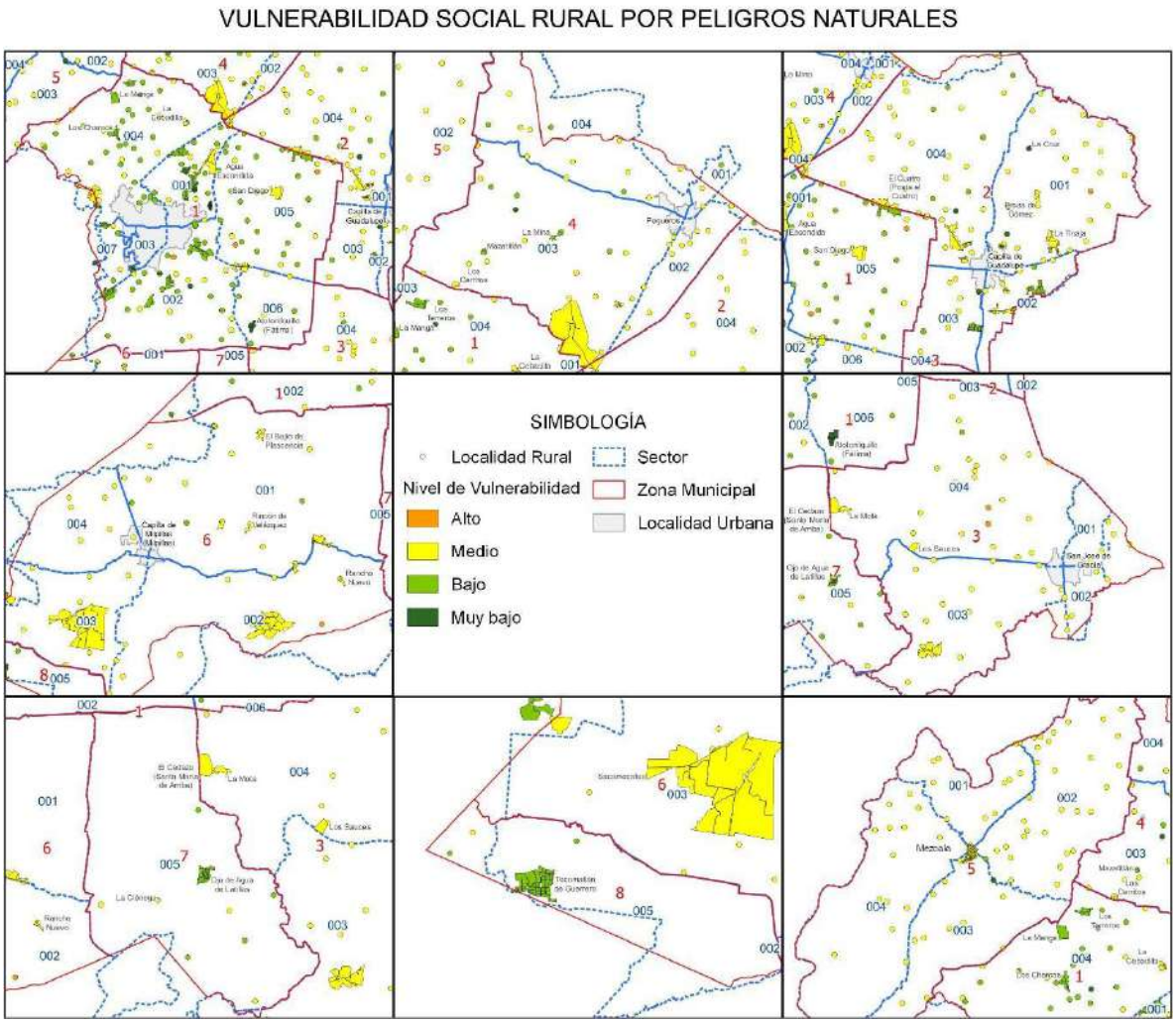
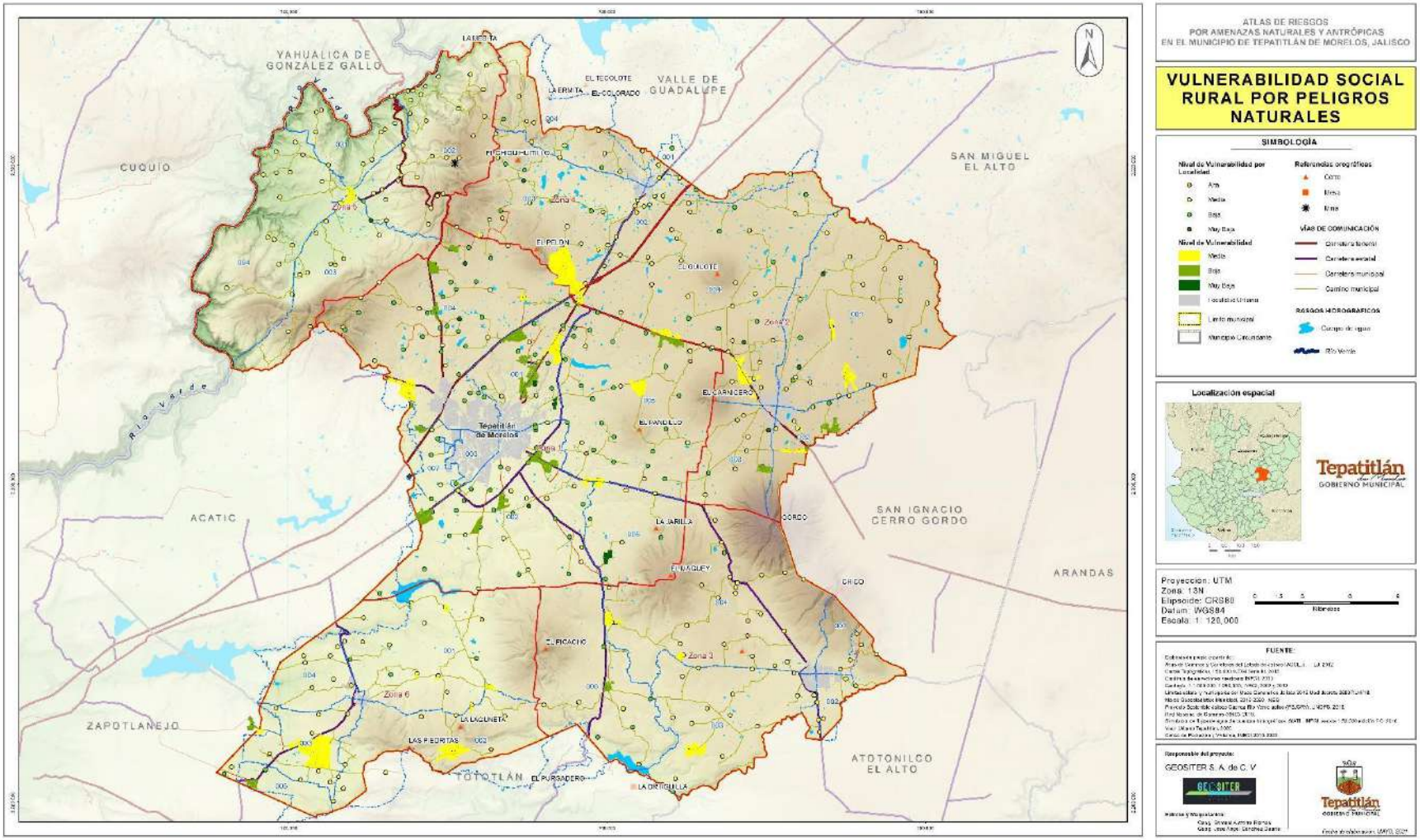


Figura 7.19. Vulnerabilidad social rural por peligros naturales.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.19. Vulnerabilidad social rural por peligros naturales.

Fuente: Elaboración propia.

7.10. Vulnerabilidad Social ante Peligros Químicos

La vulnerabilidad social a fenómenos químicos en el municipio de Tepatitlán de Morelos tiene como antecedente el hecho ocurrido el 15 de julio de 2019, donde se reportó la explosión de un tanque estacionario en el centro de Tepatitlán, dando como resultado 5 heridos y 1 muerto. (El informador, 2019).

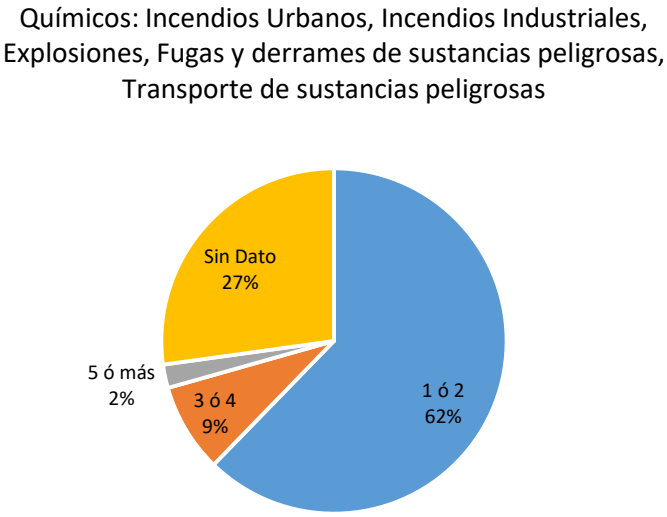
Figura 7.20. Explosión en el centro de Tepatitlán.
Fuente: El Informador, 2019.

La adquisición de información apropiada para un supuesto de interés constituye un reto fundamental en la evaluación de la vulnerabilidad. Por lo que la participación ciudadana y parte de la dependencia de protección civil en la cabecera municipal, adquieren un papel importante en el nivel de vulnerabilidad en el municipio. A partir de la 'Encuesta de participación ciudadana vulnerabilidad física y social', se efectuaron una serie de preguntas aunadas a la población en general, que dieron como resultado el análisis siguiente hacia la vulnerabilidad social química en la cabecera municipal.

Principales resultados de la encuesta

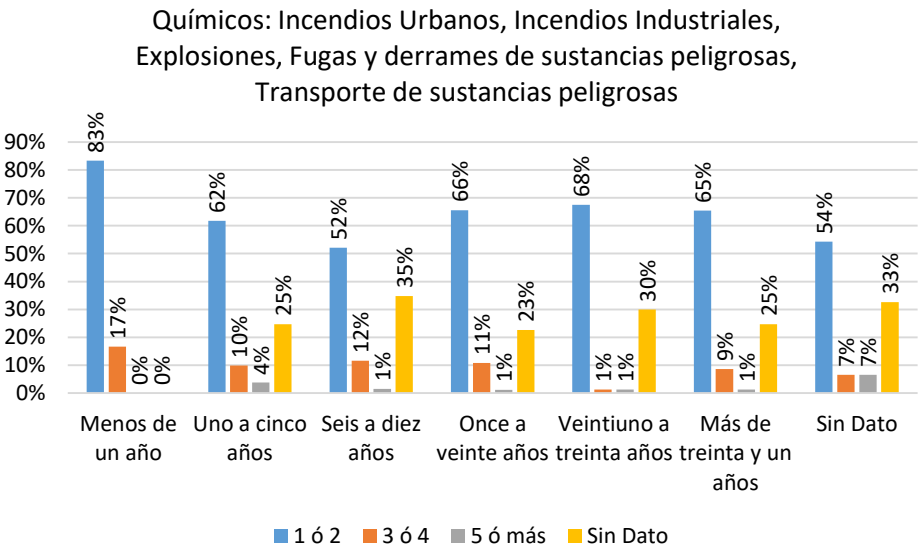
A nivel municipal, el 62% de la población encuestada reconoce únicamente entre uno y dos peligros químicos – tecnológicos con presencia en su localidad. El 9% entre tres y cuatro y solamente el 2% cinco o más (gráfica 7.21). Esta tendencia se mantiene en la mayor parte de las clases superando el 60%. Donde solo la clase de 6 a 10 años se mantiene por debajo del promedio. Cabe resaltar que en los que tienen menos de un

año habitando el domicilio son los que más tiene población que reconoce entre tres y cinco peligros (17%), seguidos por los de seis a diez años y de once a veinte años con el 12% y 11% respectivamente, el resto se mantiene oscilando por debajo del 10%. Por su parte, los encuestados que reconocen más de cinco peligros se mantienen entre el 23% y el 35% en la población con uno a más de 30 años habitando el domicilio. Mientras que los habitantes con menos de un año en la vivienda tienen un 0% de reconocimiento a peligros.



Gráfica 7.38. Percepción de peligros químicos.

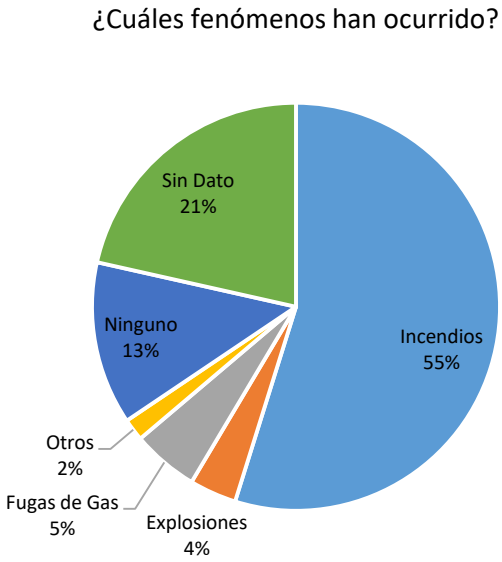
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.39. Percepción de peligros químicos por tiempo habitando el domicilio.

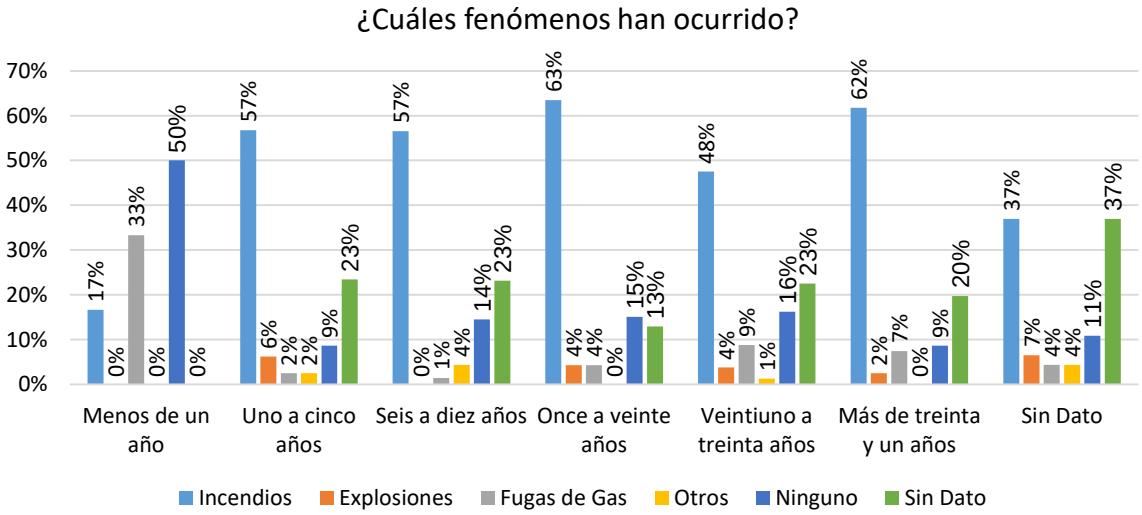
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

El 55% de la población ha sufrido o ha estado en presencia de incendios en viviendas o comercios cercanos a su vivienda. Esta población se distribuye notablemente entre uno a treinta años de vivir en su localidad. Donde entre once a veinte años y más de treinta años se mantiene el más alto porcentaje de 63% a 62%. En el caso de otros sucesos como explosiones y fugas de gas, solo el 4% y 5% de la población ha estado en algún tipo de problema relacionado a este. Donde estos sucesos tienen una presencia notable con el 33% con los habitantes con menos de un año en su vivienda.



Gráfica 7.40. Ocurrencia de fenómenos químicos.

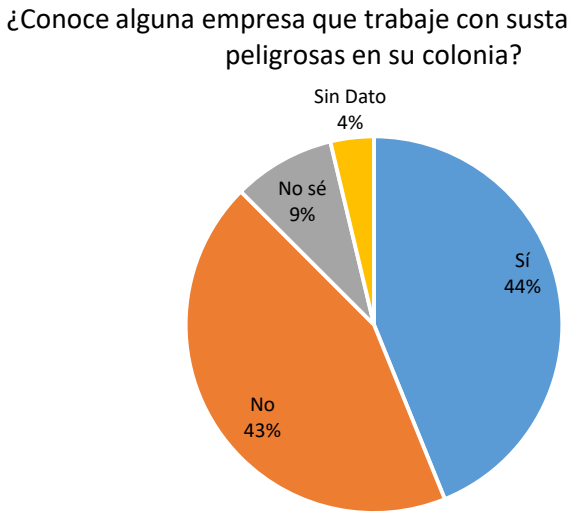
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.41. Ocurrencia de fenómenos químicos por tiempo habitando el domicilio.

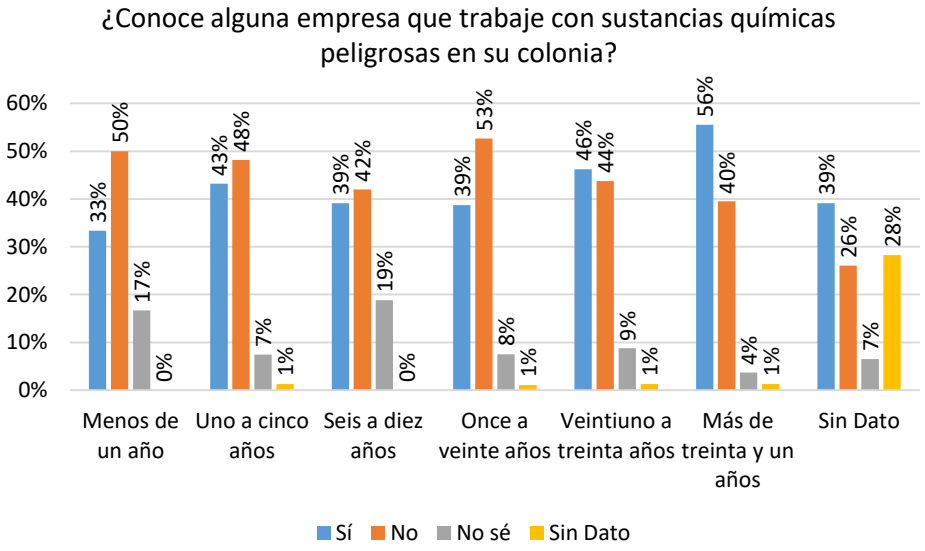
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Por su parte, el conocimiento de la posesión de sustancias químicas en empresas cercanas a su vivienda, se divide casi por mitad, aunado al discernimiento en conjunto a las empresas que no manejan sustancias peligrosas. Esto nos da como resultado que las personas con más de 30 años en su vivienda sean más conscientes y tengan un mayor reconocimiento de la zona y las empresas que lo componen. Por otro lado, los que tienen un menor reconocimiento de la zona son los que tienen entre once y veinte años con un 53% y donde casi comparten el mismo inconveniente de las personas que tienen menos de un año con un 50%.



Gráfica 7.42. Conocimiento de industrias peligrosas.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021**.**



Gráfica 7.43. Conocimiento de industrias peligrosas por tiempo viviendo en el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Nivel de Vulnerabilidad Urbana por Peligros Químicos

A nivel municipal, la población urbana según el nivel de vulnerabilidad se encuentra repartida entre bajo, medio y alto con el 33% de los habitantes en cada clase, únicamente el nivel muy bajo representa el 1% de la población.

Entre las cinco delegaciones urbanas, Tepatitlán de Morelos y Capilla de Guadalupe son las que presentan mayor variación de los niveles en su población, puesto que Capilla de Milpillas, San José de Gracia y Pegueros concentran entre el 99 al 100% su población en el nivel alto. Mientras que Capilla de Guadalupe en este nivel tiene un 84%, un 12% en el medio y el 4% en bajo. Por su parte, la cabecera municipal presenta el 16% en alto, 40% en medio, 42% en bajo y el 2% en muy bajo, siendo la delegación con mejores condiciones respecto a la vulnerabilidad social ante peligros ecológicos.

Delegación	Alto	%	Medio	%	Bajo	%	Muy Bajo	%	Total
Capilla de Milpillas	2,642	100%	3	0%	-	0%	-	0%	2,645
Tepatitlán de Morelos	16,218	16%	39,438	40%	41,512	42%	1,613	2%	98,781
Capilla de Guadalupe	13,099	84%	1,855	12%	585	4%	-	0%	15,539
San José de Gracia	5,359	99%	56	1%	-	0%	-	0%	5,415
Pegueros	4,775	99%	33	1%	-	0%	-	0%	4,808
Total	42,093	33%	41,385	33%	42,097	33%	1,613	1%	127,188

Tabla 7.10. Población por nivel de vulnerabilidad urbana por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.

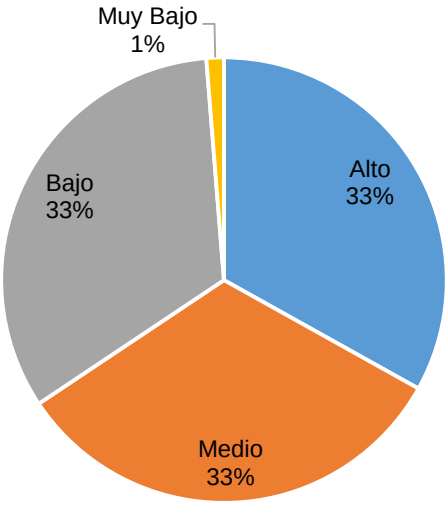
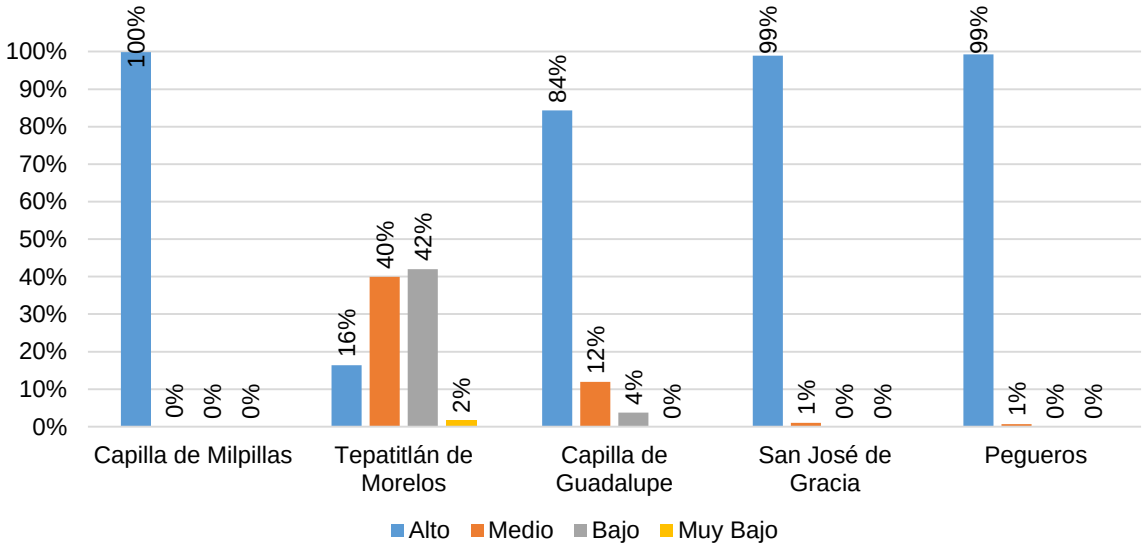


Tabla 7.11. Distribución de la población municipal por nivel de vulnerabilidad urbana por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia**.**



Gráfica 7.44. Distribución de la población por nivel de vulnerabilidad urbana por peligros químicos por delegación.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que otro tipo de vulnerabilidad como es el caso de la vulnerabilidad ecológica sanitaria. La distribución espacial de los niveles de vulnerabilidad química tecnológica dentro de las manchas urbanas es la siguiente. En la cabecera municipal, que es la de mayor variación, Los niveles con mejores condiciones, es decir, los más bajos se encuentran al centro y al suroeste de Tepatitlán, concretamente dentro del sector 003 y 007, con presencia en menor medida en algunas manzanas al extremo noreste, en el sector 001. El nivel medio cubre gran parte del centro y se extiende

intermitentemente al norte y noroeste junto con el extremo sureste, es decir en los sectores 004 y 002, mismos donde se encuentra mezclado el nivel más alto de vulnerabilidad, a los que se le añaden manzanas al extremo sur de la ciudad y en los límites del noroeste.

En Capilla de Guadalupe, el nivel bajo cubre las manzanas de los límites noreste y suroeste con poca presencia dentro de los sectores 001 y 003. El nivel medio tiene predominio de la continuidad al noroeste en el sector 004. Sin embargo, la mayor parte de la mancha urbana pertenece a un nivel alto como sucede también en las localidades de San José de Gracia, Capilla de Milpillas y Pegueros, en esta última alcanzan a resaltar dos manzanas en los extremos suroeste y sureste, en los sectores 003 y 002. En el siguiente mapa, podemos observar que las delegaciones urbanas con mejor nivel de vulnerabilidad con las cercanas al centro del municipio.

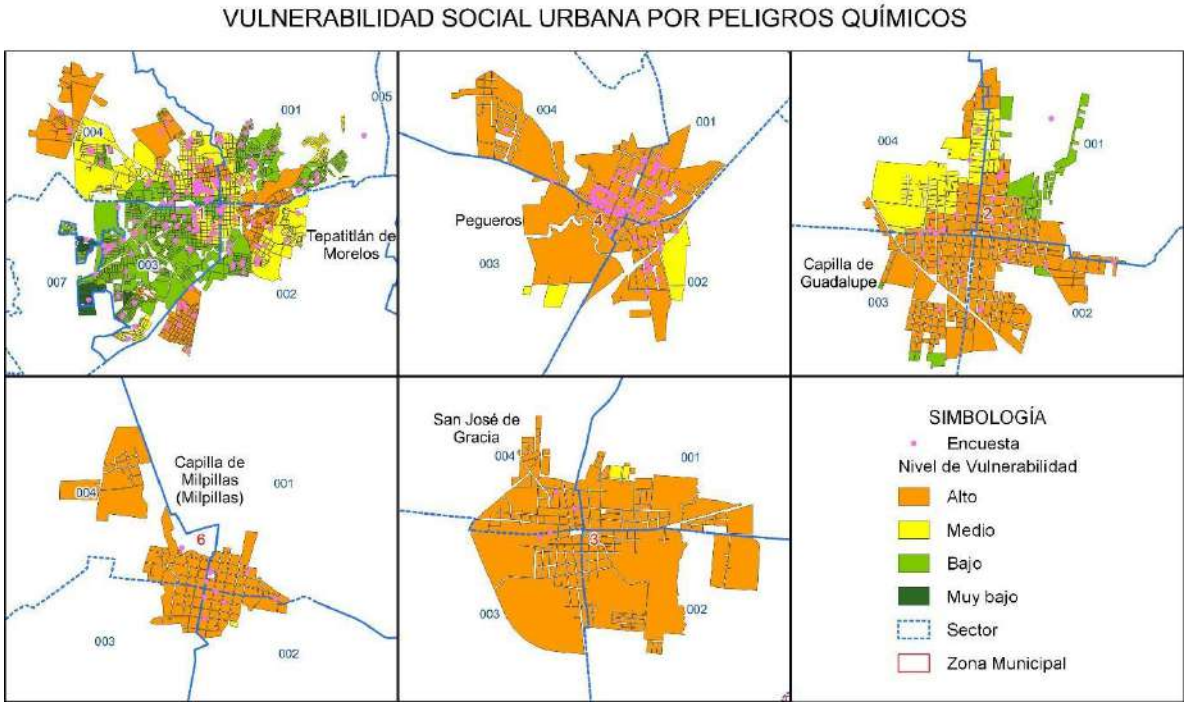
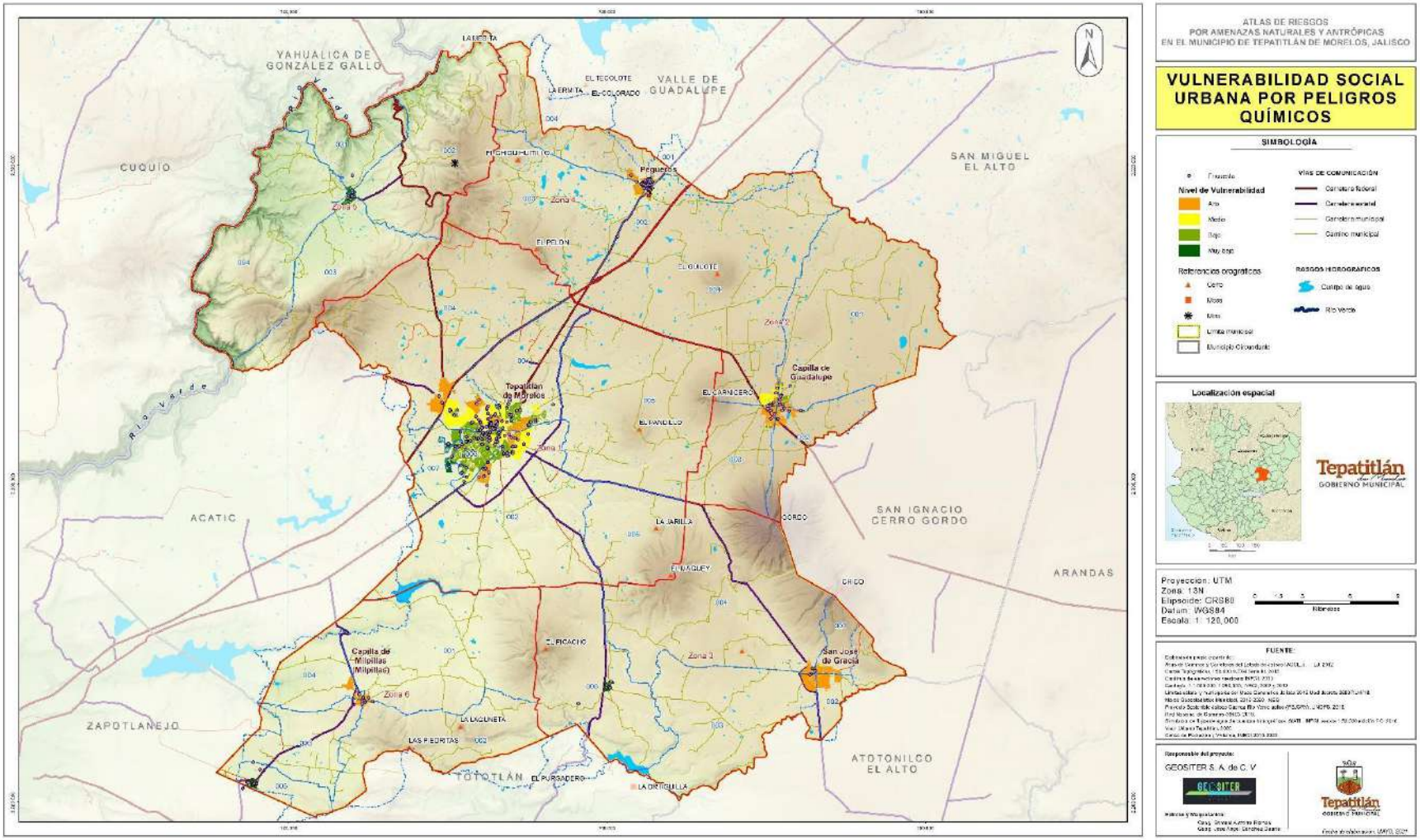


Figura 7.21. Vulnerabilidad social urbana por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.20. Vulnerabilidad social urbana por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Vulnerabilidad Rural por Peligros Químicos

La capa de vulnerabilidad rural por peligros químicos tecnológicos se distribuye en una escala municipal con un 53% de la población en el nivel medio, el 42% en el bajo, el 4% en muy baja y solamente el 1% en alta. Destaca la cabera municipal como la que mayor concentra a esta población.

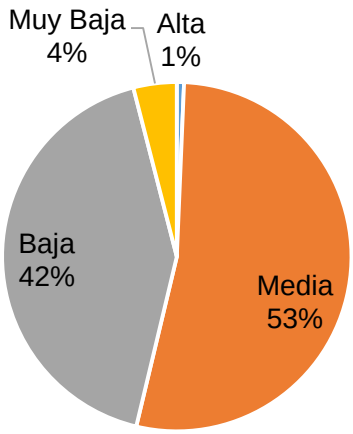
En el área lindante como en las zonas de Mezcala de los Romero, Capilla de Milpillas y San José de Gracia entre el 86 al 96% de la población se encuentra dentro del nivel medio, de estas solo San José de Gracia presenta el 5% de su población rural en el nivel alto, mientras que el nivel bajo ronda por debajo del 10%.

Acentúa Tecomatlán de Guerrero al concentrar el 92% de su población rural dentro del nivel bajo y el resto, el 8% en el nivel medio. Por su parte, Ojo de Agua de Las Latillas, Capilla de Guadalupe y Tepatitlán mantienen ente el 62 y 73% a la población dentro del nivel bajo con el 22 al 29% en vulnerabilidad media.

Zona	Alta	%	Media	%	Baja	%	Muy Baja	%	Total
San José de Gracia	76	5%	1,435	89%	94	6%	0	0%	1,605
Tepatitlán de Morelos	28	0%	1,899	29%	4,126	62%	565	9%	6,618
Capilla de Guadalupe	9	0%	491	22%	1,522	69%	177	8%	2,199
Capilla de Milpillas	16	1%	2,302	93%	146	6%	0	0%	2,464
Pegueros	0	0%	1,244	68%	571	31%	10	1%	1,825
Ojo de Agua de Latillas	0	0%	232	27%	639	73%	0	0%	871
Mezcala de Los Romero	0	0%	2,284	96%	76	3%	10	0%	2,370
Tecomatlán de Guerrero	0	0%	81	8%	969	92%	0	0%	1,050
Limítrofe	0	0%	305	86%	37	10%	14	4%	356
Municipal	129	1%	10,273	53%	8,180	42%	776	4%	19,358

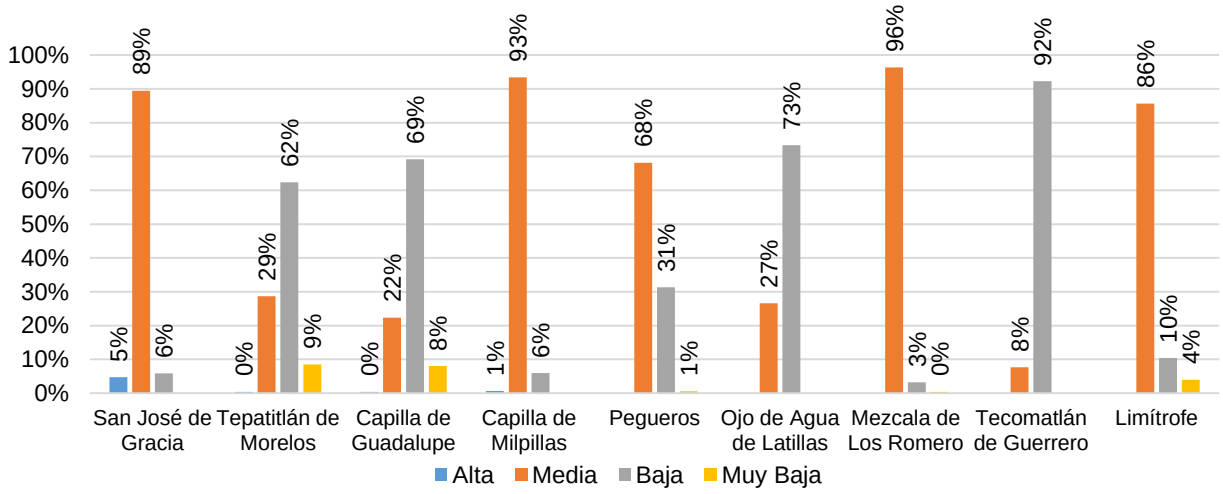
Tabla 7.12. Población por nivel de vulnerabilidad rural por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.45. Distribución de la población municipal por vulnerabilidad rural por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.46. Distribución de la población por vulnerabilidad rural por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la distribución, en Tepatitlán es donde existe mayor densidad de localidades rurales, es posible observar que las que presentan los niveles más bajos de vulnerabilidad son las que se encuentran en la cercanía a la mancha urbana en todos los alrededores, mientras las de nivel medio se sitúan hacia los extremos de la zona municipal 1. En las demás zonas la distribución es similar ante la presencia de manzanas urbanizadas mejora la vulnerabilidad social como se muestra en la zona 2 done este fenómeno se focaliza en la intersección de los sectores 003, 002, 004 y 001. De igual manera sucede a

menor medida en la zona 7. Sin embargo, en la zona 6 y la 3 esto no sucede lo que sugiere características de infraestructura desiguales para las localidades rurales. En la zona 8 existe un predominio del nivel bajo, pero esto puede ser derivado de la conurbación con otro municipio. Como se observa en el mapa, se mantiene la tendencia a que los mejores niveles de vulnerabilidad se mantengan cercanos al centro geográfico del municipio.

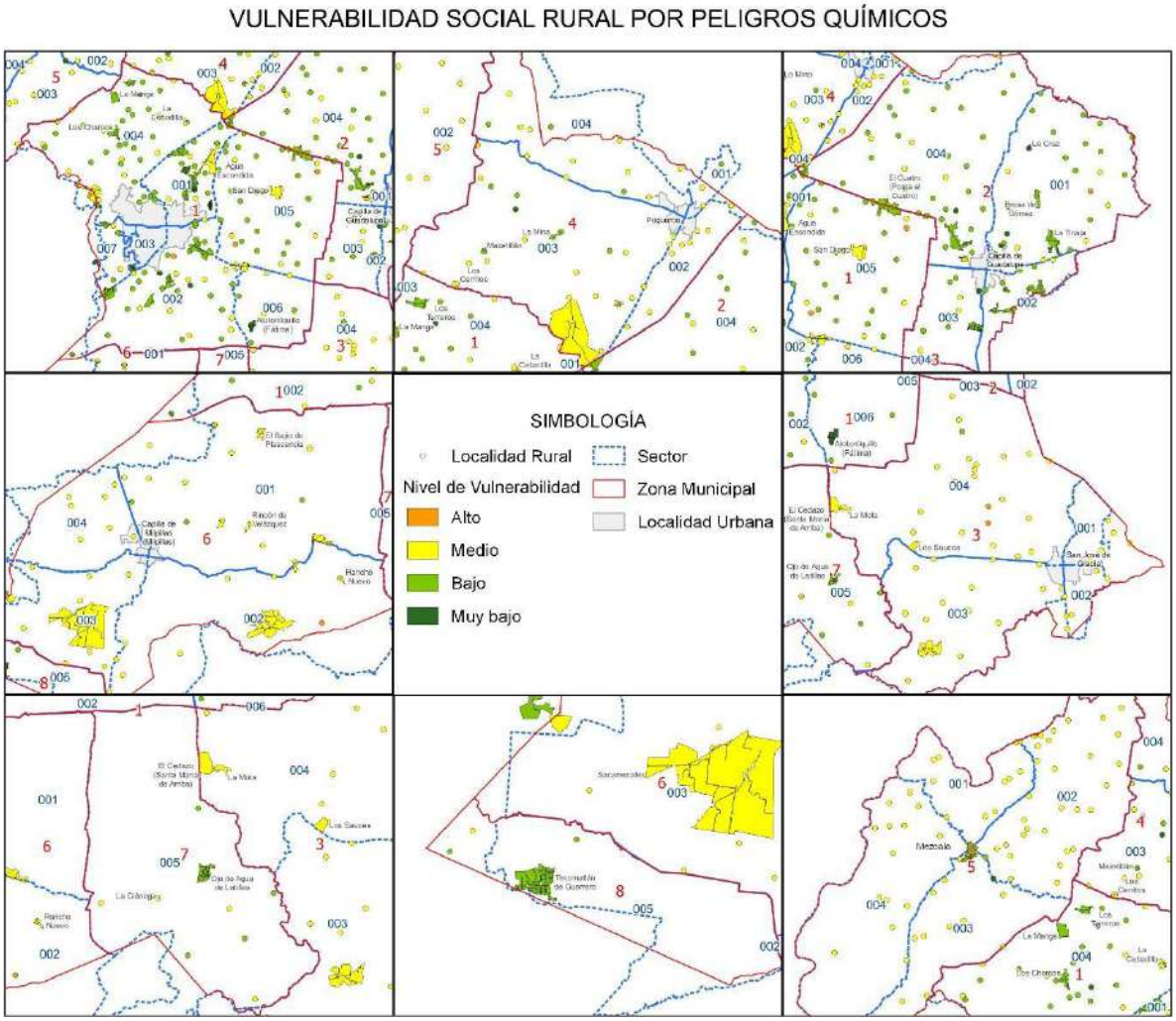
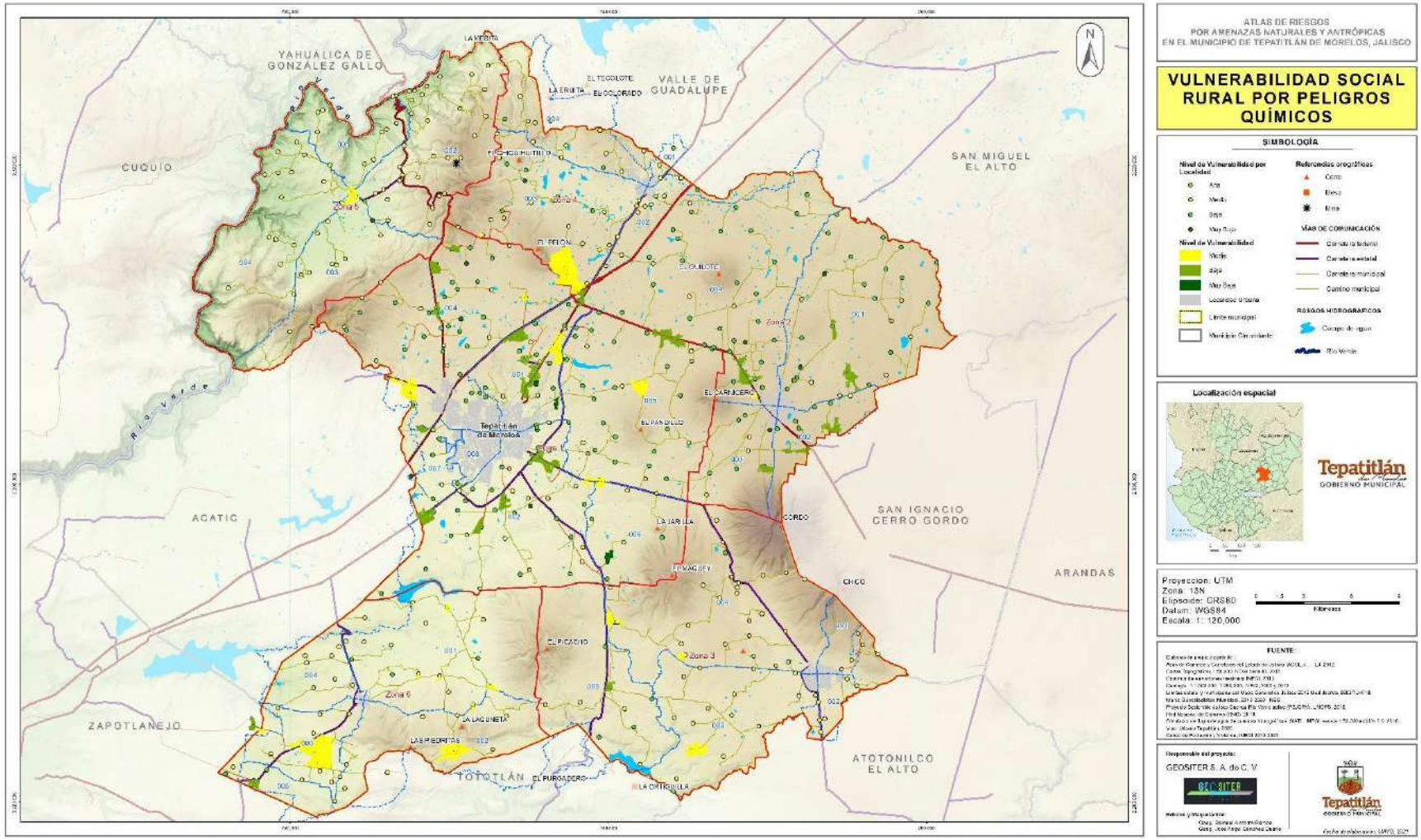


Figura 7.22. Vulnerabilidad social rural por peligros químicos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.21. Vulnerabilidad social rural por peligros químicos

Fuente: Elaboración propia.

7.11. Vulnerabilidad Social ante Peligros Ecológico-Sanitarios

En el siguiente apartado se hace referencia a todos aquellos fenómenos que pueden perjudicar la salud de los habitantes o el entorno donde estos se desenvuelven, se considera como elemento clave la vulnerabilidad social (características sociales y económicas que limitan la capacidad de desarrollo) así la infraestructura y servicios públicos y privados en cada localidad (CENAPRED, 2006: 154), además de la capacidad de atender eventos atípicos como las epidemias.

El apartado está compuesto por dos temas abordados por diversas disciplinas: la ecología, que se entiende como el estudio de las interacciones de los seres vivos con su medio ambiente (García Cerezo, 2011: 107), aunque desde esta perspectiva se pudieran tratar agentes perturbadores para cualquier población, tanto animal como vegetal, al agregar el concepto de sanitario la atención se centra en el análisis de las interacciones bilaterales entre el humano con entorno, pues se considera a la sanidad como el conjunto de medidas orientadas al cuidado de la salud, ya sea para promover un buen estado o prevenir y tratar enfermedades ya contraídas (Johnston et al.,2000: 493).

La guía propuesta por la CENAPRED (2006) considera ambos temas de una forma disgregada en el documento, si bien no se atienden directamente, son considerados parcialmente en la construcción de los indicadores de la vulnerabilidad social a través de las características de la vivienda ante fenómenos naturales con potencial destructivo como los sismos y las ráfagas de viento de alta velocidad, en ambos escenarios además del emplazamiento de la localidad en un determinado entorno geográfico natural, lo que determina el nivel de vulnerabilidad de las viviendas es el estado socioeconómico en el que se encuentra según sean las condiciones del edificio como los materiales de construcción y los tipos de recubrimiento así como la infraestructura a la que se esté conectada como la red de drenaje para el desalojo de aguas negras.

Por otra parte y desde otra escala de análisis territorial, el cuidado de la salud comprende los servicios de: primeros auxilios, donde participan clínicas, enfermerías o domicilios particulares en ciertas comunidades; servicios secundarios y terciarios que son los hospitales, los cuales varían según su capacidad y orden jerárquico pues se encuentran instituciones de diversos alcances como los privados locales hasta públicos regionales o de zona dedicados a atender una especialidad. Resulta importante el acercamiento mediante encuesta para el estudio tanto de la accesibilidad a servicios sanitarios, situaciones o

prácticas que comprometan el bienestar así como de las características del entorno relacionado a la salud, el enfoque ecológico (Johnston et al.,2000: 493 y 494).

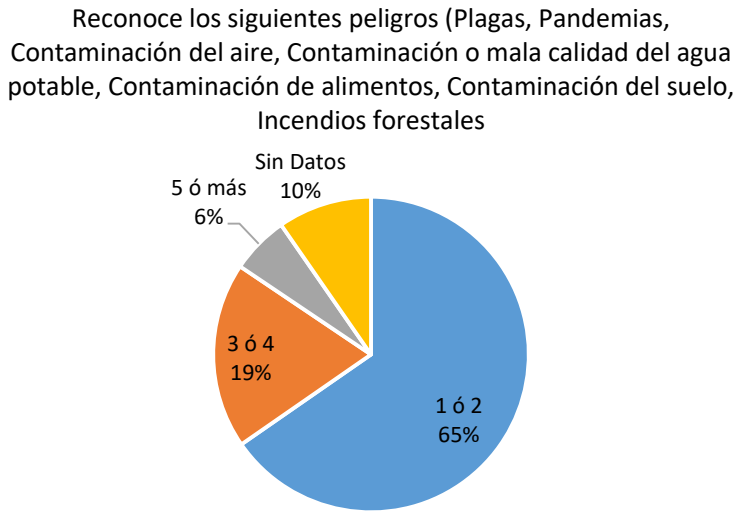
Para ello, en las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social y física en Tepatitlán de Morelos en el 2021, se plantearon preguntas que atienden a factores ecológicos que perjudican la salud personal como la calidad del agua, del aire y la presencia de fauna nociva y de carácter urbano como los servicios públicos de recolección de basura. Por su parte y dado el impacto que ha tenido la pandemia mundial del coronavirus SARS-Cov2 el cual provoca la enfermedad Covid-19, se han incluido preguntas clave que atienden el estudio de la dispersión del virus en las localidades de Tepatitlán, su mortalidad, el impacto económico que ha tenido al interrumpir la cotidianidad y su manejo por parte de las autoridades municipales.

El grado de vulnerabilidad social referente a los riesgos sanitarios –ecológicos se estudio en todo municipio, los resultados que se obtuvieron son analizados espacialmente a nivel manzana en localidades urbanas y para las rurales la escala de análisis se mantiene a nivel localidad cuando tiene un carácter de caserío disperso y a nivel manzana en aquellas ya consolidadas, por lo que estos dos enfoques serán presentados por separado a nivel estadístico y a nivel esquemático o cartográfico.

Principales resultados de las encuestas

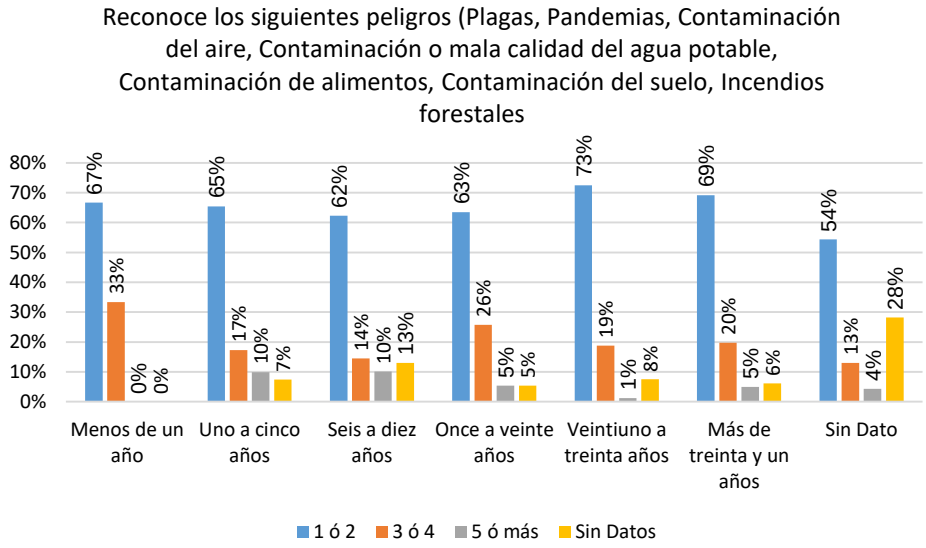
En esta sección se hace mención de los principales resultados de las encuestas de vulnerabildiad social aplicadas en el municipio en el 2021. Donde se sintetizan los resultados para todo el municipio y segmentado la población consultada según el tiempo habiotando el domicilio al momento de la encuesta.

A nivel municipal, el 65% de la población encuestada reconoce únicamente entre uno y dos peligros ecológicos-sanitarios con presencia en su localidad. El 19% entre tres y cuatro y solamente el 6% cinco o más. Esta tendencia se mantiene en todas las clases superando el 60%. Cabe resaltar que en los que tienen menos de un año habitando el domicilio son los que más tiene población que reconoce entre tres y cinco peligros (33%), seguidos por los de once a veinte años con el 26%, el resto se mantiene oscilando por debajo del 20%. Por su parte, los encuestados que reconocen más de cinco peligros se concentran en la población con uno a diez años habitando el domicilio.



Gráfica 7.47. Reconocimiento de peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

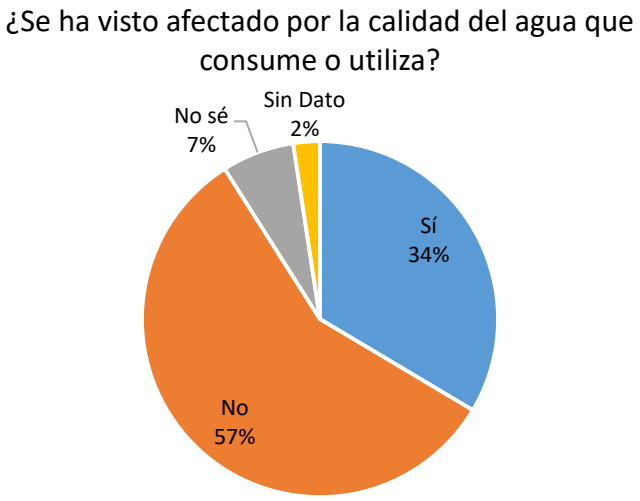


Gráfica 7.48. Reconocimiento de peligros ecológicos-sanitarios por tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

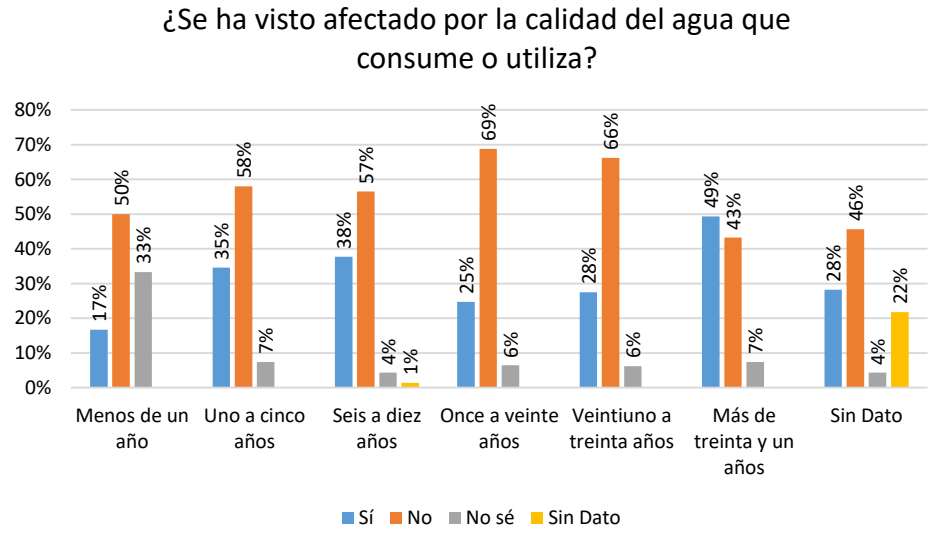
El 57% de la población no siente haber sufrido cambios en la calidad del agua, esta población se distribuye en todos los segmentos con una notable presencia en los que tiene habitando entre once a treinta años el domicilio; mientras que el 34% sí advierte afectaciones, esta cifra es menor en la población con menos de un año en al vivienda (17%) y en la que tiene de once a veinte años en ella (25%). En el resto de clases la cifra aumenta

alcanzando un pico del 49% en la gente con más de treinta y un años en ella, clase donde es más la gente que refiere afectaciones, es decir, en la población con más tiempo habitando el domicilio sí existe un deterioro en la calidad del agua.



Gráfica 7.49. Afectaciones por la calidad del agua.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

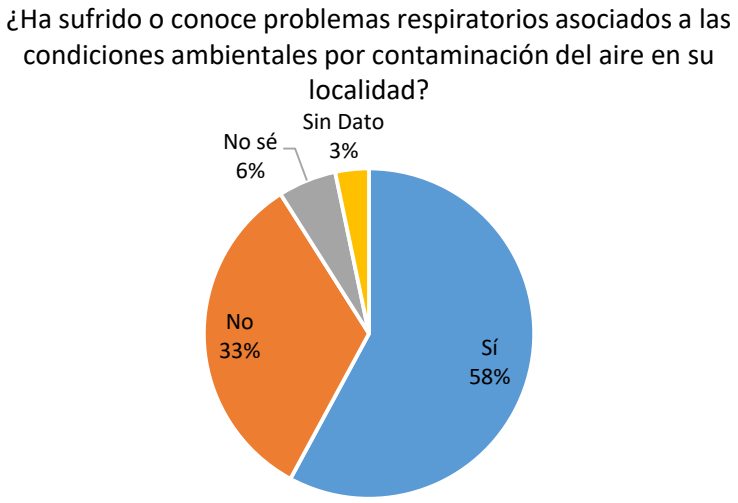


Gráfica 7.50. Afectaciones por la calidad del agua por tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

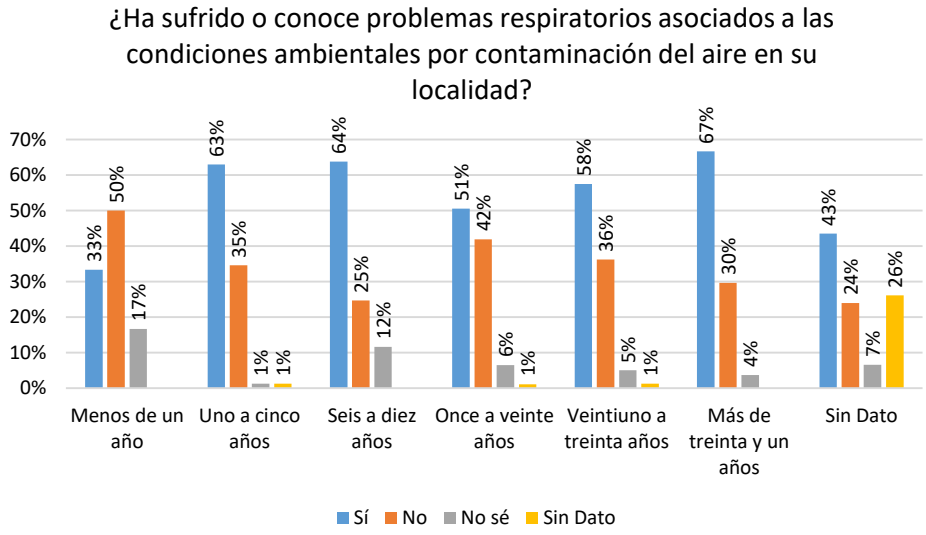
La mayor parte de la población encuestada señala sufrir afecciones respiratorias asociadas con la calidad del aire en el municipio con un 58%, las que dicen lo contrario son apenas el 33%. La clase con menos de un año en el domicilio es la única donde existe

mayor población que dice que no (50%) comparada con un 39% que contesta afirmativamente, puede que el problema no haya sido notado dado el poco tiempo en la residencia. En las demás clases la cifra aumenta sin descender del 43% para las respuestas positivas. Destacan las clases de uno a diez años con más del 60% y los de más de treinta y un años con un 67% de respuestas afirmativas. Existe, para la población, un deterioro en la calidad del aire en el municipio.



Gráfica 7.51. Problemas de salud por la calidad del aire.

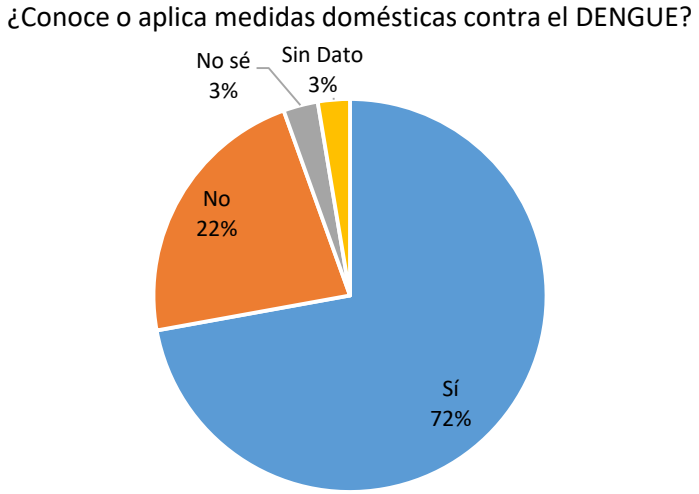
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.52. Problemas de salud por la calidad del aire.

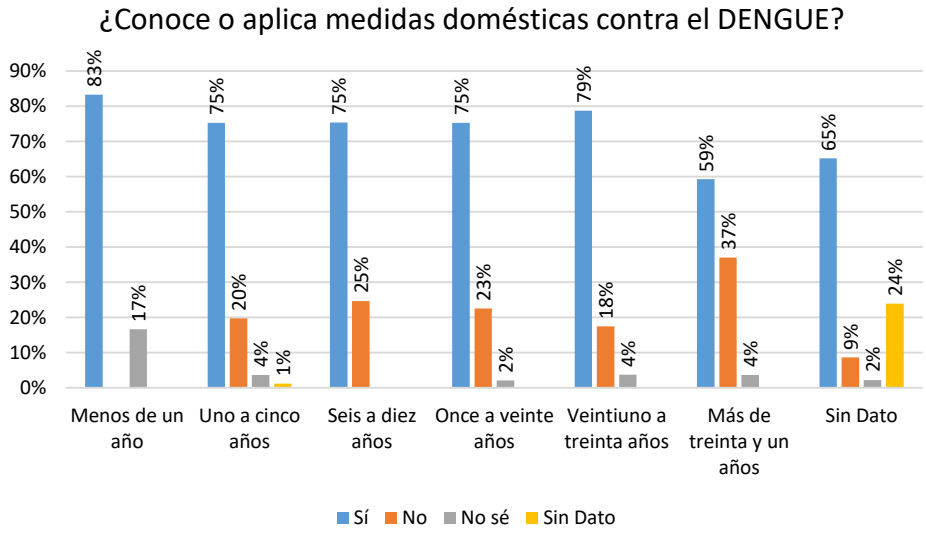
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

El 72% de los encuestados en todo el municipio considera conocer o aplicar las medidas domésticas contra el DENGUE, concretamente contra los mosquitos que propagan la enfermedad. El 22% dice no conocerlas. La población recién llegada no manifiesta respuestas negativas alcanzando el máximo del 83% en las positivas. Tendencia que se mantiene, oscilando el "no" entre el 18 y el 25% de la población encuestada. Solamente en la clase de más de treinta y un años habitando el domicilio existe el máximo del 37% de personas que no conocen o aplican las medidas sanitarias.



Gráfica 7.53. Conocimiento de mitigación contra el Dengue.

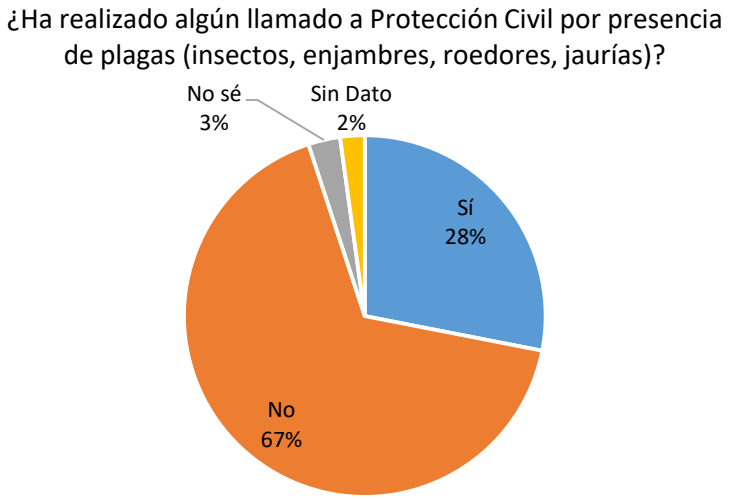
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.54. Conocimiento de mitigación contra el Dengue por tiempo habitando el municipio.

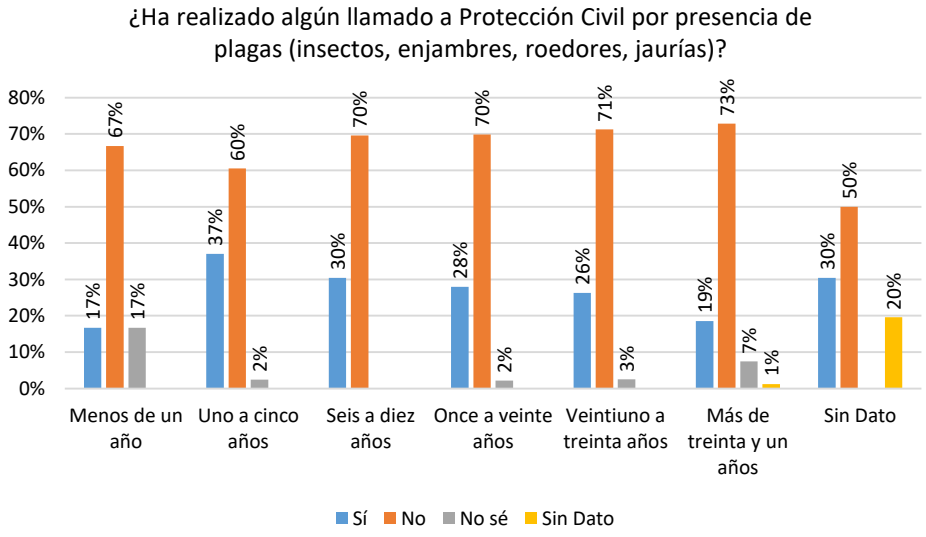
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

El 67% de las personas no ha realizado el llamado a las autoridades por la presencia de fauna nociva como plagas. Las que sí figuran como el 28% a nivel municipal. La población que más ha hecho este tipo de llamados es la que ha habitado de uno a cinco años con un 35%, la cifra se reduce en cada clase llegando al 19% con los habitantes con más de treinta y un años en el domicilio. Dos puntos mayor a la que tiene menos de un año.



Gráfica 7.55. Presencia de fauna nociva.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

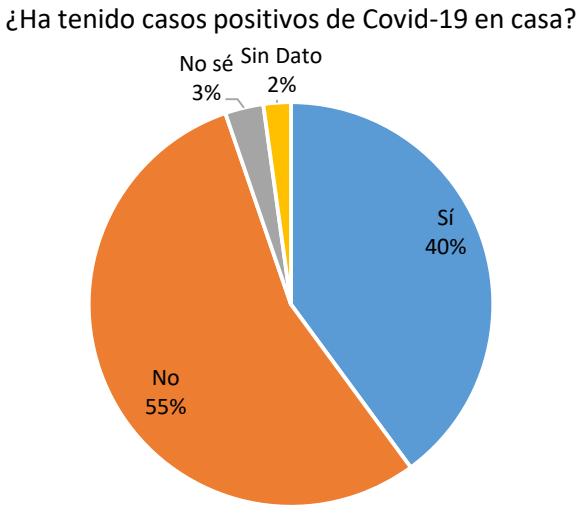


Gráfica 7.56. Presencia de fauna nociva por tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

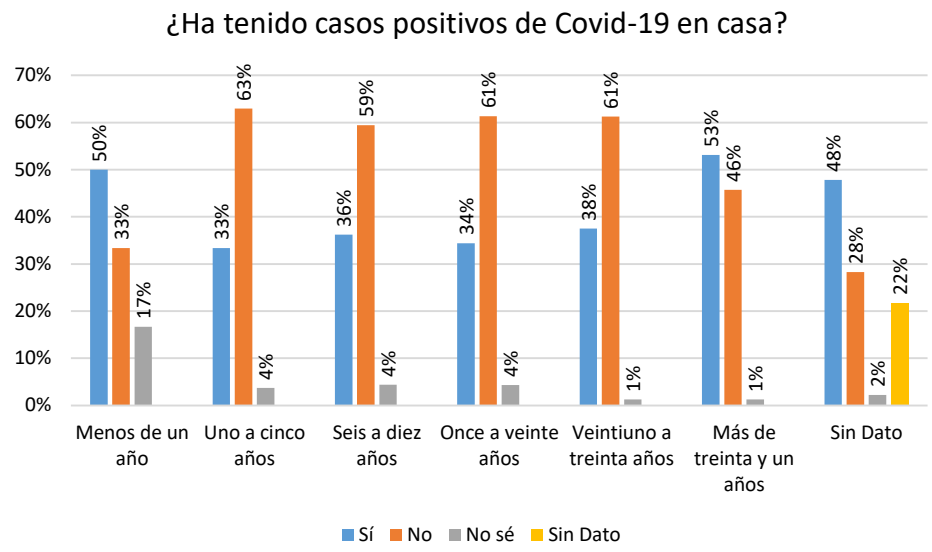
También se aprovechó la situación actual para incluir preguntas relacionas con la crisis ecológica sanitaria que transcurre durante la elaboración de este documento. Cabe aclarar que las preguntas se refieren a la enfermedad Covid-19 en vez del coronavirus SARS-COV-2 que la provoca, aunque la pandemia sea por la transmisión del virus y no por la manifestación de la enfermedad. Este ajuste se debe a la popularidad de un nombre respecto al otro que es de un orden más técnico-científico.

De los domicilios que se encuestaron, el 40% manifestó haber sufrido contagios mientras que el 55% dijo que no, a nivel municipal. Los casos positivos se distribuyen sobre el 30% en todas las clases con ligeros incrementos en los que tienen menos de un año y aquellos con más de treinta y un años en el domicilio. Caso contrario con las respuestas negativas que tienen un predominio en los que tienen de uno a treinta años habitando la locación. Esto puede inferir en patrones de comportamiento y a la salud y vulnerabilidad de ciertos grupos demográficos ante este coronavirus, aunque se requieren estudios de otro alcance para precisar este dato.



Gráfica 7.57. Casos positivos de Covid-19 por vivienda.

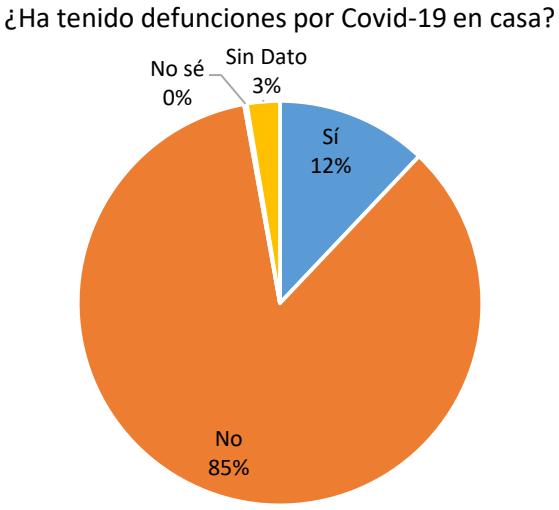
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.58. Casos positivos de Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el domicilio.

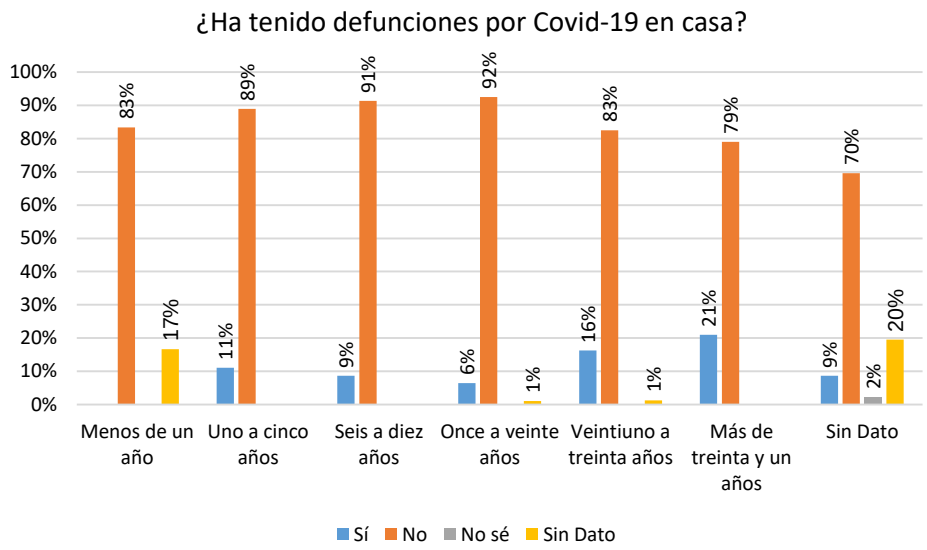
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

De los encuestados, solamente el 12% refirió haber sufrido defunciones asociadas a la actual pandemia. Las cuales se reparten con mayor notoriedad, entre el 16 y 21% en las clases con más de veintiún años en el domicilio. Es decir, la población más establecida y posiblemente con mayor presencia de adultos mayores.



Gráfica 7.59. Defunciones por Covid-19 por vivienda.

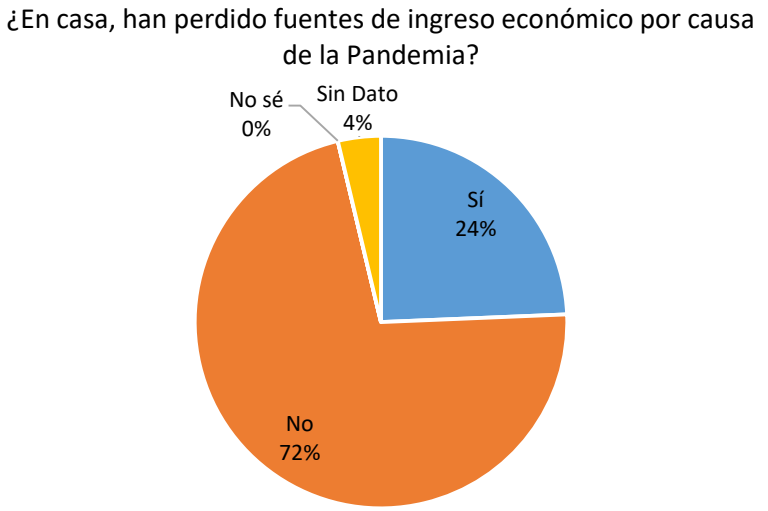
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.60. Defunciones por Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el domicilio.

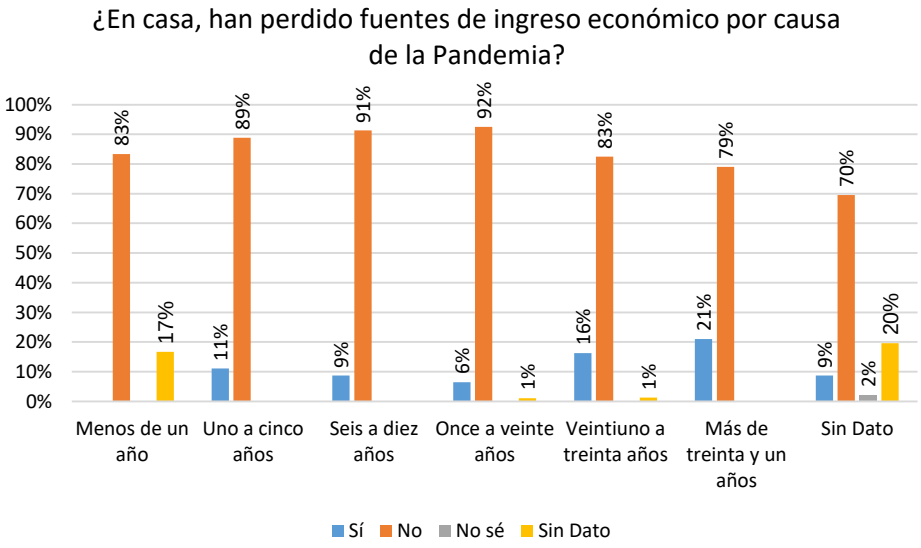
Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Más allá de los contagios, la crisis económica resultado de la suspensión de actividades ha impactado a todos los sectores de la economía y la vida social. Sin embargo, el 72% de los encuestados refiere no haber sufrido pérdidas de ingresos económicos, mientras que solo el 24% sí, a nivel municipal. La respuesta afirmativa se distribuye empezando con un 11% en los que tienen de uno a cinco años, disminuye gradualmente hasta un 6% en los que tienen de once a veinte y vuelve a realizar un ascenso alcanzando el máximo del 21% en los que tiene más de treinta y un años en el domicilio. Esto sugiere que este grupo, es el más vulnerable económicamente a las medidas de contingencia sanitaria.



Gráfica 7.61. Pérdida de fuentes de ingreso por la pandemia del Covid-19 por vivienda.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

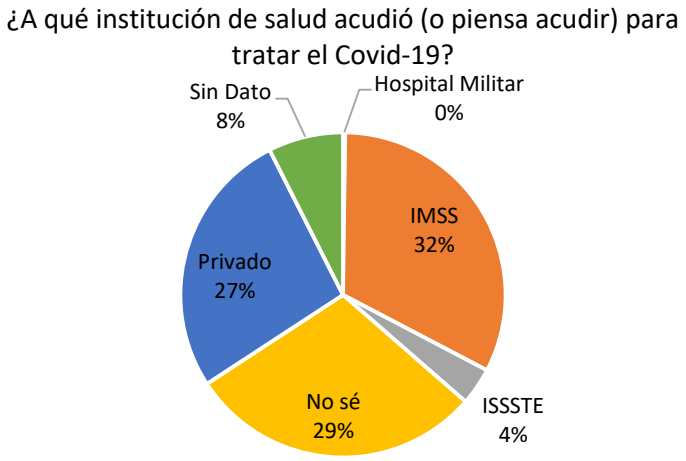


Gráfica 7.62. Pérdida de fuentes de ingreso por la pandemia del Covid-19 por vivienda y tiempo habitando el municipio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

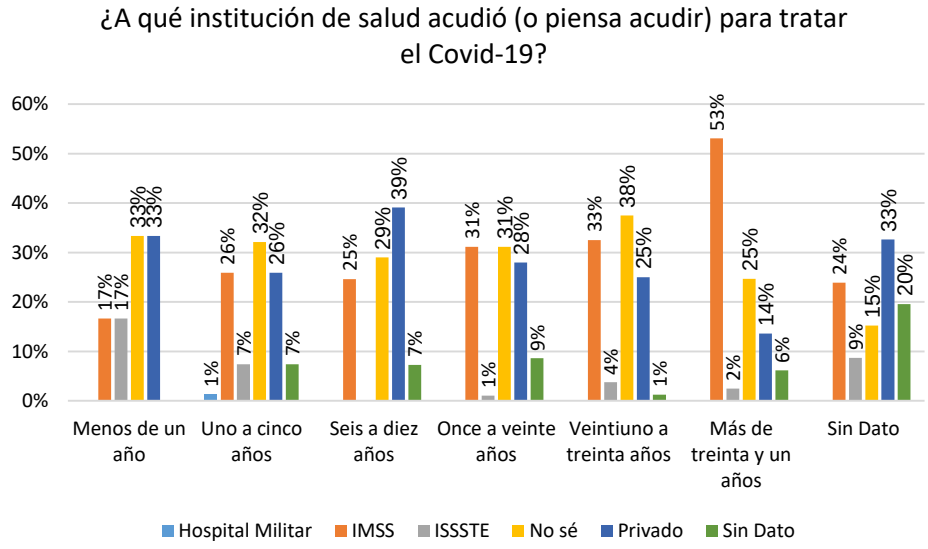
A nivel municipal, la mayor parte de la población, el 32% prefiere tratar la enfermedad Covid-19 en las instalaciones del IMSS en Tepatitlán. Mientras que el 27% se inclina por la atención médica privada. Una gran porción de la población, el 29%, se muestra indecisa. Esto deja en claro que no existe una institución hospitalaria o sanitaria en el municipio que encabece las preferencias del público, o visto de otra forma, existen dudas sobre la eficiencia y cobertura de los servicios que se requieren en esta crisis, entre la población

afectada. En las clases, en los que tienen más de treinta y un años se acentúa la preferencia por el IMSS con el 53% además que es la que tiene el rango más bajo de incertidumbre y la preferencia del sector privado. Caso contrario con los que tienen menos de un año, donde la indecisión y los servicios privados emparan con el 33%. Los que tienen de seis a diez años son los que optan por la alternativa privada sobre las demás con el 39%. Y la incertidumbre es mayor con el 38% en los que tienen veintiuno a treinta años en el domicilio.



Gráfica 7.63. Institución de salud preferente en caso de contagio del Covid-19.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.



Gráfica 7.64. Institución de salud preferente en caso de contagio del Covid-19 por tiempo habitando el domicilio.

Fuente: Encuesta de Vulnerabilidad Social 2021.

Nivel de Vulnerabilidad Urbana por Peligros Ecológicos-Sanitarios

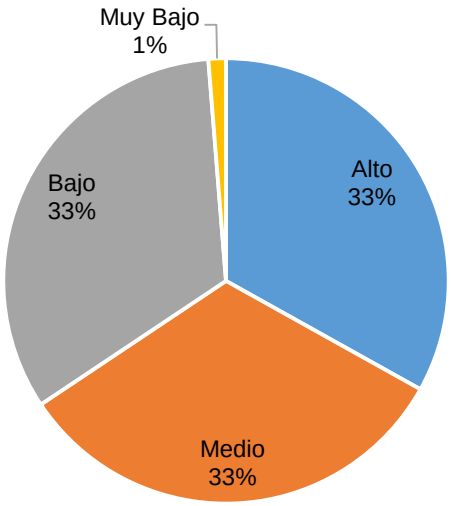
A nivel municipal, la población urbana según el nivel de vulnerabilidad se encuentra repartida entre bajo, medio y alto con el 33% de los habitantes en cada clase, únicamente el nivel muy bajo representa el 1% de la población.

Entre las cinco delegaciones urbanas, Tepatitlán de Morelos y Capilla de Guadalupe son las que presentan mayor variación de los niveles en su población, puesto que Capilla de Milpillas, San José de Gracia y Pegueros concentran entre el 99 al 100% su población en el nivel alto. Mientras que Capilla de Guadalupe en este nivel tiene un 84%, un 12% en el medio y el 4% en bajo. Por su parte, La cabecera municipal presenta el 16% en alto, 40% en medio, 42% en bajo y el 2% en muy bajo, siendo la delegación con mejores condiciones respecto a la vulnerabilidad social ante peligros ecológicos-sanitarios.

Delegación	Alto	%	Medio	%	Bajo	%	Muy Bajo	%	Total
Capilla de Milpillas	2,642	100%	3	0%	-	0%	-	0%	2,645
Tepatitlán de Morelos	16,218	16%	39,438	40%	41,512	42%	1,613	2%	98,781
Capilla de Guadalupe	13,099	84%	1,855	12%	585	4%	-	0%	15,539
San José de Gracia	5,359	99%	56	1%	-	0%	-	0%	5,415
Pegueros	4,775	99%	33	1%	-	0%	-	0%	4,808
Total	42,093	33%	41,385	33%	42,097	33%	1,613	1%	127,188

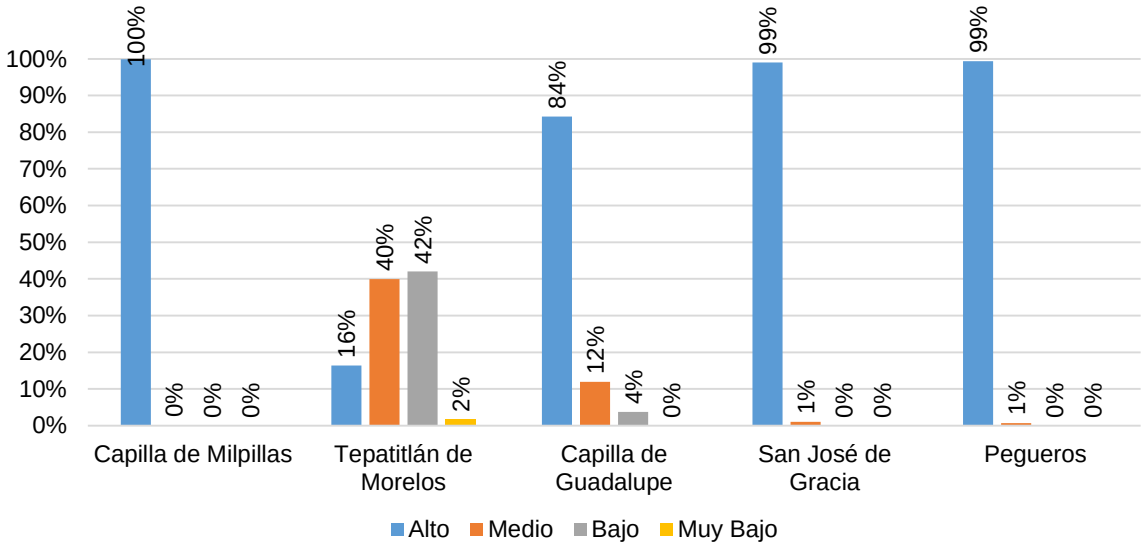
Tabla 7.13. Nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.65. Distribución de la población por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.66. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios por delegación.

Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de los niveles dentro de las manchas urbanas es la siguiente. En la cabecera municipal, que es la de mayor variación, Los niveles con mejores condiciones, es decir, los más bajos se encuentran al centro y al suroeste de Tepatitlán, concretamente dentro del sector 003 y 007, con presencia en menor medida en algunas

manzanas al extremo noreste, en el sector 001. El nivel medio cubre gran parte del centro y se extiende intermitentemente al norte y noroeste junto con el extremo sureste, es decir en los sectores 004 y 002, mismos donde se encuentra mezclado el nivel más alto de vulnerabilidad, a los que se le añaden manzanas al extremo sur de la ciudad y en los límites del noroeste.

En Capilla de Guadalupe, el nivel bajo cubre las manzanas de los límites noreste y suroeste con poca presencia dentro de los sectores 001 y 003. El nivel medio tiene predominio de la continuidad al noroeste en el sector 004. Sin embargo, la mayor parte de la mancha urbana pertenece a un nivel alto como sucede también en las localidades de San José de Gracia, Capilla de Milpillas y Pegueros, en esta última alcanzan a resaltar dos manzanas en los extremos suroeste y sureste, en los sectores 003 y 002. En el mapa podemos observar que las delegaciones urbanas con mejor nivel de vulnerabilidad con las cercanas al centro del municipio.

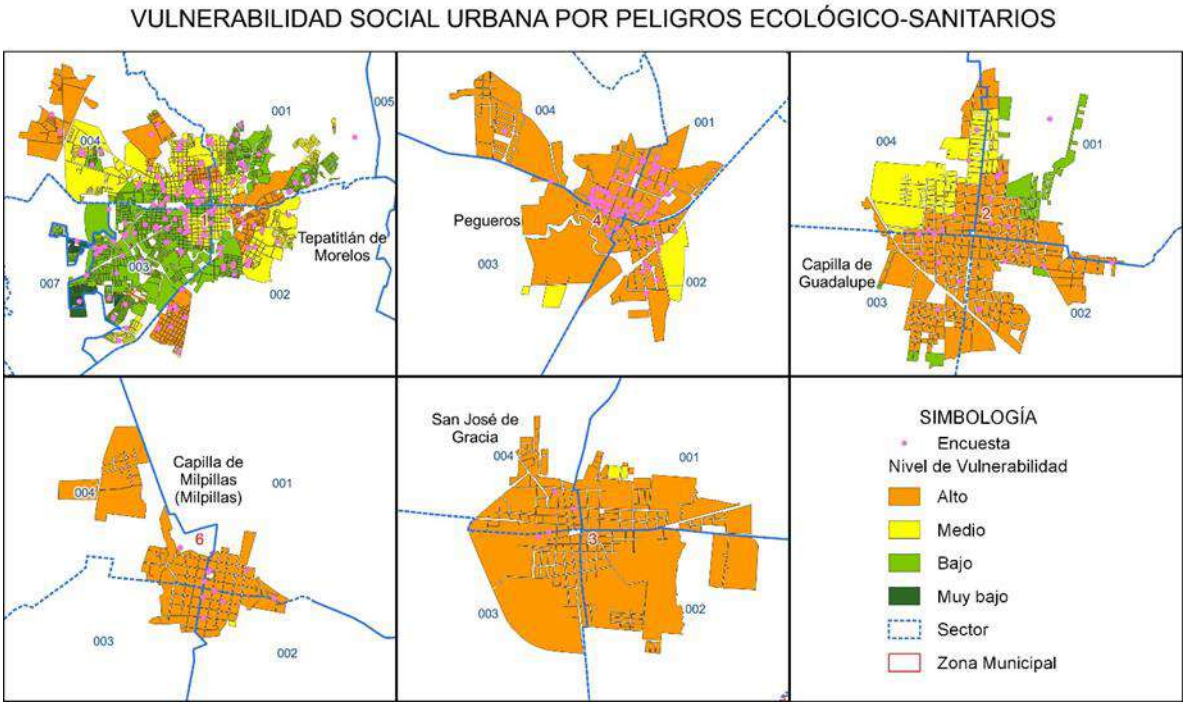
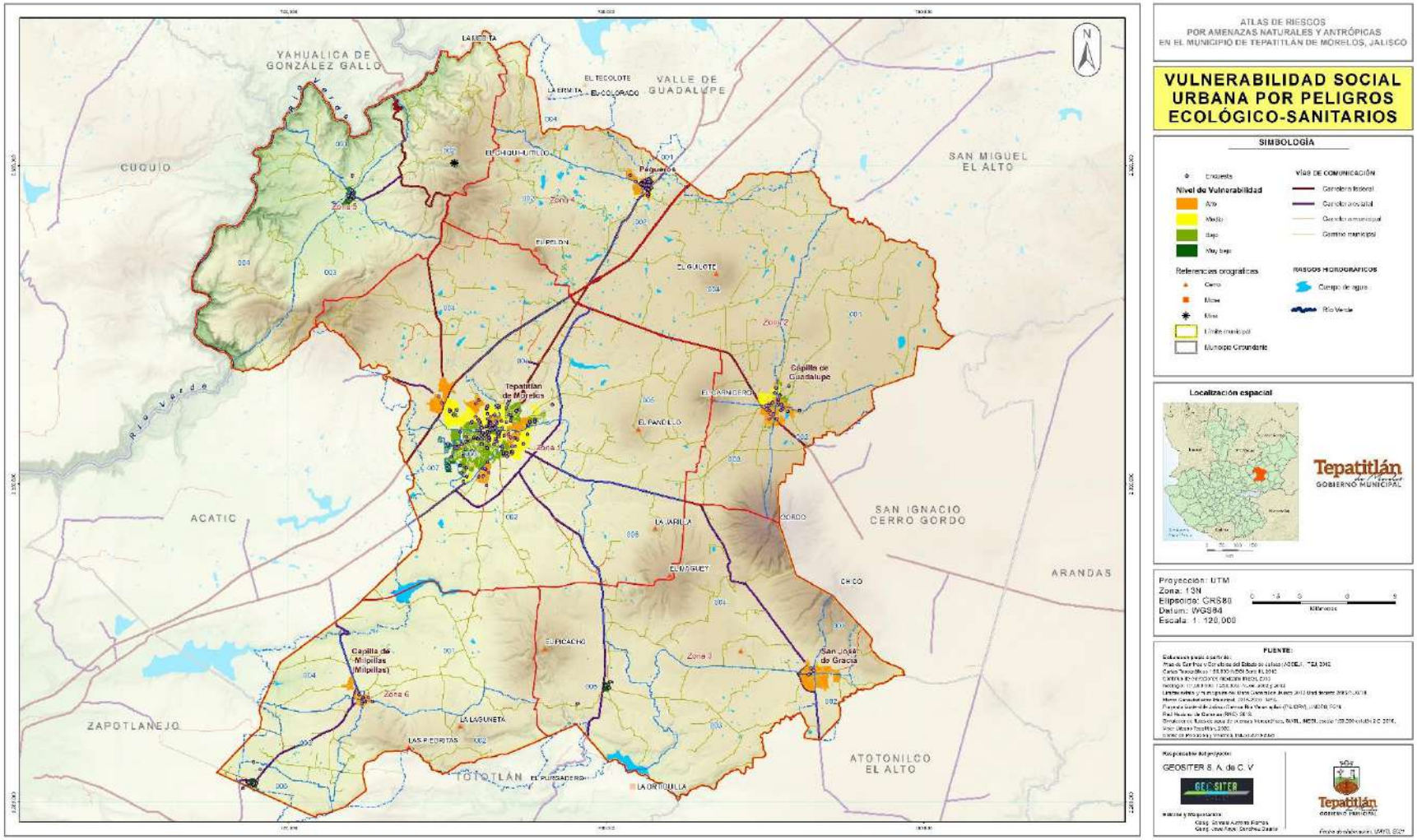


Figura 7.23. Vulnerabilidad social urbana por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.22. Vulnerabilidad social urbana por peligros ecológico-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Vulnerabilidad Rural por Peligros Ecológicos-Sanitarios

La vulnerabilidad rural por peligros ecológicos-sanitarios se distribuye en una escala municipal con un 53% de la población en el nivel medio, el 42% en el bajo, el 4% en muy baja y solamente el 1% en alta. Destaca la cabera municipal como la que mayor concentra a esta población.

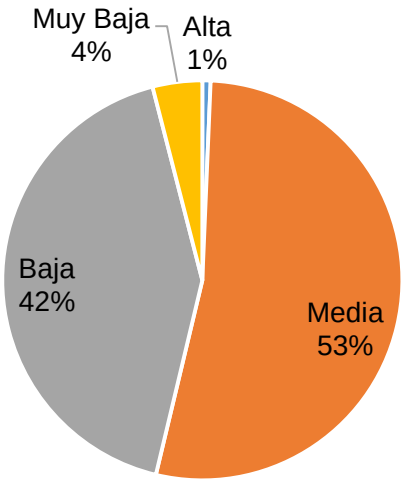
En el área limítrofe como en las zonas de Mezcala de los Romero, Capilla de Milpillas y San José de Gracia entre el 86 al 96% de la población se encuentra dentro del nivel medio, de estas solo San José de Gracia presenta el 5% de su población rural en el nivel alto, mientras que el nivel bajo ronda por debajo del 10%.

Destaca Tecomatlán de Guerrero al concentrar el 92% de su población rural dentro del nivel bajo y el resto, el 8% en el nivel medio. Por su parte, Ojo de Agua de Las Latillas, Capilla de Guadalupe y Tepatitlán mantienen ente el 62 y 73% a la población dentro del nivel bajo con el 22 al 29% en vulnerabilidad media.

Zona	Alta	%	Media	%	Baja	%	Muy Baja	%	Total
San José de Gracia	76	5%	1,435	89%	94	6%	0	0%	1,605
Tepatitlán de Morelos	28	0%	1,899	29%	4,126	62%	565	9%	6,618
Capilla de Guadalupe	9	0%	491	22%	1,522	69%	177	8%	2,199
Capilla de Milpillas	16	1%	2,302	93%	146	6%	0	0%	2,464
Pegueros	0	0%	1,244	68%	571	31%	10	1%	1,825
Ojo de Agua de Latillas	0	0%	232	27%	639	73%	0	0%	871
Mezcala de Los Romero	0	0%	2,284	96%	76	3%	10	0%	2,370
Tecomatlán de Guerrero	0	0%	81	8%	969	92%	0	0%	1,050
Limítrofe	0	0%	305	86%	37	10%	14	4%	356
Municipal	129	1%	10,273	53%	8,180	42%	776	4%	19,358

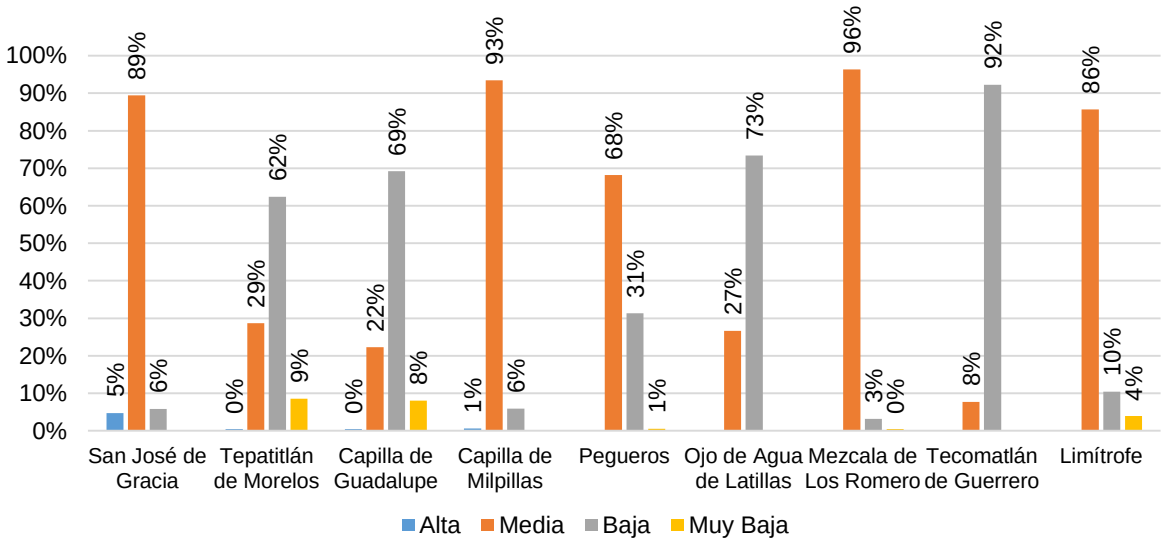
Tabla 7.14. Nivel de vulnerabilidad rural por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.67. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.68. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros ecológico-sanitarios por delegación.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la distribución, en Tepatitlán es donde existe mayor densidad de localidades rurales, es posible observar que las que presentan los niveles más bajos de vulnerabilidad son las que se encuentran en la cercanía a la mancha urbana en todos los alrededores, mientras las de nivel medio se sitúan hacia los extremos de la zona municipal

1. En las demás zonas la distribución es similar ante la presencia de manzanas urbanizadas mejora la vulnerabilidad social como se muestra en la zona 2 done este fenómeno se focaliza en la intersección de los sectores 003, 002, 004 y 001. De igual manera sucede a menor medida en la zona 7. Sin embargo en la zona 6 y la 3 esto no sucede lo que sugiere características de infraestructura desiguales para las localidades rurales. En la zona 8 existe un predominio del nivel bajo pero esto puede ser derivado de la conurbación con otro municipio. Como se observa en el mapa se mantiene la tendencia a que los mejores niveles de vulnerabilidad se mantengan cercanos al centro geográfico del municipio.

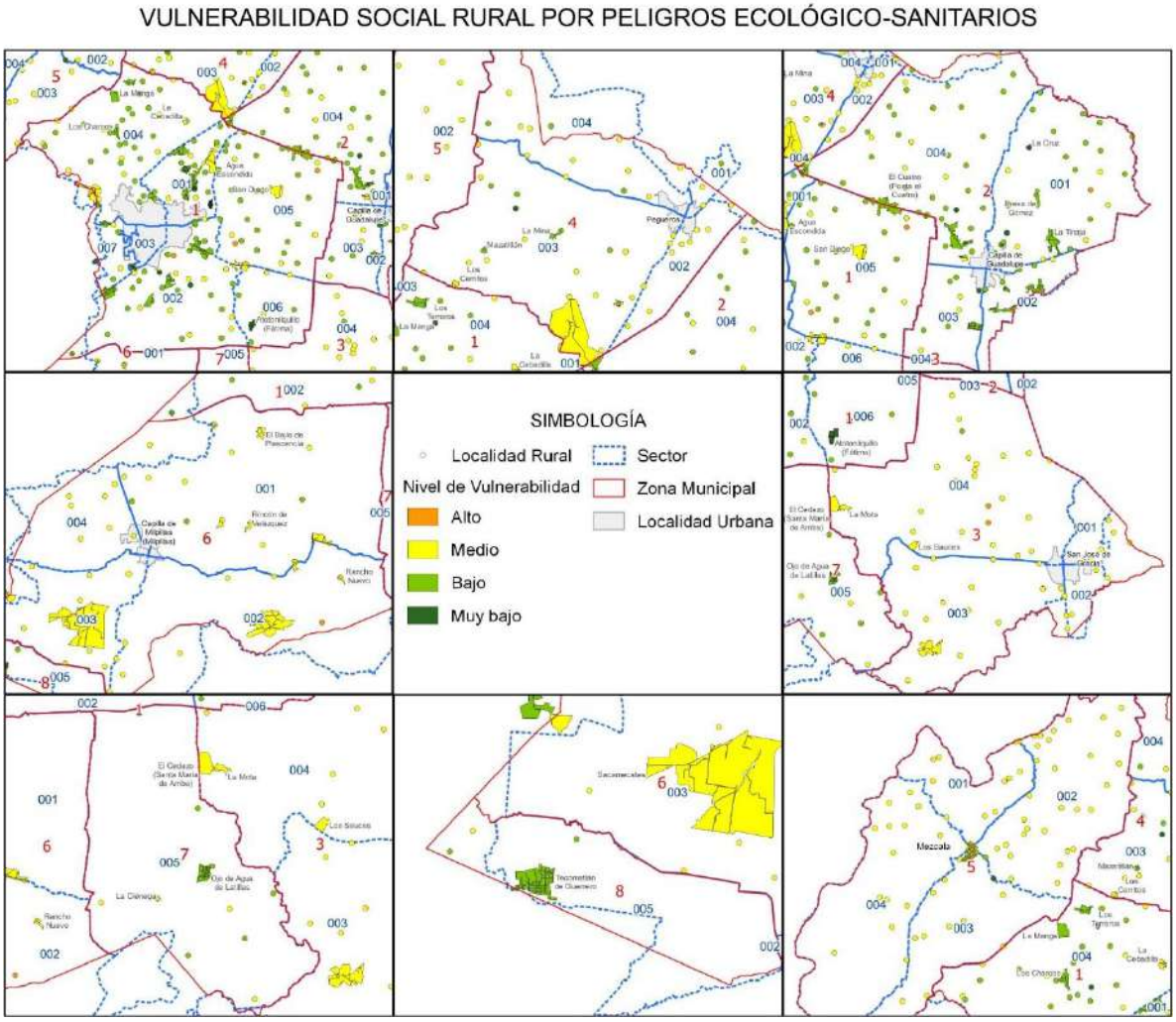
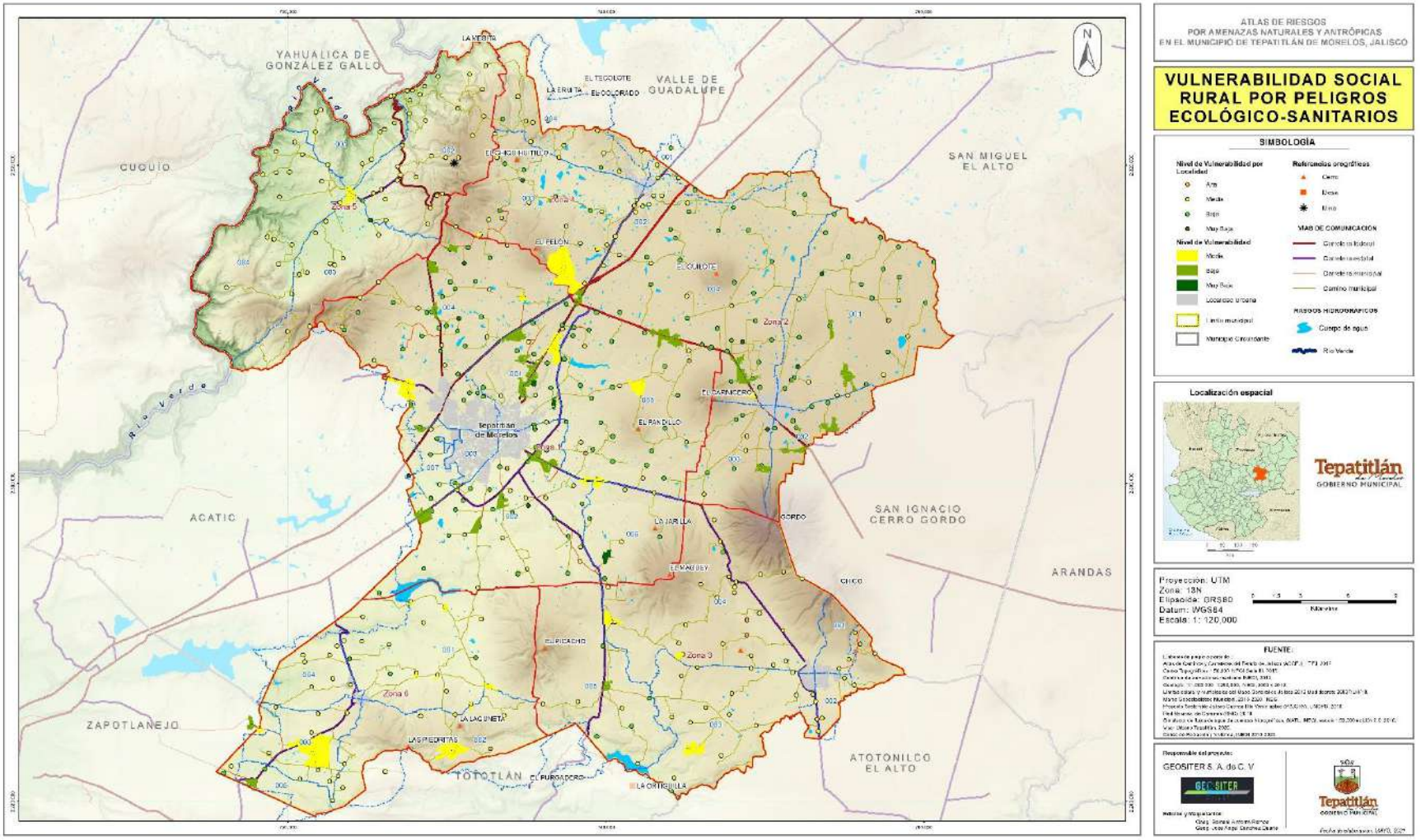


Figura 7.24. Vulnerabilidad social rural por peligros ecológicos-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.23. Vulnerabilidad social rural por peligros ecológico-sanitarios.

Fuente: Elaboración propia.

7.12. Vulnerabilidad Social ante Peligros Socio-Organizativos

Desde un punto de vista desde disciplinas relacionadas al campo del estudio de las prácticas humanas, este apartado puede llegar a entenderse con cierta ambigüedad pues el factor clave que detona este tipo de crisis son las propias actividades que se desarrollen en el territorio. Pueden existir escenarios delicados como concentraciones masivas de personas o los nodos viales conflictivos pero también este tipo de crisis se pueden presentar en circunstancias casuales. Un ejemplo es la pandemia del SARS-COV-2 que nace de la cotidianidad, si bien este patógeno nace de la interacción natural por ello se quedó en los peligros ecológicos-sanitarios, fueron los eventos socio-organizativos los que favorecieron su propagación.

Por otra parte, gran parte de estos peligros ya son atendidos por la mayoría de instituciones públicas, los reglamentos, las leyes y constituciones mismas que establecen marcos reguladores para evitar, principalmente, estos conflictos. A continuación se hace el repaso metodológico a estos peligros con los mismos parámetros con los que se han evaluado los demás. Pero no hay que perder de vista que estos pueden llegar a tener otra lectura y son atacados por distintas normativas como el reglamento de movilidad y los planes parciales de ordenamiento territorial. El repaso a profundidad de tal enfoque queda pendiente para otros estudios especializados que tengan dicho objetivo como alcance.

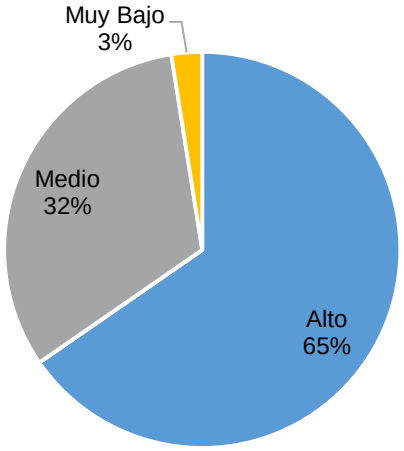
Vulnerabilidad social Urbana por Peligros Socio-Organizativos

La mayor parte de la población se encuentra en un nivel alto con el 65%, mientras que en el otro extremo el 32% pertenece a un nivel medio. Casi todas las delegaciones se encuentran en una proximidad al 100% en el nivel alto, únicamente Tepatitlán es la que despliega población en otros niveles, mientras que en dicho nivel solo tiene el 16%, el 61% está en nivel medio y un 2% en el muy bajo, es la única delegación con población en esta categoría.

Delegación	Alto	%	Medio	%	Bajo	%	Muy Bajo	%	Total
Capilla de Milpillas	2,642	100%	3	0%	-	0%	-	0%	2,645
Tepatitlán de Morelos	16,218	16%	60,631	61%	20,319	21%	1,613	2%	98,781
Capilla de Guadalupe	13,099	84%	2,076	13%	364	2%	-	0%	15,539
San José de Gracia	5,359	99%	56	1%	-	0%	-	0%	5,415
Pegueros	4,775	99%	33	1%	-	0%	-	0%	4,808
Total	42,093	65%	-	0%	20,683	32%	1,613	3%	64,389

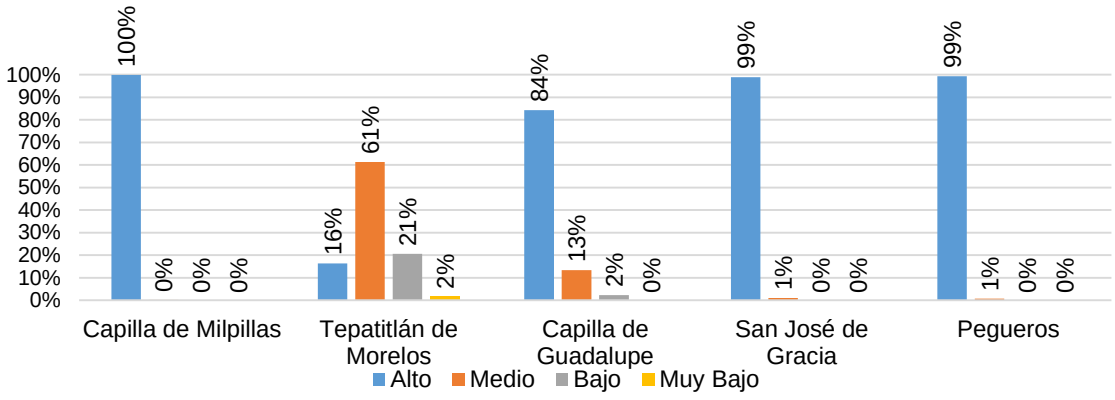
Tabla 7.15. Población por nivel de vulnerabilidad urbana por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.69. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.70. Distribución de la población urbana por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos por delegación.

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los niveles en las trazas urbanas es en su mayor parte homogénea, solamente Capilla de Guadalupe es la que muestra que los mejores niveles se sitúan al norte de la localidad, mientras que en Tepatitlán este patrón es fragmentado. Los niveles más altos están en el sector 007 y 003 al oeste, el resto es de nivel medio pero con intromisiones del nivel bajo.

VULNERABILIDAD SOCIAL URBANA POR PELIGROS SOCIO-ORGANIZATIVOS

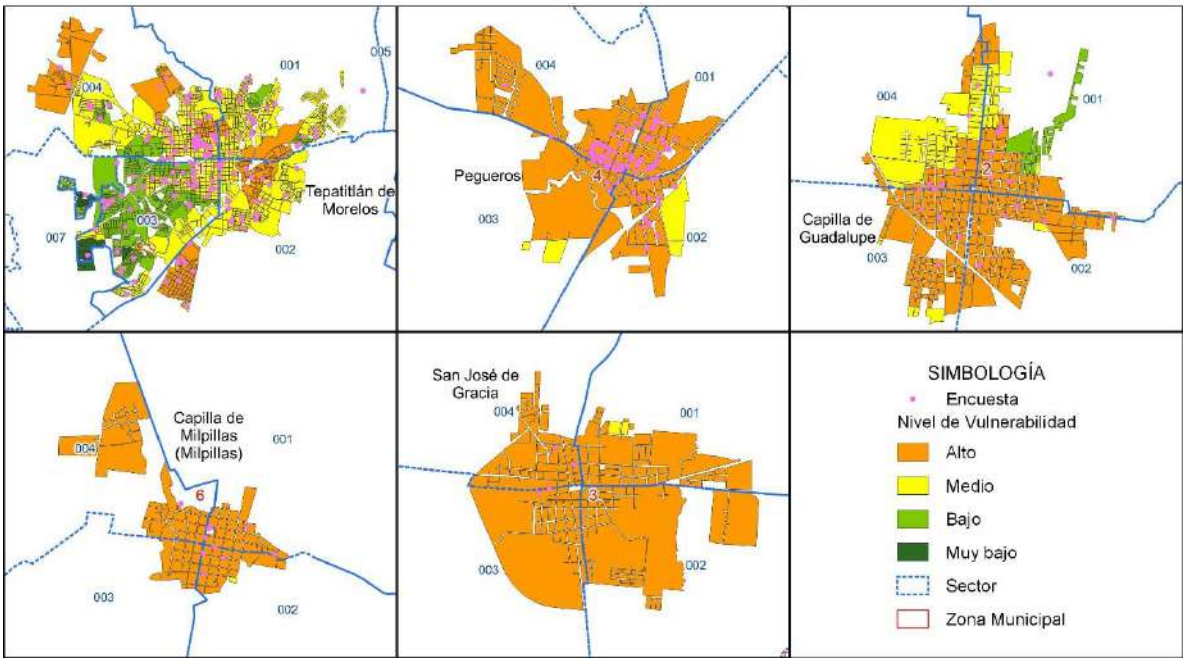
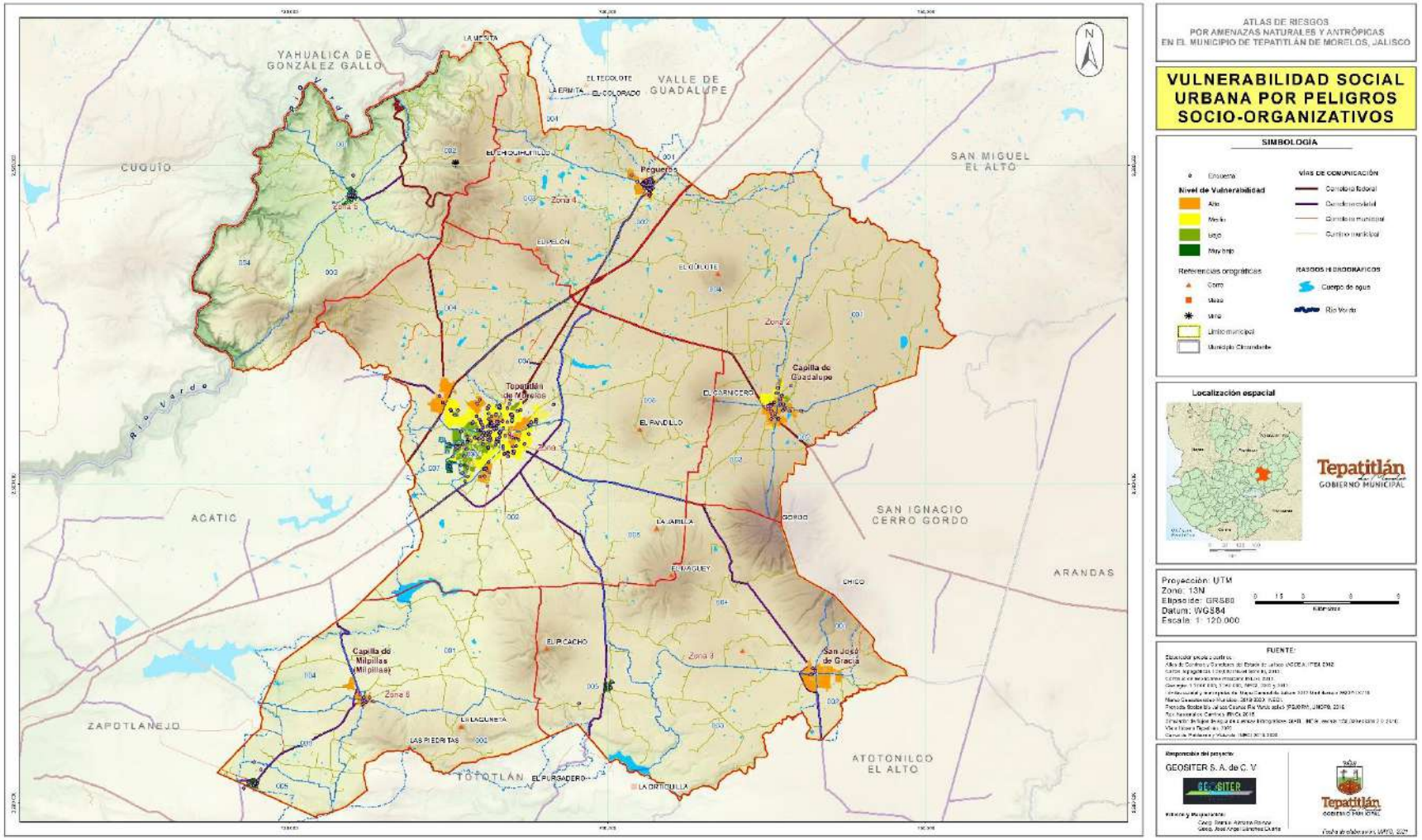


Figura 7.25. Vulnerabilidad social urbana por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.24. Vulnerabilidad social urbana por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.

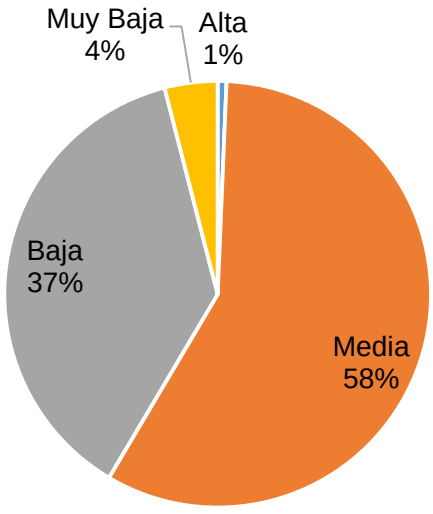
Vulnerabilidad social rural por Peligros Socio-Organizativos

El 58% de la población se encuentra en el nivel medio, mientras que el 37% en el nivel bajo. Únicamente el 1% está dentro del nivel alto. Las zonas que presentan en máximo nivel de vulnerabilidad social son San José de Gracia, Capilla de Guadalupe, Capilla de Milpillas y parte de Tepatitlán. Solamente en Mezcala y Capilla de Milpillas su población se distribuye casi en su totalidad en el nivel medio. Tepatitlán es la zona con más población en el nivel muy bajo el cual alcanza el 9%. Resalta que la distribución de la zona limítrofe es similar al resto del municipio.

Zona	Alta	%	Media	%	Baja	%	Muy Baja	%	Total
San José de Gracia	76	5%	1,435	89%	94	6%	0	0%	1,605
Tepatitlán de Morelos	28	0%	1,899	29%	4,126	62%	565	9%	6,618
Capilla de Guadalupe	9	0%	1,416	64%	597	27%	177	8%	2,199
Capilla de Milpillas	16	1%	2,302	93%	146	6%	0	0%	2,464
Pegueros	0	0%	1,244	68%	571	31%	10	1%	1,825
Ojo de Agua de Latillas	0	0%	232	27%	639	73%	0	0%	871
Mezcala de Los Romero	0	0%	2,284	96%	76	3%	10	0%	2,370
Tecomatlán de Guerrero	0	0%	81	8%	969	92%	0	0%	1,050
Limítrofe	0	0%	305	86%	37	10%	14	4%	356
Municipal	129	1%	11,198	58%	7,255	37%	776	4%	19,358

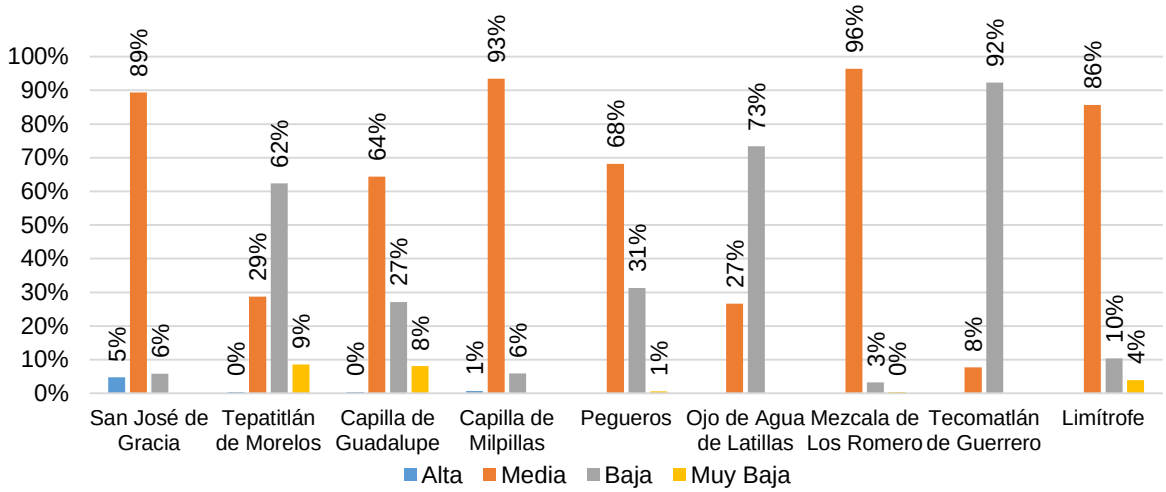
Tabla 7.16. Población por nivel de vulnerabilidad rural por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.71. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.72. Distribución de la población rural por nivel de vulnerabilidad por peligros socio-organizativos por zona.

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las localidades con los mejores niveles, claramente es circundante a la cabecera municipal, se da hacia todas las direcciones sin que resalte un tramo carretero o de caminos en particular. Este fenómeno es radial en la zona 1. Un fenómeno parecido sucede en la zona 2, en Capilla de Guadalupe donde resalta el intersticio entre esta localidad y la Tepatitlán. La zona que presenta mayor aislamiento, es decir, donde homogéneamente predomina un nivel es la número 5, la de Mezcala de Romero.

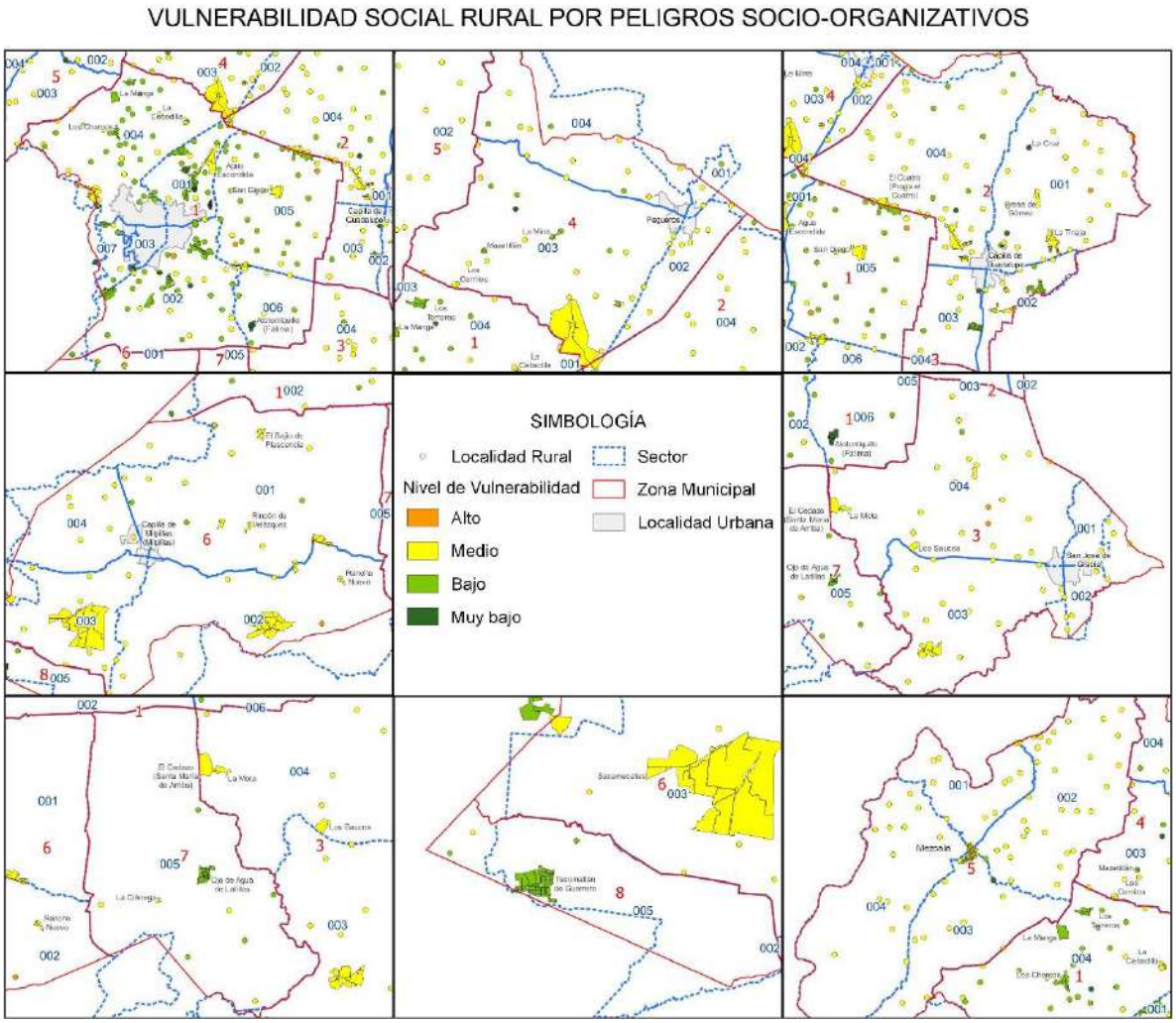
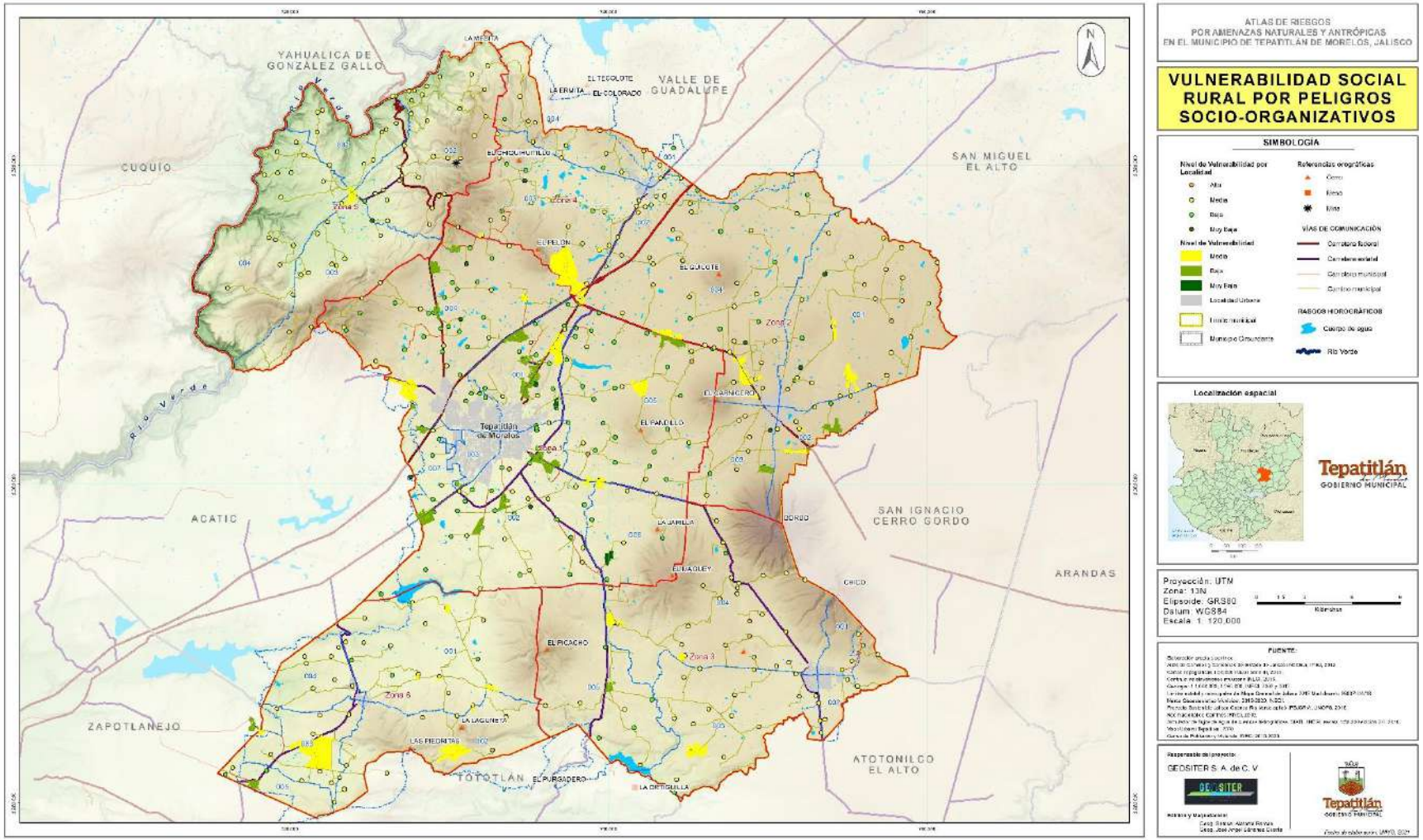


Figura 7.26. Vulnerabilidad social rural por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7.25. Vulnerabilidad social rural por peligros socio-organizativos.

Fuente: Elaboración propia.

7.13. Vulnerabilidad Social General

El municipio de Tepatitlán de Morelos está constituido principalmente por las ponderaciones de bajo a muy bajo, por parte de la vulnerabilidad social. A continuación, se puede apreciar las preguntas que alguna manera son consideradas como las más importantes, para establecer la vulnerabilidad social dentro de la zona de interés; representadas en las siguientes tablas y mapas.

Los resultados obtenidos por parte del R_2 son bastante óptimos ante la vulnerabilidad; ya que la mayoría de las encuetas fueron de manera positiva, porque refleja que los servidores públicos reconocen los programas y planes de salvamiento ante una contingencia de carácter natural y/o de origen tecnológico (químicos).

Sin embargo, hay ciertas directrices y atribuciones que se deben optimizar para lograr una valoración positiva. La capacitación es una de ellas, que tiene como objetivo el mejorar la gestión del peligro, esto incluye cuestiones como difundir mejor los medios de salvaguarda para la sociedad ante una amenaza y que la autoridad correspondiente posea una mejor capacitación en cuanto a las nuevas tecnologías, como son los (SIG), lo cual permitirá una mejor gestión del peligro, una mejor representación cartográfica temática y una actualización constante de la base de datos del Atlas de Riesgos por parte del mismo personal de las dependencias municipales.

Fotografía 7.1. Vista aérea por las viviendas del nivel socioeconómico medio-bajo en la cabecera municipal.

Fuente: Captura propia.

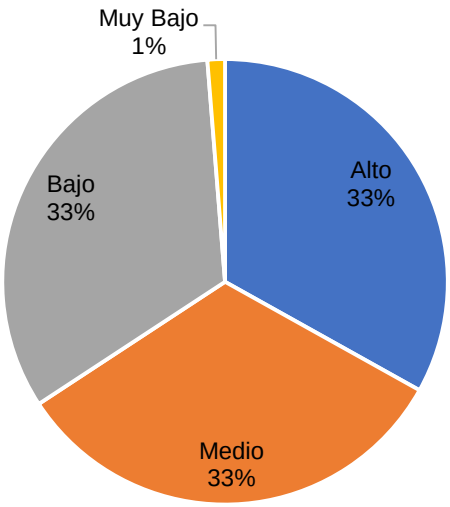
El tópico del R_3 se puede apreciar que cuenta con las 5 categorías distribuidas a lo largo del municipio de interés, como se muestra en el siguiente mapa. De los cuales, la ponderación predominante es el valor alto.

De acuerdo con los directrices establecidos por parte CENAPRED (2006), la ponderación del nivel Alto, simboliza que la sociedad en general está preparada para afrontar a un desastre, ya sea de origen natural o de origen tecnológico; porque ha presenciado con cierto conocimiento teórico y práctico para salvaguardar ante una incidencia.

Las encuestas fueron dirigidas a los residentes que habitan en las principales localidades del municipio de estudio. Se puede observar que hay una percepción de cierta manera favorable ante los programas divulgados por parte de PC ante una contingencia y sobre todo, una buena percepción ante los peligros que se podría presentar en sus aposentos.

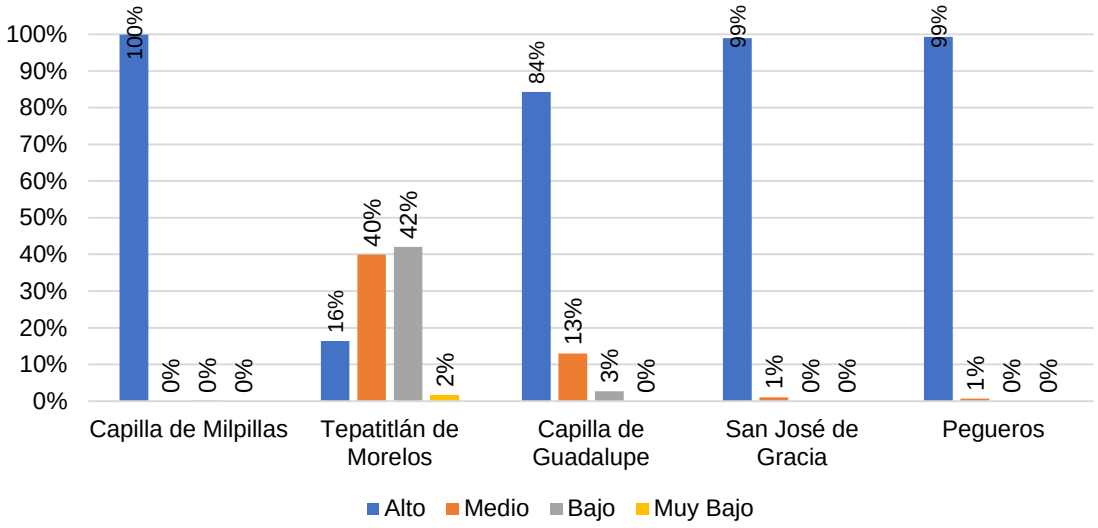
Vulnerabilidad social general urbana

De este modo, se determinó el nivel de vulnerabilidad general para las localidades urbanas donde a escala municipal el 33% de la población se encuentra repartida equitativamente en los niveles alto, medio y bajo, solamente el 1% en el nivel muy bajo (gráfica 7.72). Cabe resaltar que solamente Tepatitlán y Capilla de Guadalupe son las delegaciones urbanas que presentan variedad y entre estas únicamente la cabecera municipal es la que contiene los mejores niveles (gráfica 7.73).



Gráfica 7.73. Distribución de la población urbana por vulnerabilidad general

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.74. Distribución de la población urbana por vulnerabilidad general y localidad

Fuente: Elaboración propia.

Espacialmente, los niveles más bajos en Capilla de Guadalupe se distribuyen hacia la periferia del lado norte de la ciudad, mientras que en la cabecera municipal existe una tendencia agrupamiento de los niveles bajo y muy bajo hacia el suroeste, conservando el patrón de las vulnerabilidades anteriores.

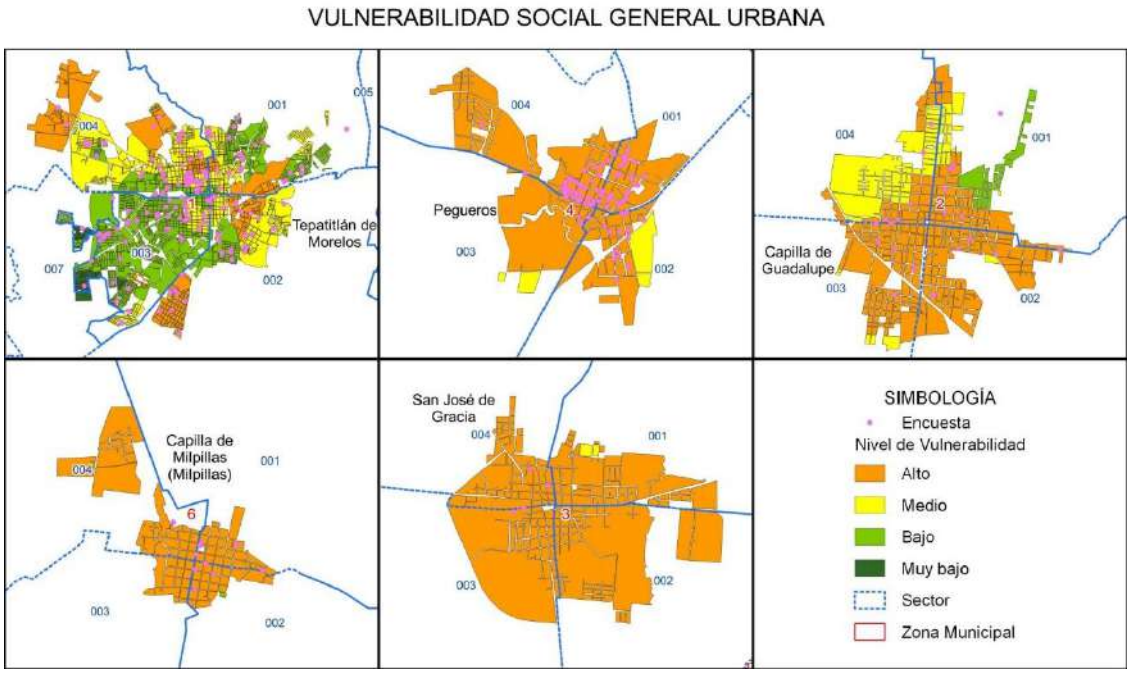


Figura 7.27. Vulnerabilidad social general urbana.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 7.2. Vista aérea en la Cabecera municipal de una zona conflictiva por las inundaciones (Arroyo Los Patos).

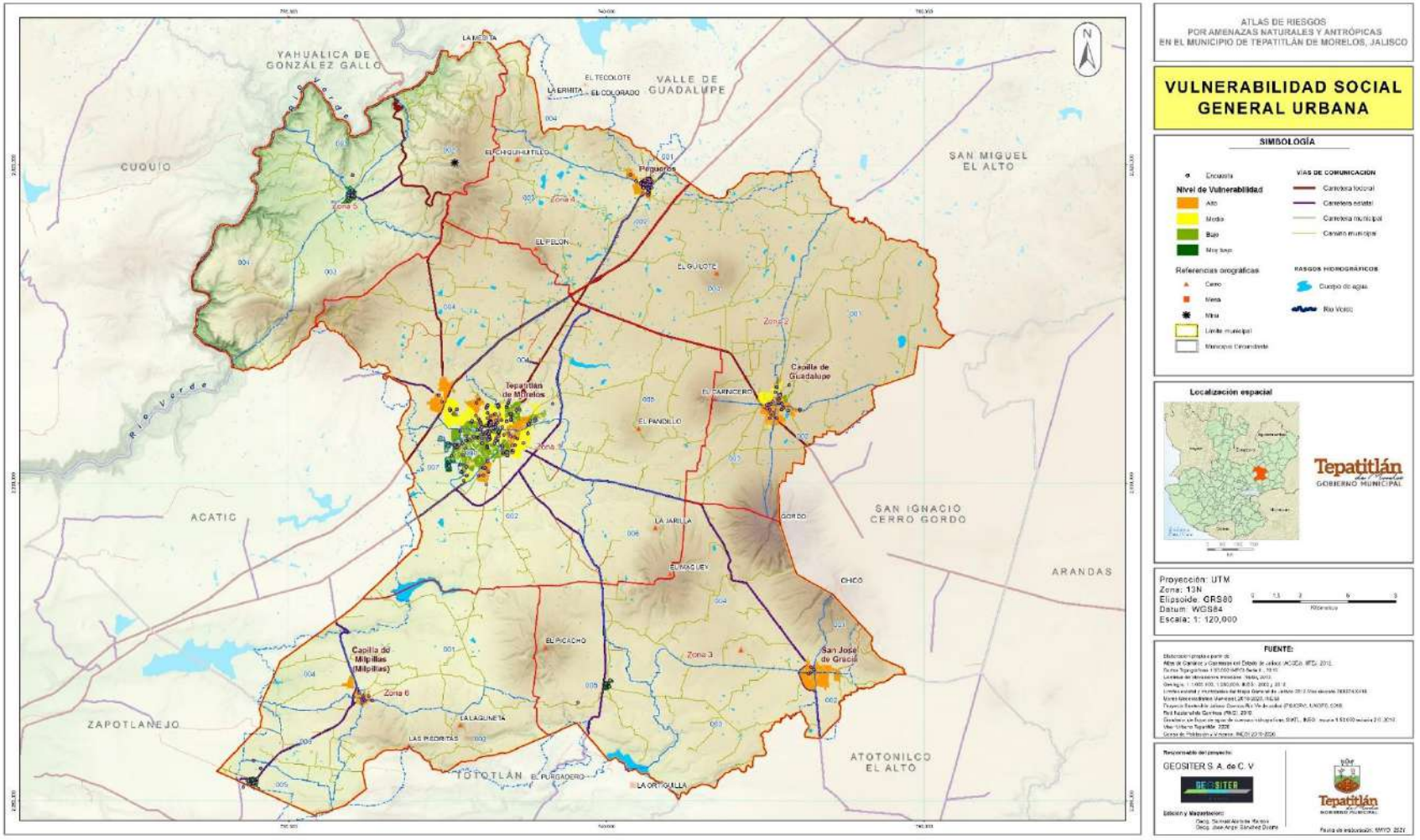
Fuente: Captura propia.

Fotografía 7.3. Vista aérea en la localidad de Capilla de Guadalupe.

Fuente: Captura propia.

Fotografía 7.4. Vista aérea en la localidad de Pegueros.

Fuente: Captura propia.

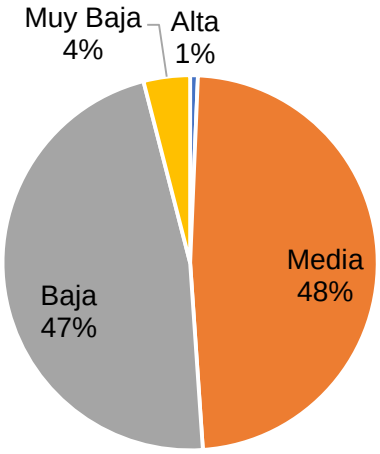


Mapa 7.26, Vulnerabilidad social general urbana

Fuente: Elaboración propia.

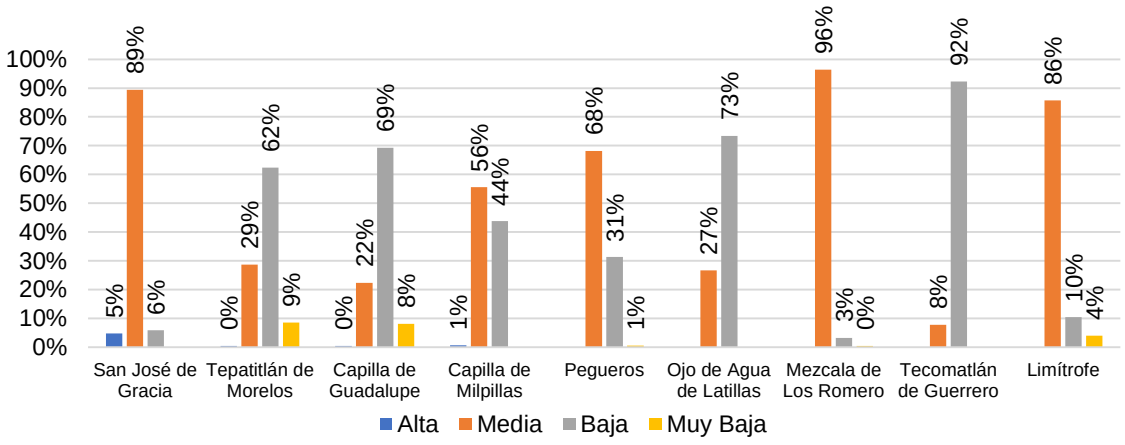
Vulnerabilidad social general urbana

La población rural por nivel de vulnerabilidad general a escala municipal se distribuye de la siguiente manera: el 48% como media, el 47% baja, 4% muy baja y apenas el 1% en alta. Estos son buenos indicadores respecto a la ruralidad. La zona de San José García es la que presenta mayor cantidad de habitantes en vulnerabilidad alta alcanzando el 5%, por su parte, junto con Mezcala y el área limítrofe son casi en su mayoría del nivel medio. Tecomatlán es la zona que concentra mayor cantidad de población rural en nivel bajo con el 92%.



Gráfica 7.75. Distribución de la población rural por vulnerabilidad general

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7.76. Distribución de la población rural por vulnerabilidad general por zona

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta el mismo patrón espacial que en las vulnerabilidades anteriores, esto es que el nivel se encuentra relacionado directamente a la cercanía a grandes núcleos

urbanos donde resalta la cabecera municipal y Capilla de Guadalupe. De esto también podemos inferir que existe un principio de accesibilidad a las vías de comunicación como lo son las carreteras, por lo que para mejorar los niveles es necesario destinar acciones para mantener una conectividad en todo el territorio municipal.

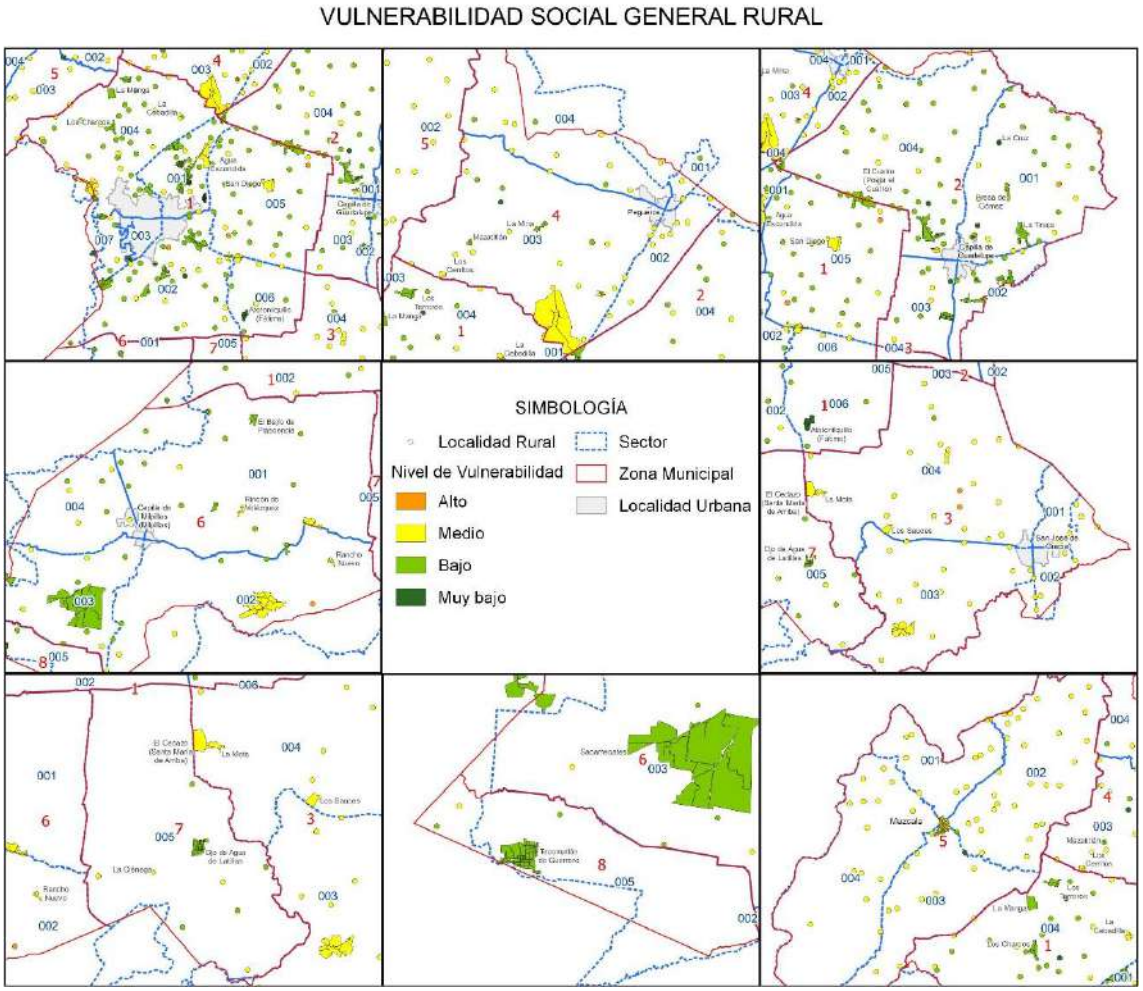
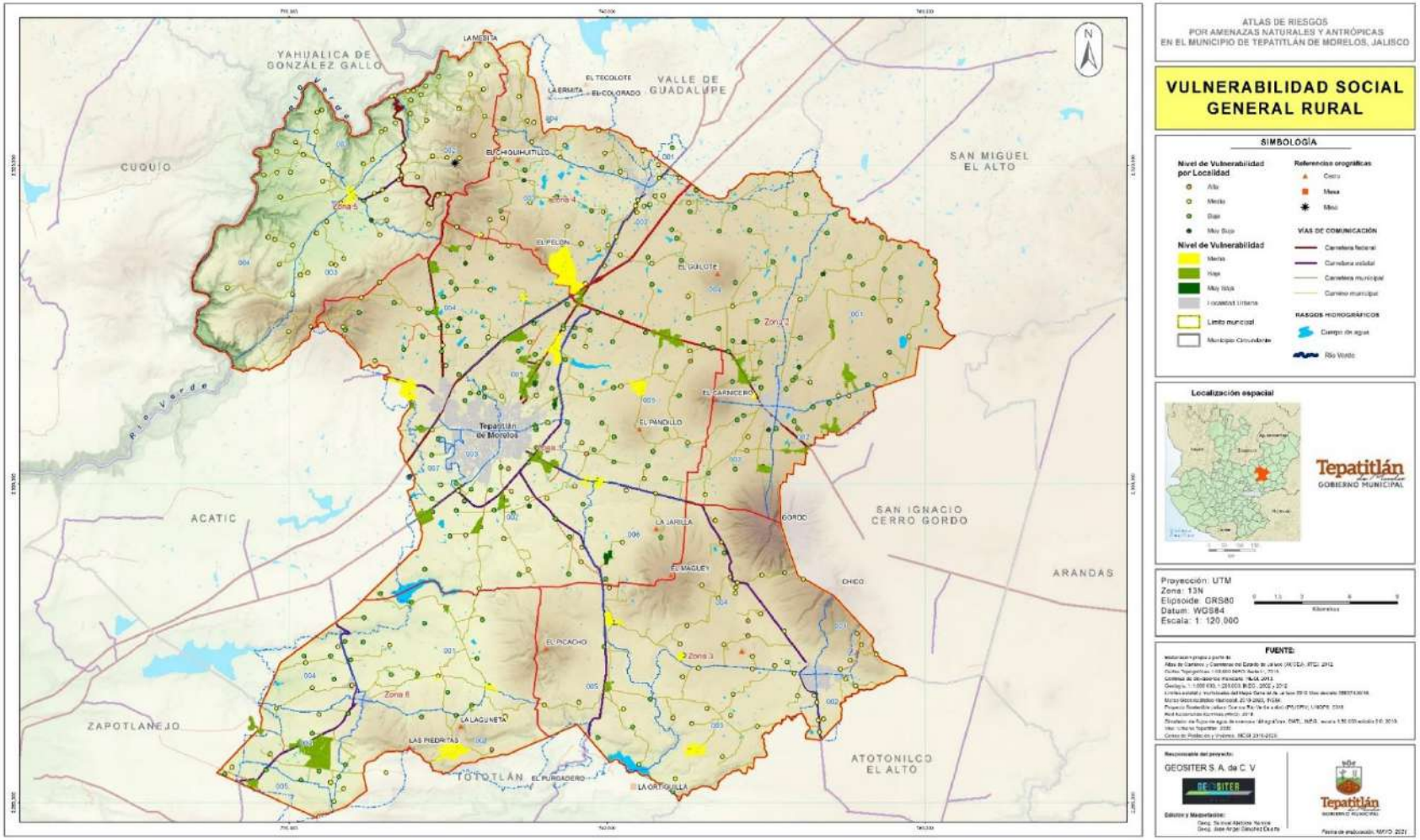


Figura 7.28. Vulnerabilidad social general rural

Fuente: Elaboración propia.

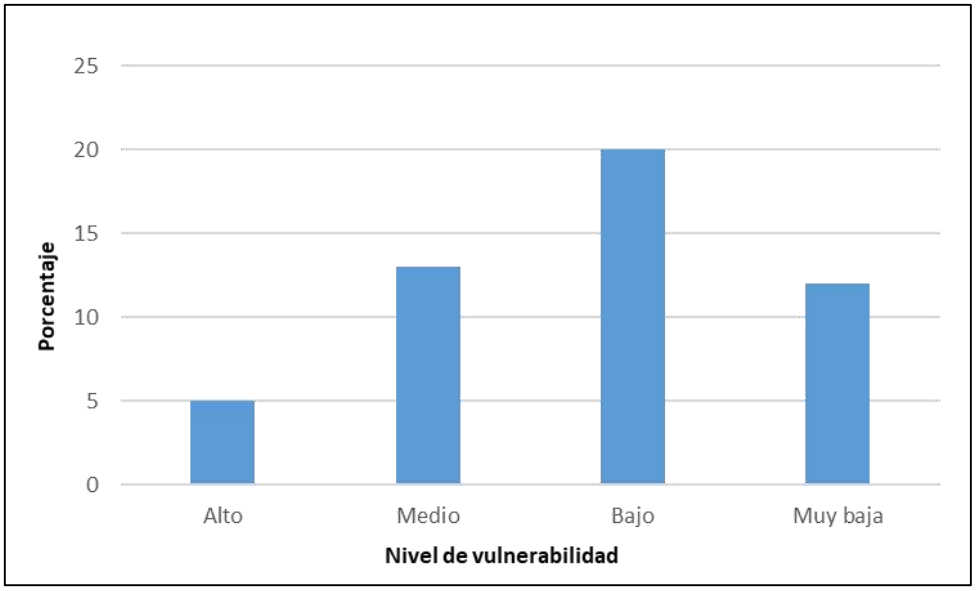


Mapa 7.27. Vulnerabilidad social general rural

Fuente: Elaboración propia.

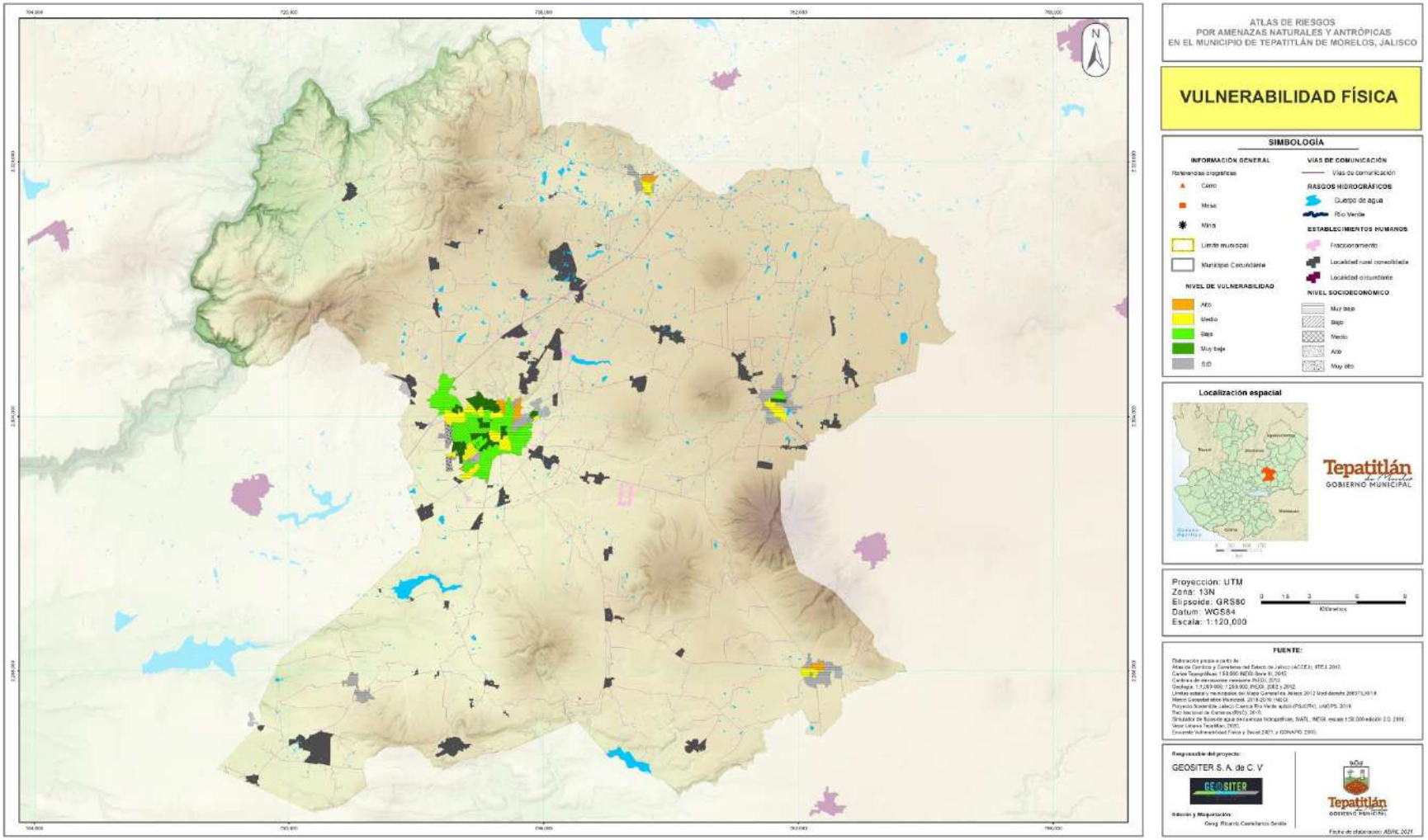
7.14. Vulnerabilidad Física (Vulnerabilidad Económica)

Esta ponderación se caracteriza por presentar la mayor distribución por parte de la vulnerabilidad física del tipo bajo, dentro del municipio de interés; representado el 20% de la cobertura total por las principales localidades consolidada. La segunda ponderación predominante se distingue por ser el tipo de nivel medio y bajo; como se puede apreciar en la siguiente gráfica y mapa, que comparten casi la misma distribución espacial, con el 12% y el 13% de la cobertura total.



Gráfica 7.77. Valores porcentuales sobre la distribución total del nivel de vulnerabilidad física.
Fuente: Captura propia.

Por otro lado, la cabecera municipal se identifica por presentar con una valoración predominante del tipo bajo, por la vulnerabilidad física y representando el 45% de la cobertura total. Este tipo de vulnerabilidad, se distingue por ser uno de los más propensos ante un siniestro potencialmente peligroso en presentar daños estructurales y pérdidas materiales; por sus características de incertidumbre, el alto grado de marginación y sobre todo, de clase social que está constituido en esta zona. Su distribución espacial se caracteriza por ser bajo a muy bajo en cuanto al nivel socioeconómico; representado el 37% y el 31%.



Mapa 7.28. Vulnerabilidad física en el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

8. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

8.1. Aborde Conceptual

De acuerdo con la definición establecida por Ayala- Olcina, J., (2002) y por parte de CENAPRED (2006), el riesgo es el daño o la pérdida esperable a consecuencia de la acción de un peligro sobre un bien a preservar, ya sea la vida humana y los bienes económicos. Según sea la naturaleza del bien afectable, se hablará de riesgos humanos o sociales y económicos. El riesgo puede medirse en términos cuantitativos, tales como víctimas, pérdidas monetarias, o caracterizarse en términos cualitativos, como alto o bajo, aceptable o no aceptable. Puede expresarse en daños o pérdida total, o términos anuales.

El riesgo puede ser entendido en términos genéricos como la proyección escénica de un daño o una pérdida, es una advertencia deducida en conocimiento de ciertos elementos. El riesgo es esperable, no es algo intempestivo, es calculable y por ende analizable. Ya que todo suceso puede conllevar o devenir en un riesgo, el estudio del riesgo se tematiza según el bien a preservar: entre vidas humanas, la economía o la ecología usualmente. Institucionalmente hablando en México la inclusión del análisis, manejo, divulgación del riesgo en la agenda social, implico la propugnación de una ley nacional de Protección Civil. Esta centra su atención en salvaguardar las vidas humanas y su economía, dejando al enfoque legal ambiental la diligencia del dinamismo ecológico-ambiental.

Compuesto por tres factores (peligrosidad, exposición, vulnerabilidad), el estudio del riesgo plasma los escenarios esperables calamitosos del peligro desenvuelto en un territorio. Su medida puede ser cuantitativa según conteo de daños, o cualitativa usando valoraciones diferenciables. El riesgo es un indicador de la reproducción social atenuada, ayuda a evitar desenlaces funestos que paralizasen la economía por largo tiempo.

$$R = P \times E \times V$$

Figura 8.1. Ecuación General del Riesgo.
Fuente: (CENAPRED, 2006).

La importancia del criterio de riesgo en la planeación territorial justifica su presencia como variable en los estudios de planificación. Es así que toda proyección de desarrollo u ordenamiento territorial incorpora un análisis del riesgo como garante de factibilidad y solvencia. Como mera representación espacial el riesgo es confundido conceptualmente con el peligro, es decir la mera presencia de elementos nocivos en el territorio es considerado como riesgo. Presente confusión se supera cuando se conceptualiza el riesgo en términos de procesos incorporando más elementos ambientales en su génesis, más que una simple presencia en el espacio de detonantes funestos.

Los estudios de riesgo superan el peligro (presencia espacial de siniestros) incorporando como un proceso; la peligrosidad se convierte en un factor del riesgo. Sin embargo no todos los Atlas de Riesgo del país llegan a calcular el riesgo, muchas veces solo presentan los peligros y su peligrosidad, referencias descriptivas del territorio en suplemento de vulnerabilidad y exposición. Una limitación que se justifica por la naturaleza del estudio de carácter perfectible dado su elemental función en la gestión del desarrollo de una sociedad. Por la constante actualización y superación por etapas en la confección, el desarrollo y los resultados parciales de un Atlas de Riesgo siempre suman.

Por la jerarquía que tienen los Atlas de Riesgo dentro del marco de los instrumentos de gestión territorial, éste sostiene la factibilidad, da solvencia y reduce la incertidumbre de los programas enfocados al desarrollo urbano. La Gestión Integral del Riesgo tiene un alcance mayor que solo el manejo los Atlas de Riesgo, conjunta la línea programática de la Ley de Planeación. Es decir, todos los programas y planes con manifestación territorial que realice el Estado deberán contemplar el criterio del riesgo, y viceversa los programas de protección civil -entre ellos los Atlas- son reconocidos por la Ley de Planeación.

8.2. Estado de la cuestión

Bajo la perspectiva amplia de la Gestión Integral del Riesgo es posible distinguir dos ejes de antecedentes en materia de riesgo dentro del municipio de Tepatitlán: uno como el cálculo producto de Atlas de Riesgo a diferente nivel de gobierno donde figure Tepatitlán y; otro como criterio de riesgo en la planeación territorial de Tepatitlán.

Ambas líneas de gestión del riesgo que necesariamente implican análisis se distinguen por el carácter explícito o implícito en el enfoque de los programas. Por un

lado las acciones desdobladas del marco legal de Protección Civil expedidas para el municipio carecen de la existencia de un Atlas de Riesgo como tal, sin embargo se hallan dos programas especiales de gestión del riesgo de confección puntualizada con el fin de atender un problema concreto, la inundación generada por el desborde del Río Tepatitlán. El “Plan Operativo de Inundaciones Zona Urbana de Tepatitlán, Jalisco” y el “Programa Contra Contingencias Hidráulicas por Organismos de Cuenca para las Principales Ciudades del País (Etapa 2)”, son dos estudios coordinados por una instancia sectorial como la CONAGUA que suma a la Gestión Integral del Riesgo. Son programas focalizados desde una perspectiva hidráulica de explicita gestión del riesgo pero sin llegar a ser un atlas y por ende con un cálculo del riesgo ajustado.

La línea de programas que presentan un análisis del riesgo implícito son aquellos de carácter de gestión urbana como el Programa de Desarrollo Urbano Municipal (PDUM), Plan de Desarrollo Urbano Centro Población (PDUCP) y los Planes Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU). Dado su objetivo de zonificar es indispensable identificar aquellas zonas inhabilitadas o restringidas por el riesgo o peligro que guardan. En esta referencia implícita del riesgo como variable ineludible para la planeación urbana se produce la confusión conceptual ya referida entre riesgo y peligro, confusión que se justifica en parte por el apremio de marcar las directrices del desarrollo urbano a falta de un Atlas de Riesgo que propicie certidumbre. De igual manera los programas de desarrollo producidos por los diversos gobiernos al asumir el poder, forman parte de la Gestión Integral del Riesgo pero de una manera implícita, el recuento de sus avances en los informes de gobierno son anuncios del desarrollo logrado al superar el riesgo que involucran.

En la base de la planeación se encuentran por un lado el Atlas de Riesgo que sustenta la seguridad de los proyectos al estudiar los escenarios peligrosos y por el otro lado el Ordenamiento Ecológico del Territorio que basamenta la sustentabilidad a toda acción urbanística en su planeación y ejecución.

Es importante dimensionar la gestión del riesgo en su más amplio campo, desde lo explicito hasta lo implícito, en su correlación con el desarrollo, en el sustento cultural del civismo de protección y a la luz de la historia de los territorios. Si bien la consumación del riesgo como un cálculo integral producto final de un Atlas es un logro poco alcanzado, el riesgo como variable en la planeación debe de ser contemplado como un antecedente o estado de la cuestión a incorporar en la confección de cualquier Atlas que pretenda ser alimentado por diversas sumas gestadas sectorialmente pero que no se alejan de la génesis del peligro. En el caso de Tepatitlán se encuentran expeditos

Planes de Desarrollo Urbano mucho antes de contar con un Ordenamiento Ecológico Territorial o un Atlas de Riesgo.

El cálculo sintético del riesgo en los Atlas

Al igual que la vulnerabilidad no existe un cálculo definitivo de este indicador en ninguno de los Atlas por modalidad según la escala que involucren a Tepatitlán. El Atlas Nacional de Riesgos no ha llegado a presentar el riesgo como indicador final, presenta un inventario de peligros georreferenciados mayormente en geometría puntual y en algunos casos llegan a la peligrosidad con el monitoreo de ciertos fenómenos funestos representados en modelos cartográficos animados por actualización, al igual que un inventario de bienes o sistemas expuestos de consulta flexible. En cuanto a los indicadores finales CENAPRED pone a disposición de consulta una paquete pequeño calculado a nivel municipal sobre peligros (frecuencia de ocurrencia), sistemas expuestos (inventario de bienes e inmuebles en el territorio municipal) y vulnerabilidad (conjunto de indicadores que perfilan la situación municipal), pero nunca un indicador cruzado que recoja sintéticamente estos tres factores (peligro, exposición y vulnerabilidad) componiendo el riesgo. Cabe resaltar que la confección de un Atlas de corte escalar municipal no está diseñado para la comparación intermunicipal (entre municipios) es más bien de visión interna (intramunicipal), se basa en una clasificación heterogénea interior al municipio como localidades o delegaciones convirtiendo los indicadores municipales de CENAPRED en referencias de contexto más que de utilidad dado su nivel de generalidad.

Figura 8.2. Ventana informativa indicadores resultantes del Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.
Fuente: CENAPRED.

A nivel estatal el Atlas de Riesgo de Jalisco no llega a confeccionar indicadores, solo presenta el inventario de peligros georreferenciados estáticamente. Alcance que no

puede ser nombrado como peligrosidad por la ausencia de análisis, solo puede ser considerado como una representación inicial de los peligros.

La ausencia de un Atlas municipal de la materia evidencia la nula existencia de algún respaldo concreto del cálculo del riesgo para Tepatitlán. Usualmente la confección de un Atlas implica un lapso de tiempo prolongado y repartido en etapas, donde la llegada al riesgo finaliza un cumulo de esfuerzos sumario. Diversos municipios que cuentan con Atlas de Riesgo solo alcanza a cubrir la peligrosidad o un inventario semi-sistemático de las amenazas, resultado limitado para que un Atlas cumpla la función del respaldar y solventar la factibilidad con certidumbre del desarrollo municipal y su planeación.

8. 3. Riesgo por inundaciones

Tal como se analizó en el Módulo VI (Zonificación de peligro y susceptibilidad por fenómenos hidrometeorológicos) El principal agente generador de peligros en el municipio son las inundaciones y encharcamientos por crecidas súbitas, fenómeno que tiene su génesis principalmente debido a tormentas atípicas, mismas que se presentan con cierta frecuencia durante el temporal de lluvias a través del verano estacional, provocando pérdidas materiales y poniendo en peligro a la población.

De tal suerte, a través de un análisis multicriterio, se ponderaron las variables de la ecuación general del riesgo para mostrar las zonas de mayor riesgo en el territorio municipal.

Del mismo modo, a partir de lo encontrado en el mencionado apartado de peligrosidad, se desarrollaron algunos indicadores para la medición del riesgo por inundación, que contemplan factores socio-económicos y de vulnerabilidad social para establecer mediciones cuali-cuantitativas concretas y espacializadas sobre las afectaciones de los fenómenos hidrometeorológicos en la cabecera municipal, siendo esta localidad la más importante al concentrar tanto a los bienes, servicios e infraestructura municipal, como al grueso de la población; aunado a ello, su proximidad al Río Tepatitlán le confiere una exposición clara a posibles crecidas del escurrimiento donde su capacidad hidráulica se ve colmatada debido primordialmente a alteraciones antropogénicas, producto de las actividades humanas que se desarrollan en sus inmediaciones.

8.3.1. Zonificación del nivel de riesgo por inundaciones

Como se mencionó, el Riesgo se compone de las variables de Peligrosidad, Exposición y Vulnerabilidad. Estos elementos se desarrollaron en los módulos anteriores, siendo el presente la síntesis de ellos, al tratar de abordar holísticamente los 3 sistemas mediante un análisis multicriterio, que jerarquiza en valores cuantitativos el nivel de influencia de cada sistema, a su vez dividiendo los sistemas en sus componentes, para que cada elemento aporte de manera distinta un peso al cálculo del riesgo por fenómeno.

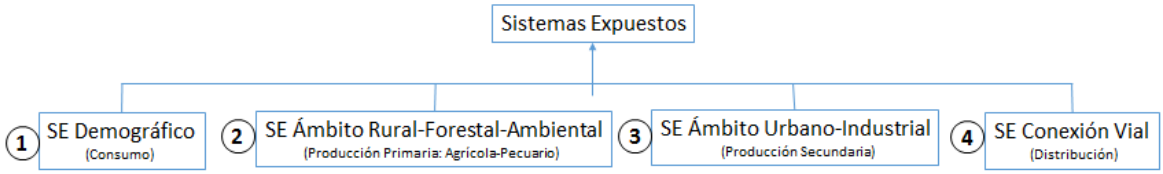


Figura 8.3. Sistemas expuestos a fenómenos peligrosos.

Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas expuestos, definidos como los elementos de infraestructura y bienes materiales que potencialmente pueden sufrir pérdidas ante un fenómeno peligroso por su ubicación, se muestran en la Figura 8.3. A partir de ello, se establece la siguiente ponderación (Tabla 8.1), de acuerdo a las capas de datos georreferenciadas con las que se cuenta en el contexto municipal, provistas por las diversas fuentes oficiales a nivel municipal, estatal y federal.

Exposición	Ponderación
Frontera agrícola	1
Área de renovación urbana	2
Uso industrial y equipamiento	2
Buffer 250 m Granjas	1
Buffer 100 m Sector Salud	2
Buffer 100 m Sector Educativo	2
Buffer 100 m Sector Religioso	2

Tabla 8.1. Variables usadas para la construcción de la Exposición por fenómenos naturales con su respectiva ponderación.

Fuente: Elaboración propia.

Similarmente, la ponderación para el Sistema de Vulnerabilidad, se obtuvo a partir de los resultados de la Vulnerabilidad Social por fenómenos naturales (véase capítulo VII), en donde se tomaron los valores de R_1, R_2 y los reactivos de R_3 pertinentes a los

peligros naturales para generar un índice de vulnerabilidad en el rubro de los fenómenos hidrometeorológicos y geológico-geomorfológicos.

Vulnerabilidad	Ponderación
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1

Tabla 8.2. Variables usadas para la construcción de la Vulnerabilidad por fenómenos naturales con su respectiva ponderación.

Fuente: Elaboración propia.

Para el Sistema de Peligros se usaron las capas de información desplegadas en la Tabla 8.3, las cuales conforman los principales productos del proyecto en el apartado de inundaciones y encharcamientos, comenzando por el Modelo de inundación por crecidas súbitas del Río Tepatitlán con un periodo de retorno de 100 años en las inmediaciones de la Cabecera (véase Módulo VI). Se tomó tal modelo ya que representa el peor escenario contemplado, donde una tormenta atípica que se presenta normalmente cada siglo, provocará inundaciones en un área bastante extensa tomando en cuenta las condiciones actuales del Río y zonas aledañas.

Peligro	Ponderación
Modelo altura tirante PR 100 años	5
Inundación Local (Visor Urbano)	3
Susceptibilidad a Inundaciones Alta	2
Susceptibilidad a Inundaciones Muy Alta	3
Incidencias históricas buffer 100 m	2
Incidencias campo buffer 100 m	4
Incidencias taller buffer 100 m	4

Tabla 8.3. Variables usadas para la construcción de la Peligrosidad a inundaciones con su respectiva ponderación.

Fuente: Elaboración propia.

El resto de las capas lo constituyen los polígonos de inundaciones en distintas localidades municipales consideradas de manera oficial (Visor Urbano) como las zonas que sufren constantes colmataciones a sus sistemas hidráulicos durante un evento de precipitación; además de la batería de registros en el ámbito de inundaciones y encharcamientos registrados por la UMPCyB. Complementando estas fuentes municipales, se tienen los datos levantados a lo largo del desarrollo del proyecto, mediante el Taller de Cartografía Participativa, 2020 y las visitas a campo, así como el Modelo de Susceptibilidad a Inundaciones presentado en el Módulo VI.

Las valoraciones en la ponderación se hicieron en base a consideraciones jerárquicas, donde se le dio mayor peso a lo recopilado en campo y en los talleres, ya que se considera lo más reciente y soportado por evidencia empírica. Algo menos de peso se le dio a las incidencias históricas producto de los reportes de Protección Civil municipal, al ser estos de carácter histórico, puede tratarse de desastres ya mitigados o de ocurrencia esporádica; no obstante valen la pena considerarse, ya que en algún momento sí aconteció algún fenómeno peligroso.

Fotografía 8.1. Cuerpo de agua aledaño a sistemas expuestos en la zona conocida como Los Charcos.

Fuente: Captura propia.

A cada sistema se le asignó un peso distinto, concordante con lo que se determinó aporta a la cuantificación del riesgo, teniendo así el 50 % del peso para el sistema de peligros, el 20 % para los sistemas expuestos y el 30 % restante para la vulnerabilidad social ante fenómenos naturales.

El Mapa 8.1 muestra el resultado de esta metodología, donde se aprecian las zonas que presentan mayor riesgo como aquellas donde se da la intersección espacial de los 3 factores: Peligro, Exposición y Vulnerabilidad.

Se hace un acercamiento a la cabecera municipal, siendo esta zona la más compleja por su concentración de elementos de vulnerabilidad y sistemas expuestos, además de la presencia del Río Tepatitlán, principal agente generador de las crecidas súbitas en el municipio. Es aquí donde se tiene la superficie más extensa en cuanto a zonas altamente riesgosas por inundaciones, ya que prácticamente todas las superficies

circundantes al lecho del Río Tepatitlán poseen un Nivel de Riesgo Alto y Muy Alto; se presentan algunas pequeñas extensiones con estas categorías en las localidades de Pegueros, Capilla de Milpillas, Capilla de Guadalupe y San José de Gracia, producto de inundaciones locales que recurren durante cada temporal de lluvias[44].

A pesar de no tener un Alto Nivel de Riesgo, ya que no se ha registrado Peligro a escala significativa, se observan en Riesgo Bajo o Medio como puntos las localidades rurales no consolidadas como rancherías o caseríos dispersos, y como polígonos sólidos las localidades rurales consolidadas, simplemente por su carácter como sistemas expuestos y con algún grado de vulnerabilidad; denotando así que en caso de una tormenta extraordinaria, tales elementos territoriales pudieran verse afectados no obstante no ser zonas en peligro inminente.

Fotografía 8.2. Ramal del Río Tepatitlán aguas arriba, al norte de la cabecera, en el Fraccionamiento San Pablo.
Fuente: Elaboración propia.

La falta de una planeación urbana que considere estos elementos, hace persistente el riesgo por inundaciones en el municipio, a su vez que la infraestructura para detener las crecidas súbitas del Río Tepatitlán durante su transcurso por la cabecera, es inexistente en muchos segmentos de dicho cauce, tal es el caso del

[44] Para apreciar un mayor detalle de este y los demás modelos que se presentan en este módulo, favor de remitirse al Anexo Cartográfico, para la imagen en alta resolución; o al Anexo SIG, para la capa editable en formato .img

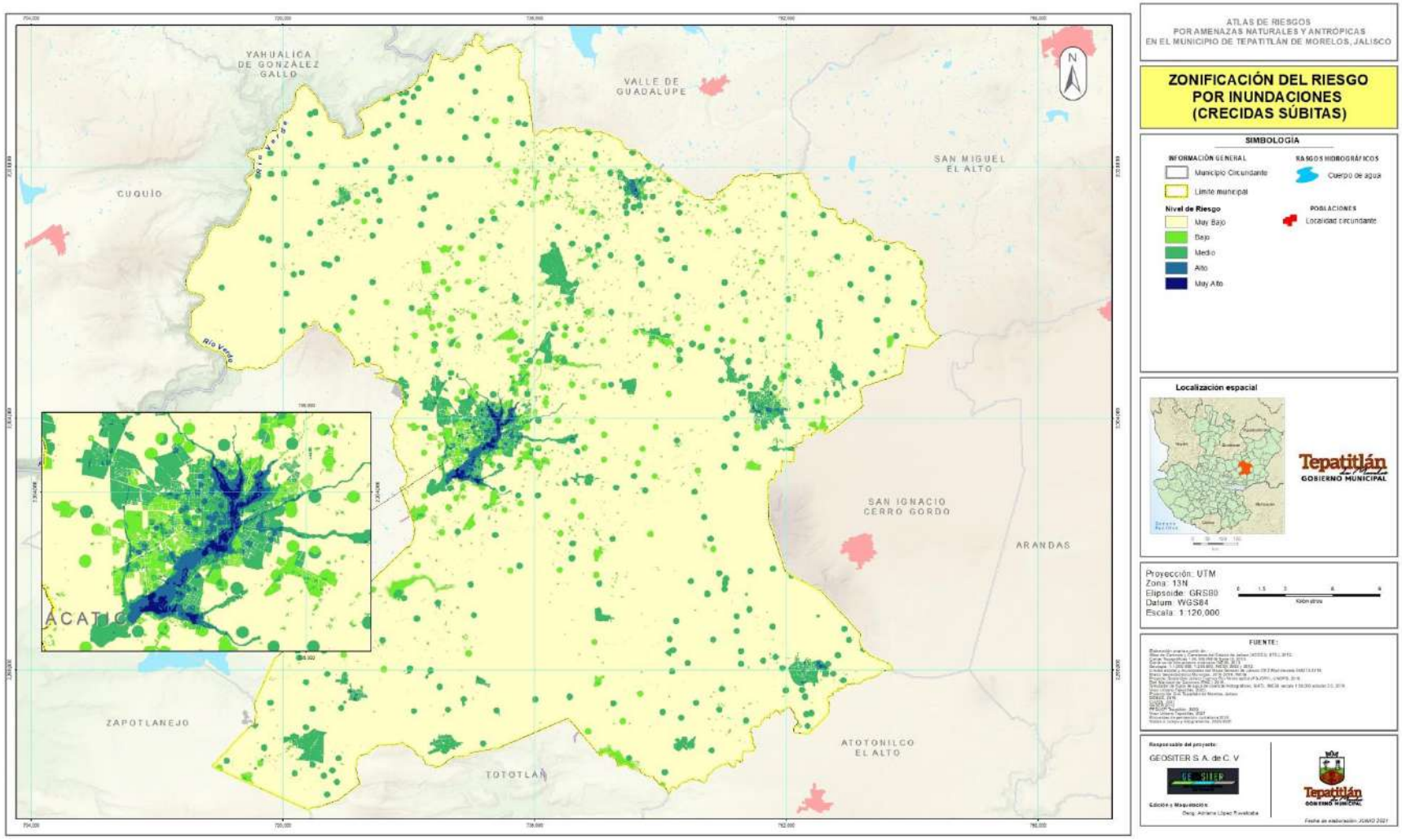
Fraccionamiento San Pablo, donde la urbanización incipiente genera un alto grado de riesgo a los habitantes de dicha zona, aún considerando que tal área se encuentra en la parte alta de la microcuenca, donde el volumen de flujo no es tan abundante como en la zona baja, donde la concentración del caudal presenta problemas serios durante cada temporal[45].

Nivel de Riesgo	Superficie en Ha	% de cobertura municipal
Bajo	4504.81	3.25
Medio	7877.18	5.68
Alto	606.4	0.44
Muy Alto	142.71	0.10

Tabla 8.4. Valores absolutos y relativos de superficies por nivel de riesgo a inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

[45] Para esta escala de valores cualitativos a partir de las ponderaciones de todas las capas involucradas, se tomó la misma categorización que se ha empleado en otros rubros de este estudio y que ha sido establecida de manera generalizada como la más usada al momento de definir clases de valores ordinales o de procesos aritméticos traducidos a datos cualitativos, entendida como la categorización en 5 estratos de “Muy Baja” a “Muy Alta”, donde la primera indica la poca o nula presencia de la variable analizada, mientras que la última denota lo contrario.



Mapa 8.1. Zonificación del nivel de riesgo por inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

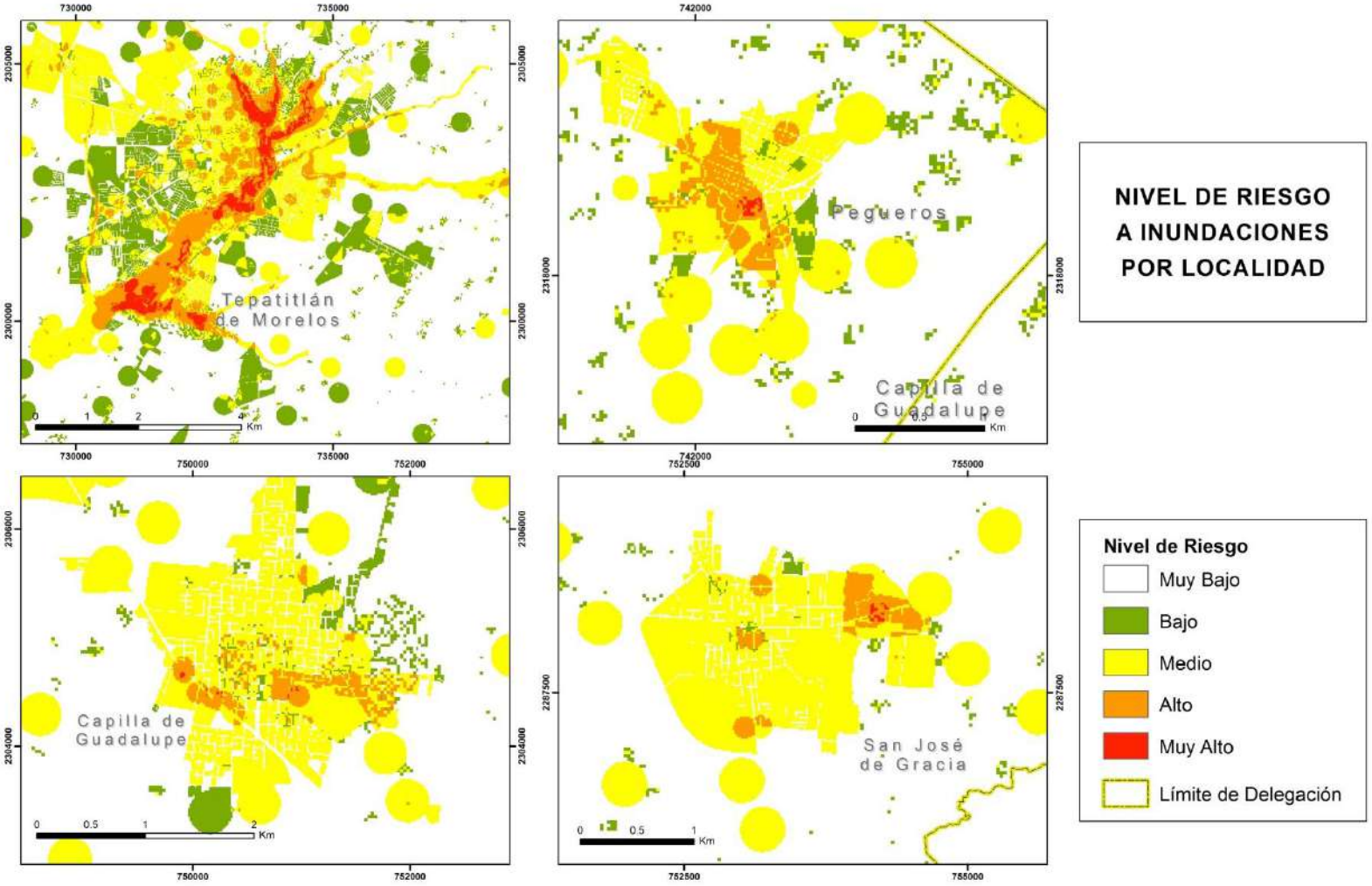


Figura 8.4. Localidades con mayor nivel de riesgo a inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.2. Nivel de riesgo por pérdidas monetarias debido a crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos con un periodo de retorno de 100 años

Para la determinación del Riesgos económico por inundación se elaboró con base a los parámetros establecidos y la formula logarítmica por parte de CENAPRED, (2006); representada a continuación, la cual es una variación de la Ecuación General del Riesgo, presentada en la Figura 8.1:

$$R = C * V * P$$

Donde:

R. Riesgos (pérdidas económicas).

C. Es el valor de los bienes expuestos.

V. Es la vulnerabilidad o el porcentaje de daños de una vivienda por efecto de una inundación.

P. Es el peligro o la probabilidad de que ocurra un hecho potencialmente dañino.

Los riesgos se expresan de manera multi- temporal ya que la severidad está íntimamente relacionada con la ocurrencia del fenómeno o también conocido como periodos de retornos (Tr). Además, la calamidad no tiene un patrón homogéneo de intensidad y ocurrente; ya que está influenciado por los factores condicionantes y sobre todo, por el factor desencadenante; que es la precipitación máxima probable en 24 horas; véase en el Módulo I subcapítulo de elementos meteorológicos y tipos de climas.

A continuación, se expresa el cálculo aritmético para determinar el riesgo económico:

$$R = C * VT_{Pt} * P_{Pt}$$

Donde:

$VT_{Pt.}$ Es la vulnerabilidad asociada con un tirante o profundidad de inundación con un periodo de retorno en específico.

P_{Pt} Es la probabilidad de que se alcance un tirante o profundidad de inundación asociado a un periodo de retorno en específico.

Por lo general esta expresión se maneja de manera multitemporal, para establecer las pérdidas monetarias de acuerdo a la ocurrencia del fenómeno peligroso, que puede ser de manera, ocurrente o periódica (2 años a 5 años), excepcional (10 años a 25 años)

y extraordinaria (50 años a 100 años). Para este estudio se determinó con un Pt de 100 años. El periodo de 100 años, se describe como el peor escenario que se podría presentar en dicho sitio, ya que la severidad es de mayor magnitud en comparación con la severidad ordinaria.

NSE	Nivel de marginación	Tipo de viviendas	Estimación de pérdidas monetarias por los diferentes tipos de vivienda (pesos Mx.)
Alto	Bajo	IV	300,000
Medio	Medio	III	150,500
Bajo	Alto	II	50,000
Muy bajo	Muy alto	I	12,500

Tabla 8.5. Diagrama para establecer los tipos de viviendas y Estimación de pérdidas monetarias por los diferentes tipos de vivienda.

Fuente: CENAPRED, 2006.

De acuerdo con la explicación por parte de Ayala- Olcina, J., (2002); para que exista riesgo y pérdidas esperables, debe de existir exposición, peligrosidad y vulnerabilidad.

El término de exposición es el conjunto de bienes a preservar que pueden ser dañados por la acción de un peligro. Pueden ser vidas humanas, económicas, estructural y ecología (Ayala- Olcina, J, 2002).

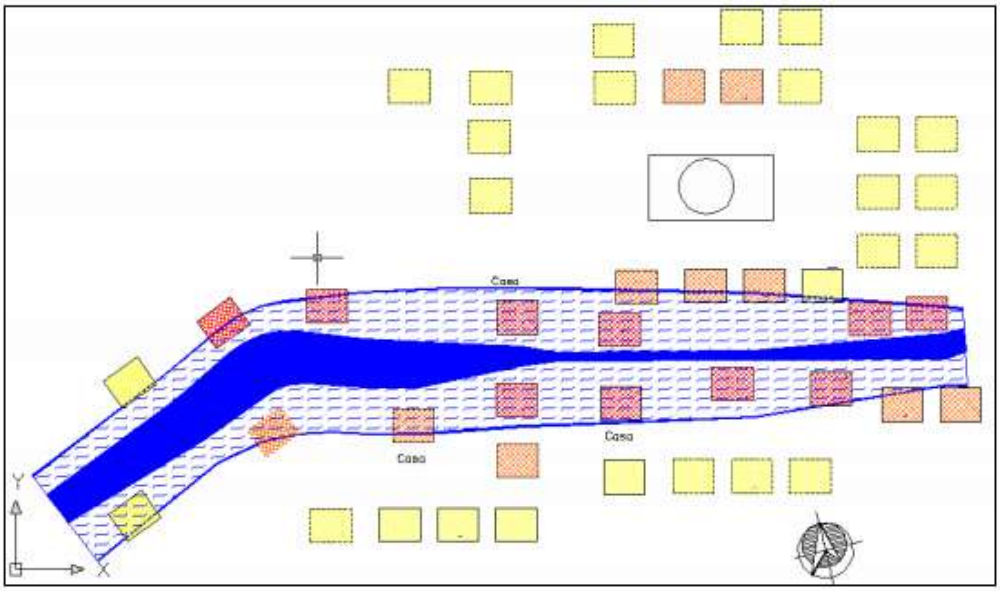


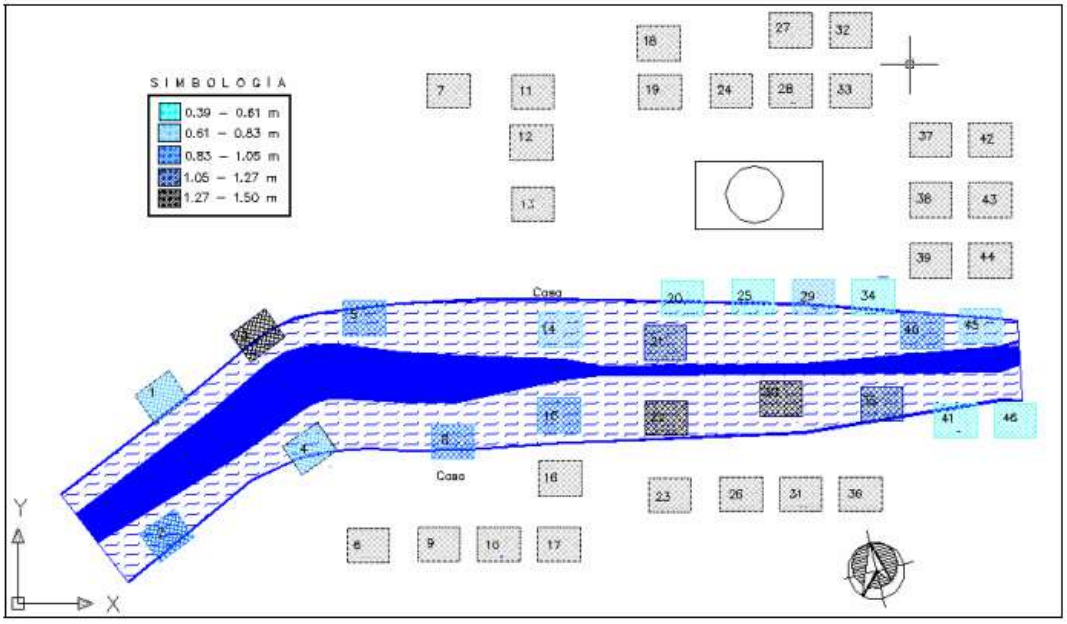
Figura 8.5. Superposición de mapas de peligro y de vulnerabilidad para establecer el riesgo.

Fuente: CENAPRED, 2006.

En la Figura anterior, se puede apreciar el traslape del peligro con respecto a la exposición de los bienes materiales (viviendas). En la siguiente Figura (8.5), se muestra la influencia que tiene muy allegada con la altura de la inundación, para establecer el porcentaje de pérdidas esperables y por el tipo de viviendas, que está influenciado por el nivel socio- económico (NSE)[46].

Nivel del agua (m)	Pérdidas por tipo de vivienda		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
0.00 - 0.20	0.00	0.00	0.00
0.20 - 0.40	0.03	0.06	0.03
0.40 - 0.60	0.10	0.18	0.08
0.60 - 0.80	0.44	0.30	0.31
0.80 - 1.00	0.73	0.80	0.74
1.00 - 1.20	0.93	0.90	0.81
1.20 - 1.40	0.93	0.95	0.97
1.40 - 1.60	0.96	0.98	0.98
1.60 - 1.80	0.96	1.00	0.99
1.80 - 2.00	1.00	1.00	1.00
2.00 - 2.50	1.00	1.00	1.00
2.50 - 3.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 8.6. Porcentaje de las pérdidas esperables por el tipo de vivienda y la altura del tirante.
Fuente: CENAPRED, 2006.



[46] Los tipos de vivienda del VI y V son categorizados con la misma ponderación por parte del nivel III, ya que CENAPRED 2006. Ya que no se contemplan para establecer el porcentaje de pérdidas monetarias. Estos tipos de viviendas, son considerados de menor incertidumbre ante los peligros de carácter hidrometeorológico.

Figura 8.6. Altura del tirante o el nivel de inundación en cada casa afectada para un Pt. De 5 años.
Fuente: CENAPRED, 2006.

En la siguiente Figura (8.6) se observa la estimación de pérdidas monetarias por viviendas ante una la incidencia por una inundación.

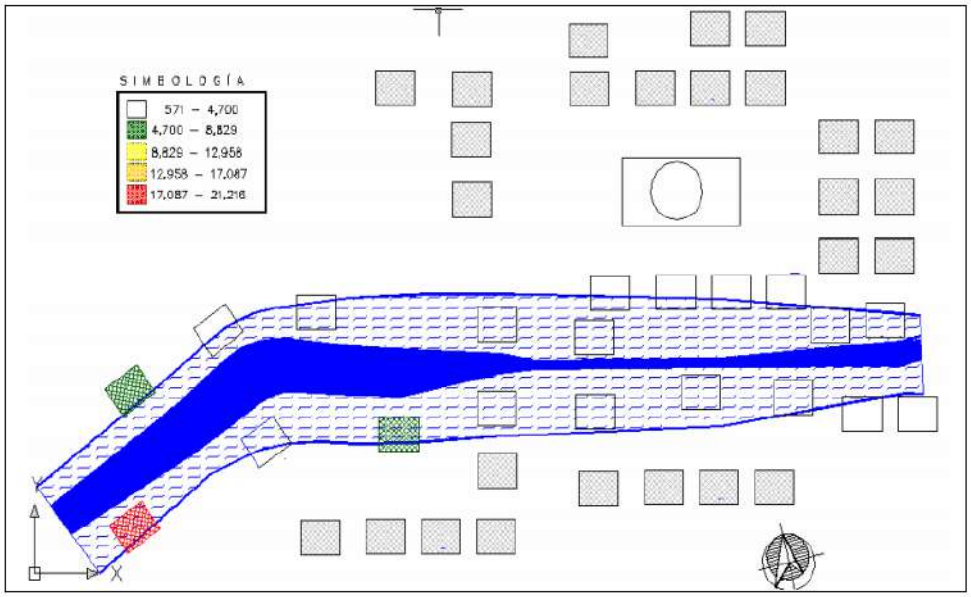


Figura 8.7. Mapa de riesgo de inundación para un Tr = 5 años (pérdidas calculadas).
Fuente: CENAPRED, 2006.

Los valores resultantes son representados de manera espacial empleando el algoritmo Natural Breaks[47], se usó este método de representación cartográfica ya que muestra de manera significativa todos los intervalos cuantitativos, sin otorgar demasiada representación a alguno sobre otro en cuanto a número de elementos se refiere, además de que no existe un método establecido para su presentación gráfica/espacial.

Dentro del área de estudio, hay 93 AGEBs expuestos ante el peligro de los fenómenos hidrometeorológicos por las crecidas súbitas, también conocidas como inundaciones repentinas, de los cuales, la cuantificación predominante es sobre el tipo de vivienda del nivel I.

[47] El natural breaks o también es conocido como método de clasificación de rupturas naturales de Jenks, es un método de agrupación de datos diseñado para determinar la mejor disposición de valores en diferentes clases. Esto se hace buscando minimizar la desviación promedio de cada clase con respecto a la media de la clase.

Este tipo de nivel de vivienda, se caracteriza por ser los más propensos en presentar pérdidas materiales; si bien son los que están categorizados con un poder adquisitivo muy bajo, de 12,500 (CENAPRED,2006), debido a ello, se caracterizan por recuperar su patrimonio de forma lenta o incluso parcial, siendo así los elementos potencialmente más afectados a nivel de pérdidas económicas.

En la Tabla 8.6 se puede apreciar que las pérdidas monetarias del tipo de vivienda I son los que poseen con la mayor cobertura, con un total de 53 AGEBs; representando el 56% de la cobertura total. En cambio, la segunda cobertura predominante es el tipo de vivienda II, que simboliza con un total de pérdidas estimadas de 50 mil pesos; representando el 25% de la cobertura total.

Tipo de viviendas	Estimación de pérdidas monetarias por el tipo de vivienda (pesos Mx.)
IV	300,000
III	150,500
II	50,000
I	12,500

Tabla 8.7. Pérdidas monetarias en la cabecera municipal de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: CENAPRED, 2006.

Pérdidas monetarias (Pesos Mx)	Numero de AGEB
12,500	53
50,000	24
150,500	17
300,000	1

Tabla 8.8. Número total de AGEB expuestos por las pérdidas esperables en la cabecera municipal.

Fuente: CENAPRED, 2006.

Las pérdidas acumulativas son representadas a continuación:

Tipo de vivienda	Pérdidas económicas acumulativas
I	42,492,875
II	35,574,000
III	**82,729,850**
IV	6,417,000

Tabla 8.9. Pérdidas monetarias en la cabecera municipal.

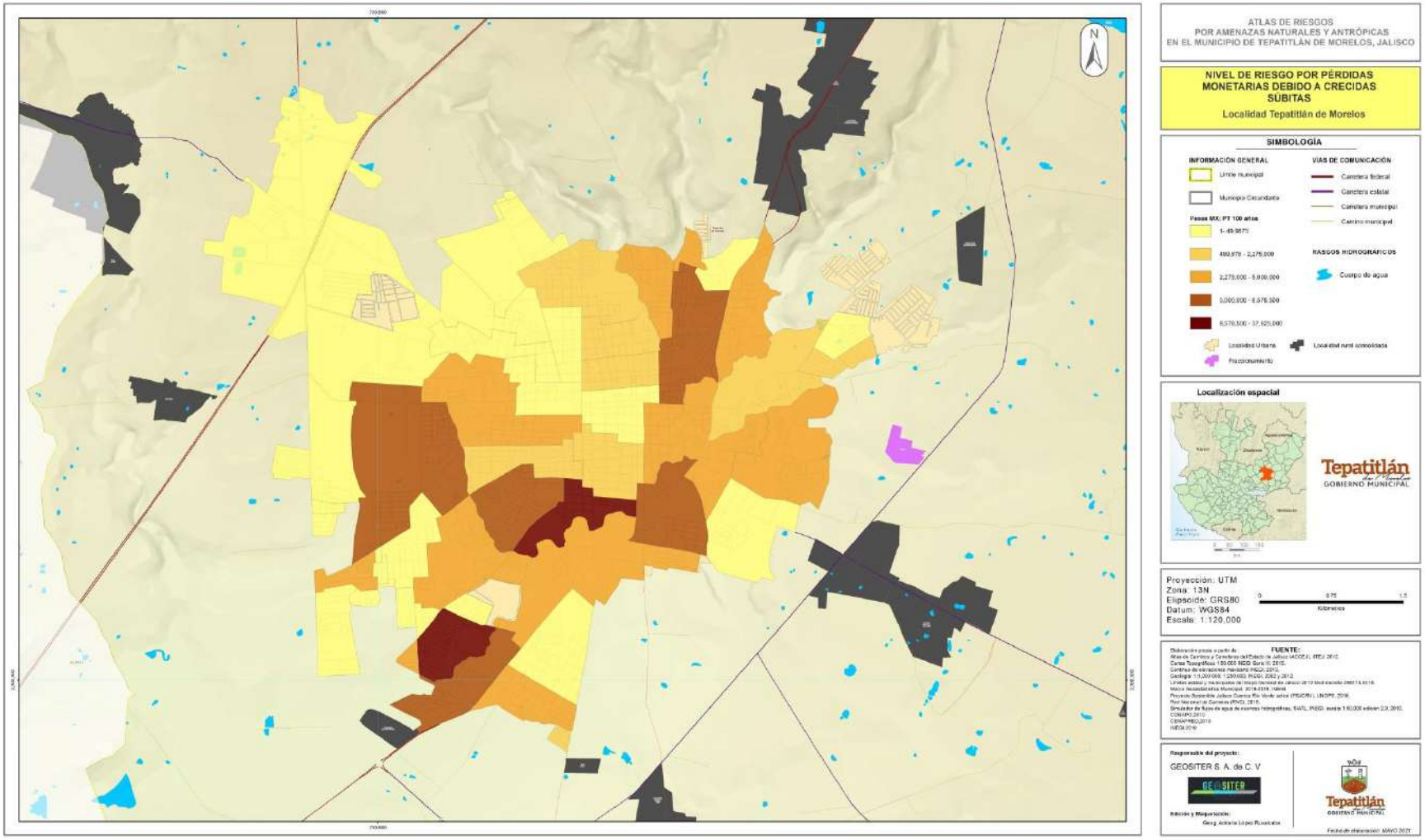
Fuente: CENAPRED, 2006.

El valor en donde se tiene una mayor pérdida monetaria se encuentra primordialmente en el tipo de vivienda III, con un total estimada de 82,729,850 pesos.

En cambio, la ponderación con menores pérdidas se encuentra en el tipo de vivienda IV.

Fotografía 8.3. La colonia San Carlos es una de las zonas más conflictivas en el municipio por las crecidas súbitas.

Fuente: Captura propia.



Mapa 8.2. Nivel de riesgo por pérdidas monetarias por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.3. Índice de riesgo por crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos

El índice de riesgo es un indicador que tiene la función de establecer de manera predictoria los valores de los daños esperados, para después expresarla con una escala de cero a uno, con el fin de identificar las zonas con mayores pérdidas.

El índice de riesgo es determinado de igual manera por los principios establecidos por parte de CENAPRED, (2006), de acuerdo con la siguiente expresión algebraica:

$$I_{R_j} = \frac{R_j}{C_{MAX}}$$

Donde:

IRj.- Índice de riesgo para la vivienda "j", adimensional.

CMAX.- Valor del bien expuesto más alto dentro de la localidad, pesos.

Rj. Valor esperado para la vivienda "j", pesos.

De acuerdo con el peso obtenido, es la ponderación del índice de riesgo:

I_{R_j} será Alto si $0.67 < I_{R_j} < 1.0,$

I_{R_j} será Medio si $0.33 < I_{R_j} < 0.67$

I_{R_j} será Bajo si $0 < I_{R_j} < 0.33$

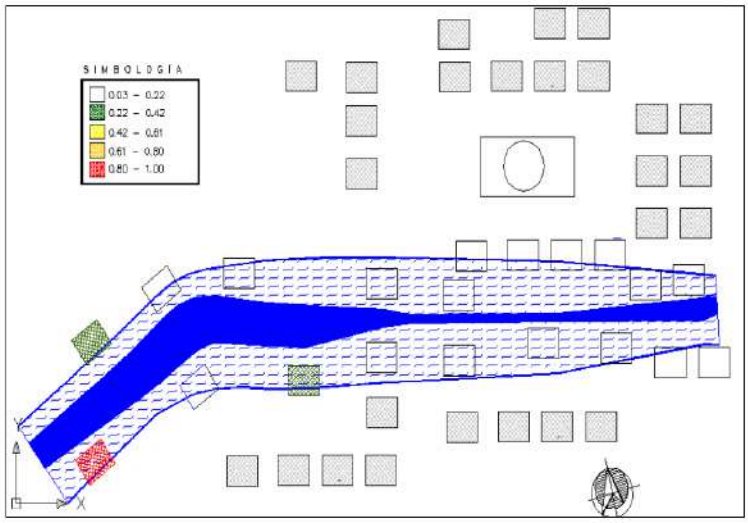
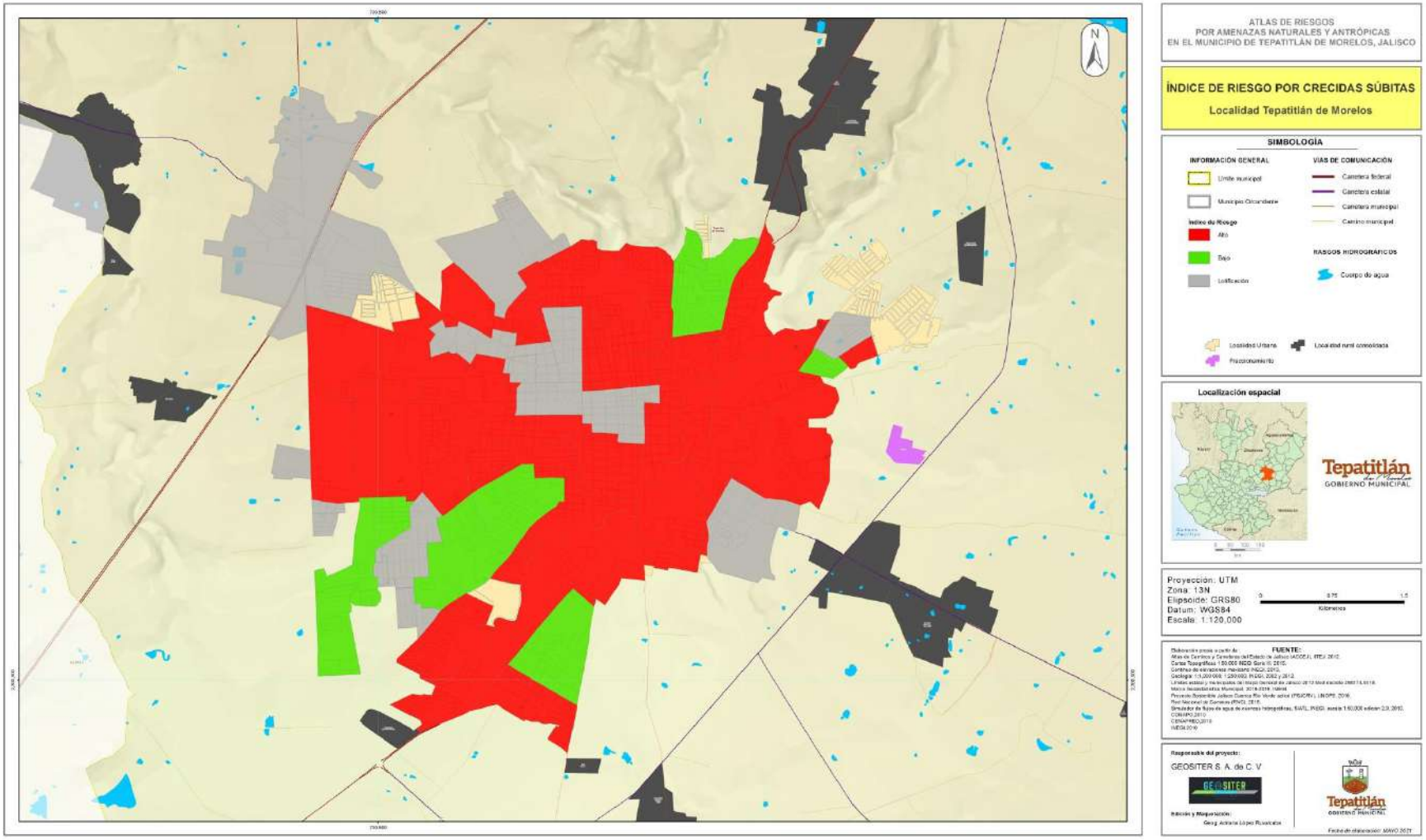


Figura 8.8. Mapa de riesgo de inundación para un Tr = 5 años (índices de riesgo).

Fuente: CENAPRED, 2006.



Mapa 8.3. Índice del riesgo por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos.

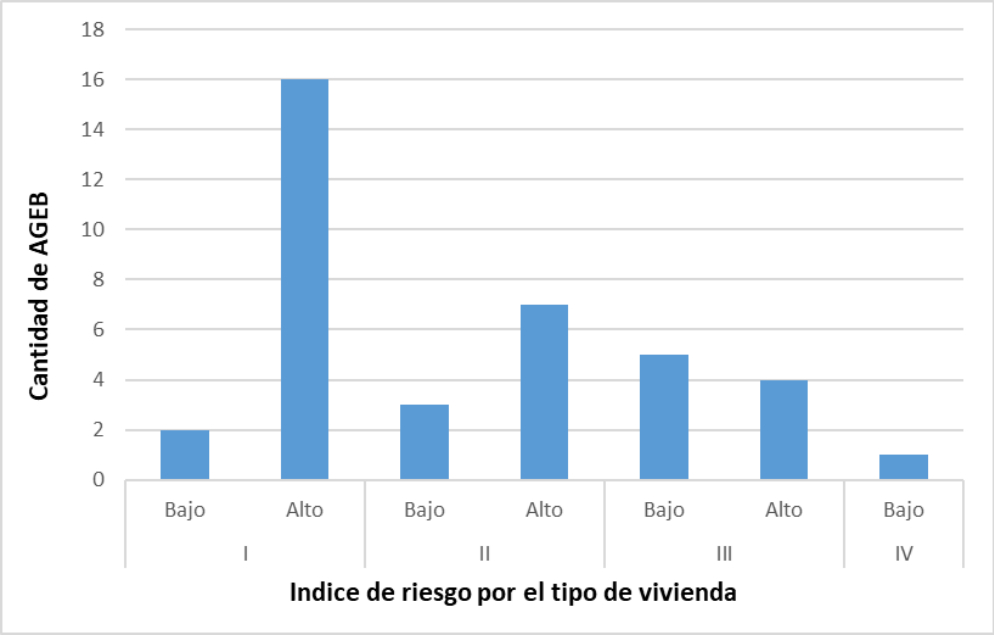
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos por parte del índice de riesgo, representados en la siguiente Tabla, se tiene que la principal cobertura con mayor número del índice de riesgo posee un índice de riesgo alto y está categorizada entre las viviendas de mayor incertidumbre en presentar daños y pérdidas materiales, teniendo una cobertura total de 16 AGEBs. De igual manera, el tipo de vivienda II, se caracteriza por presentar la misma predominancia del índice de riesgo alto, en la cual presenta con una exposición total de 7 AGEBs.

Tipo de vivienda	Índice de riesgo	Número de AGEBs
I	Bajo	2
	Alto	**16**
II	Bajo	3
	Alto	7
III	Bajo	5
	Alto	4
IV	Bajo	1

Tabla 8.10. Cuantificación del índice de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 8.1. Cuantificación del índice de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.4. Nivel de riesgo por crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos

El nivel de riesgo es el término para referir la severidad que podría presentar un peligro en específico. Generalmente este término se define de manera cualitativa, “Muy alto” a “Muy bajo”, o también se puede determinar de manera “aceptable” o “no aceptable”.

La construcción del mapa del nivel de riesgo es elaborado con base al Método de clasificación de datos Natural Breaks.

A continuación, se expresa la ecuación para su cálculo:

$$C_{(k-1,i)},\ C_i^{k-1},\ \binom{k-1}{i} = \frac{(k-1)!}{i!(k-1-i)!}$$

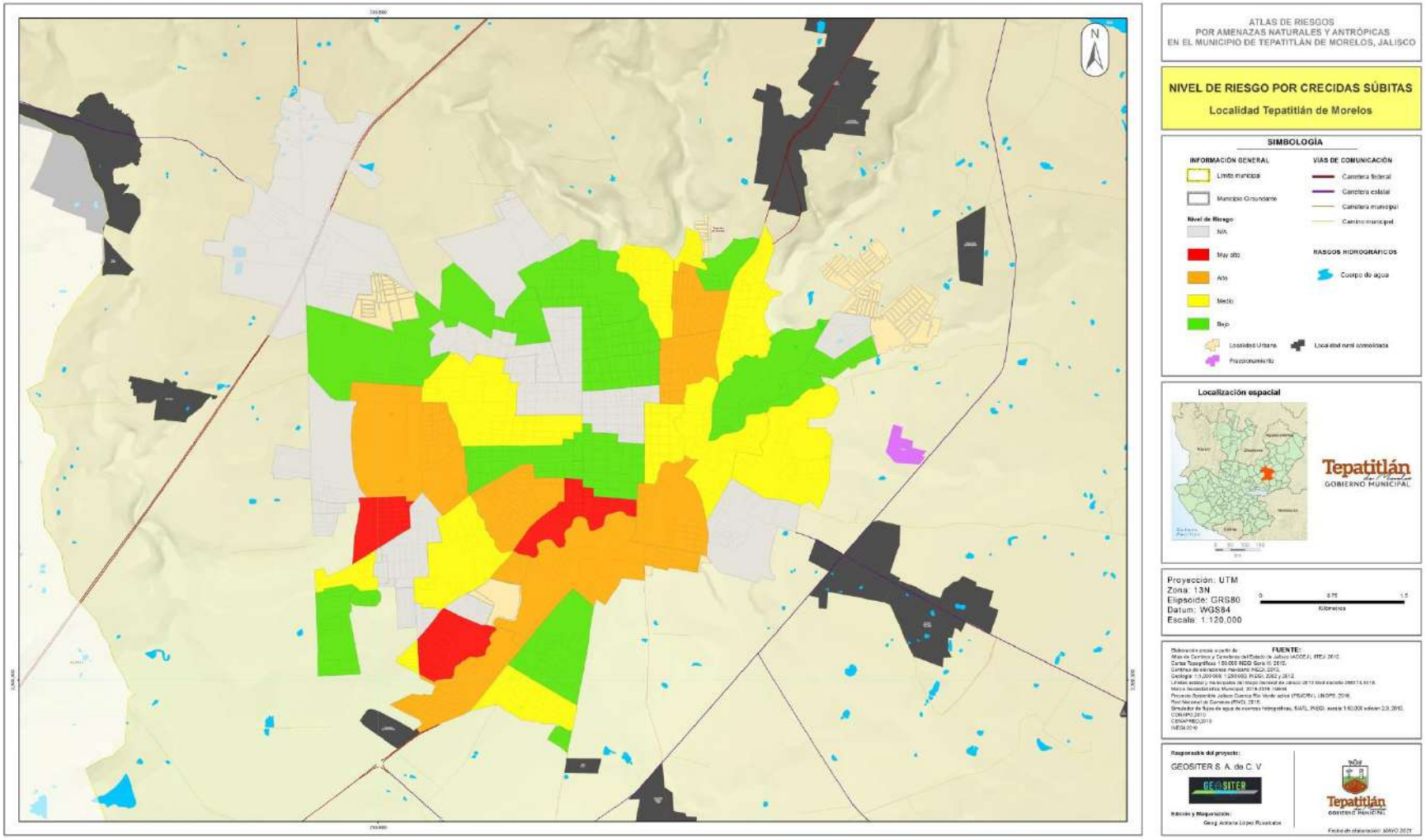
Los valores son determinados de manera automatizada por el Sistema de Información Geográfica, contemplando 5 intervalos.

De acuerdo con la siguiente Tabla, el tipo de vivienda con mayor cobertura espacial, es el tipo de vivienda I, representando con el nivel de riesgo predominante, es desacuerdo con el nivel bajo; con un total de 9 AGEBs. La segunda ponderación con mayor cobertura es el nivel Alto, con un total de 6 AGEBs y se encuentra localizado en el tipo de vivienda II. Sin embargo, el nivel de riesgo con severidad (muy alto) se encuentra localizado en el tipo de vivienda III, con un total de 3 AGEBs expuestos.

Tipo de vivienda	Nivel de riesgo	Numero de AGEB
I	Alto	2
	Medio	5
	Bajo	9
II	Alto	6
	Medio	4
	Bajo	2
III	Muy alto	3
	Alto	1
	Medio	2
	Bajo	3
V	Alto	1

Tabla 8.11. Cuantificación del nivel de riesgo por el número de AGEB en la cabecera municipal.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 8.4. Nivel de riesgo por las crecidas súbitas en la localidad de Tepatitlán de Morelos.

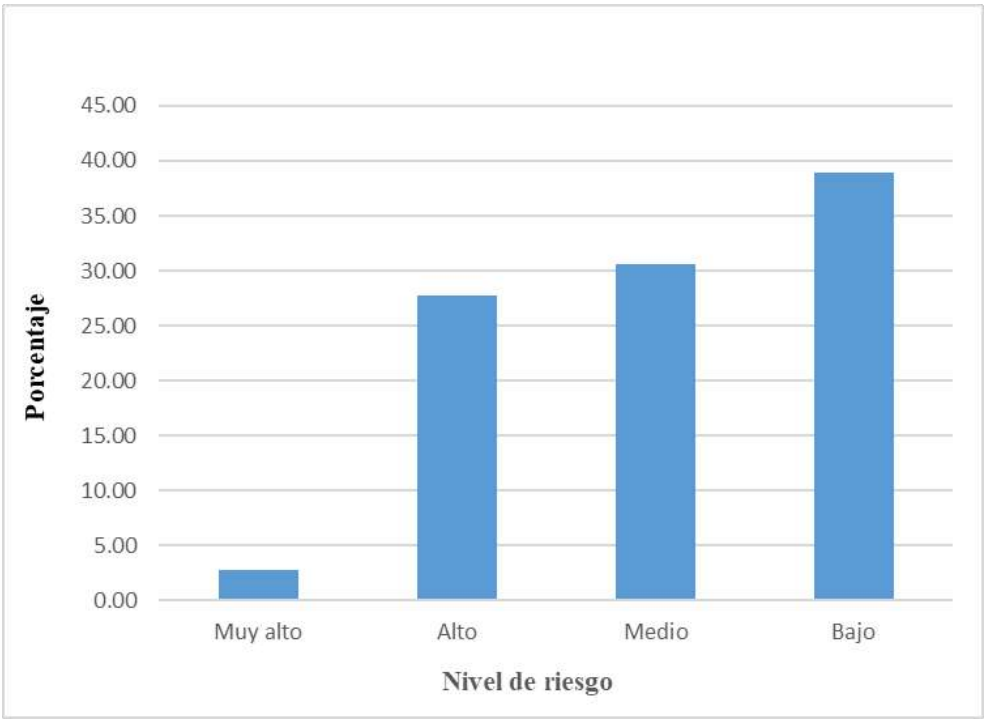
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 8.4. Las zonas más conflictivas son donde se carece de una buena planeación sobre las obras estructurales.
Fuente: Captura propia.

De una manera generalizada, la cabecera municipal está categorizada como un conglomerado urbano del nivel de riesgo bajo, con un total de 14 AGEB expuestos; representado el 39% de la cobertura total. Sin embargo, las ponderaciones del nivel de riesgo medio y alto, están representadas con una cobertura total de 31% y el 28%.

Nivel de riesgo	Numero de AGEB
Muy alto	1
Alto	10
Medio	11
Bajo	14

Tabla 8.12. Cuantificación del nivel de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal.
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 8.2. Cuantificación del nivel de riesgo por cantidad de AGEBs en la cabecera municipal.
Fuente: Elaboración propia.

8.4 Zonificación del Nivel de Riesgo Geológico-geomorfológico

A diferencia de otros apartados, donde se seleccionó el fenómeno específico más significativo, sea por su presencia recurrente en la zona de estudio (inundaciones) o por su importancia coyuntural (COVID-19), para el tema de fenómenos geológico-geomorfológicos, se decidió agrupar todas las incidencias reportadas e inventariadas de que por sus características se categorizan en este rubro; teniendo así en un solo modelo de riesgo, deslizamientos (remoción en masa), hundimientos, fallas y fracturas; así como elementos catalizadores de este tipo de procesos, como zonas de pendiente pronunciada o bancos de extracción de material.

Gracias a sus características como fenómenos eminentemente naturales, aunque alterados por la acción humana, las capas y ponderaciones para Exposición y Vulnerabilidad fueron las mismas en el presente tópico que las presentadas en la zonificación del Nivel de Riesgo por inundación. El conjunto de variables que obviamente fue necesario cambiar para el cálculo del riesgo por fenómenos geológico-geomorfológicos, fue el de los peligros.

Peligro	Ponderación
Movimiento en masa (pendiente pronunciada)	3
Fallas y fracturas buffer 200 m	3
Bancos de material buffer 200 m	1
Incidencias históricas buffer 100 m	2
Punto y Línea campo buffer 100 m	4
Incidencias taller buffer 100 m	4

Tabla 8.13. Variables usadas para la construcción de la Peligrosidad a fenómenos geológico-geomorfológicos con su respectiva ponderación.

Fuente: Elaboración propia.

Los buffers o áreas de afectación para elementos registrados como puntos y líneas se determinaron a partir de la influencia percibida del fenómeno, o en el caso de una zona catalizadora de peligro, a partir de las dimensiones promedio de un elemento tipo, como los bancos de material. En el caso de las fallas y fracturas, se consideró un área de amortiguamiento de 400 m (200 a cada talud) como la superficie que potencialmente pudiera sucumbir a un hundimiento o derrumbe si tal morfolineamiento se ensancha, sea por cuestiones naturales o presión indirecta debido a las actividades humanas.

Al igual que en la Metodología para Zonificación del Nivel de Riesgo por Inundaciones, se cruzaron las ponderaciones de los 3 sistemas, y se obtuvo el resultado del Mapa 8.5. Lo primero que arroja tal Mapa es que el municipio no sufre de zonas de alto riesgo por este tipo de fenómenos, de hecho la mayor parte del municipio presenta Riesgo Nulo, al tener una geomorfología con grandes extensiones planas y no encontrarse un gran número de morfolineamientos (fallas y fracturas). Se presentan algunas zonas de Riesgo Medio a Alto sobre la superficie de influencia de estos lineamientos, vistos en el mapa como “salchichas” o líneas gruesas; así, tales superficies, en conjunción con algunas incidencias históricas de hundimientos o derrumbe de sedimentos, son las relativamente pequeñas superficies que se muestran al noreste de la cabecera, donde confluyen tres fracturas.

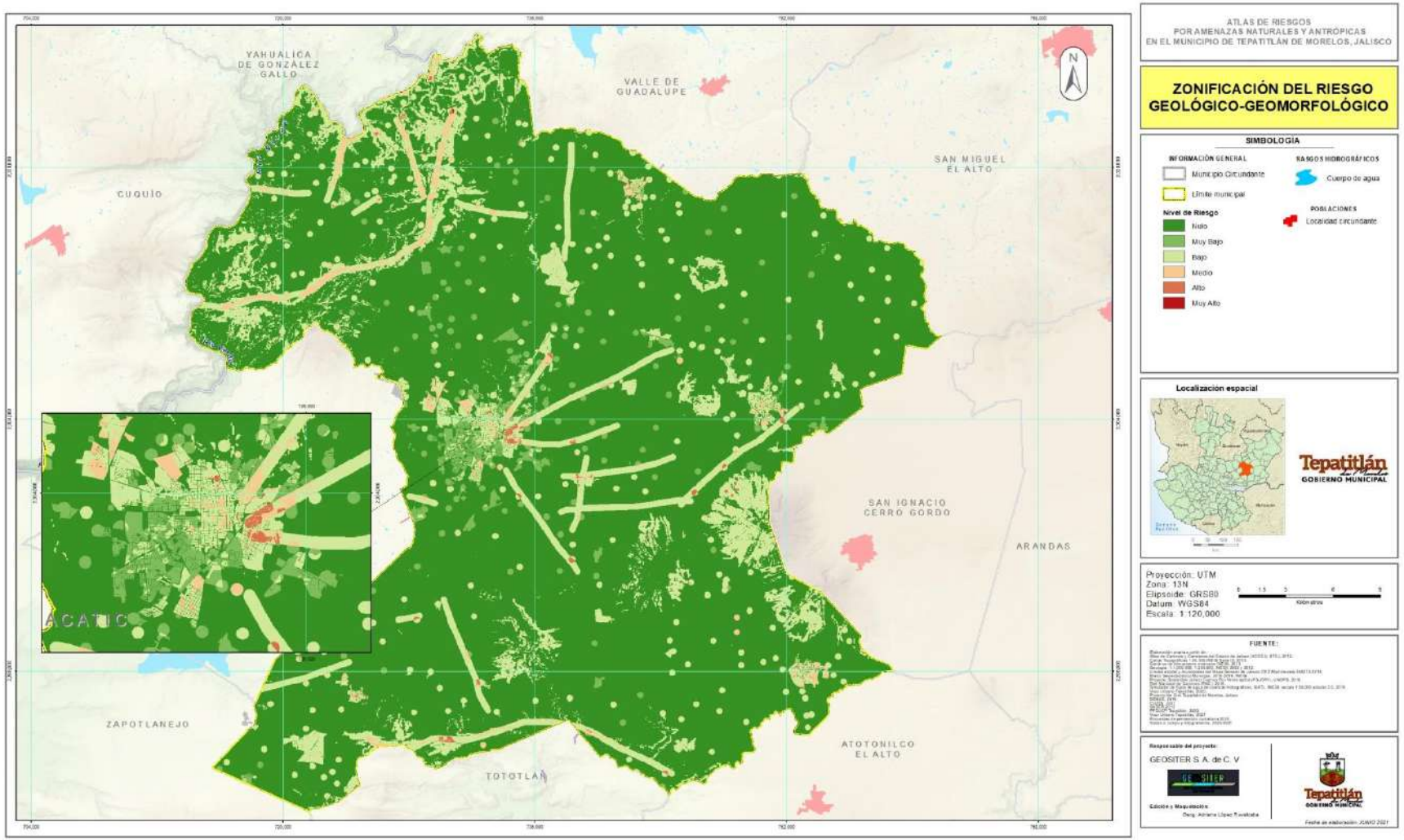
De modo similar, se aprecian superficies de Riesgo Medio, con algunos puntos esporádicos de Riesgo Alto en las localidades de Capilla de Guadalupe, Capilla de Milpillas y San José de Gracia, producto del traslape de fallas con superficies reportadas por los pobladores locales como zonas donde acaeció en el pasado un fenómeno de hundimiento o agrietamiento.

Por su parte, en los cañones ubicados al poniente del Cerro El Chiquihuitillo al norte del municipio, también se presentan terrenos con Alto Nivel de Riesgo, gracias a la presencia de fracturas producto del relieve heterogéneo de esa zona, y la misma alta pendiente que vuelve susceptible a deslizamientos al material geológico; a pesar de ello, la carencia de sistemas expuestos le confieren una poca importancia en el contexto municipal, ya que solamente se encuentran tierras dedicadas al uso agrícola y vegetación forestal primaria y secundaria.

Fotografía 8.5. Cortes geológicos producto de extracción de material en el Fraccionamiento San Pablo.
Fuente: Captura propia.

Nivel de Riesgo	Superficie en Ha	% de cobertura municipal
Bajo	20543.55	14.8033
Medio	1830.17	1.3188
Alto	216.67	0.1561
Muy Alto	3.7	0.0027

Tabla 8.14. Valores absolutos y relativos de superficies por nivel de riesgo a fenómenos geológico-geomorfológicos.
Fuente: Captura propia.



Mapa 8.5. Zonificación del nivel de riesgo geológico-geomorfológico.

Fuente: Elaboración propia.

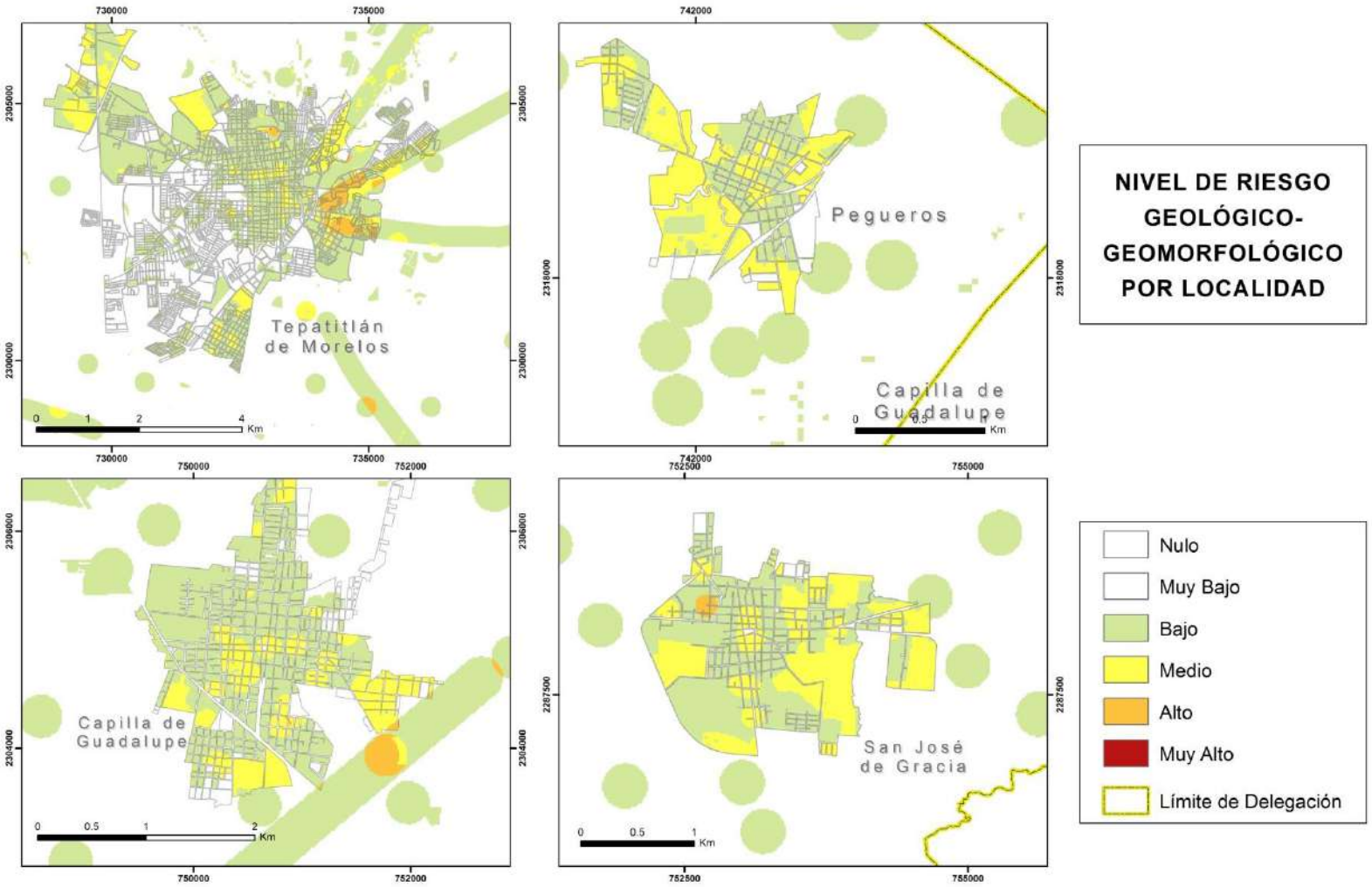


Figura 8.9. Localidades con mayor nivel de riesgo a fenómenos geológico-geomorfológicos.

Fuente: Captura propia.

8.5 Riesgo Químico-Tecnológico

Las afectaciones por una incidencia química son un tema a considerar en cualquier estudio de riesgos, aconteciendo primordialmente en empresas o industrias que por su actividad económica, almacenen o distribuyan sustancias reactivas, ya que de no observarse las normativas de prevención en el entorno del inmueble, la posibilidad de un siniestro que genere daños severos es considerable. Debido a la magnitud de daños que estos fenómenos pueden alcanzar, la reglamentación nacional e internacional para este tipo de industrias hace que las mismas posean por lo general buenas medidas de prevención y control, entre ellas un mantenimiento continuo de su infraestructura, logrando que la ocurrencia de algún percance sea poco probable.

No obstante, si llegase a ocurrir tal evento, los daños a la población y en algunos casos a la infraestructura o bienes materiales[48], son altamente devastadores. Es así, que se constituye la importancia de analizar este tipo de fenómenos desde su peligrosidad, hasta su vulnerabilidad y los sistemas expuestos a ellos.

Gracias a los productos generados en el Módulo III del presente trabajo de investigación (Zonificación de peligro y susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos), es posible espacializar las áreas de afectaciones potenciales en caso de un percance por explosión o fuga de una sustancia reactiva, tomando en cuenta la ubicación de las principales unidades económicas con giros que manejen este tipo de materiales.

En los próximos subcapítulos se desarrolla el riesgo químico desde dos enfoques distintos: el primero empleando la Ecuación General del Riesgo (véase Figura 1); y el segundo, mostrando las zonas en donde las afectaciones a la población son mayores.

8.5.1. Zonificación del Nivel de Riesgo Químico

Análogamente a los apartados de zonificación del nivel de riesgo por inundaciones y por fenómenos geológico-geomorfológicos, fue posible desarrollar un modelo espacial que denota las superficies municipales de acuerdo a su nivel de Riesgo por las fuentes fijas

[48] Una fuga de algún gas tóxico no generará daños en los materiales, a pesar del peligro que representa para los seres vivos. Por su parte una reacción combustiva (explosión) impacta todo tipo de sistema, sea biológico o inerte, que se encuentre dentro de su área de afectación.

(industrias y empresas) susceptibles a presentar percances de origen Químico-tecnológico detectadas en el área de estudio durante el Capítulo III, fue preciso conjuntar las capas de información georreferenciadas que se tienen en los tres rubros que conforman la ecuación del riesgo.

Para la variable de peligrosidad, se usaron los buffers expuestos en el Capítulo III, dichas modelaciones arrojan una superficie de afectación por tipo de dispersión de la sustancia (Nube tóxica, Bleve y Onda de sobrepresión); estas superficies se dividen en 2: la zona de riesgo, donde el fenómeno se extiende directamente, y la zona de amortiguamiento, entendida como el área envolvente a la anterior en la cual es necesario realizar evacuación de personas para evitar una posible afectación. De tal modo, para la determinación del modelo espacial, se le otorga mayor peso a las zonas dentro del polígono de riesgo, sin descartar las áreas de amortiguamiento.

Por su parte, para la Exposición, se determinaron los sistemas que pueden llegar a ser afectados por la ocurrencia de un evento de esta naturaleza (Figuras 8.3 y 8.8). Mientras que para la Vulnerabilidad, se tomaron los resultados de la Vulnerabilidad Social por peligro químico a nivel manzana urbana y localidad rural (véase Capítulo VII).

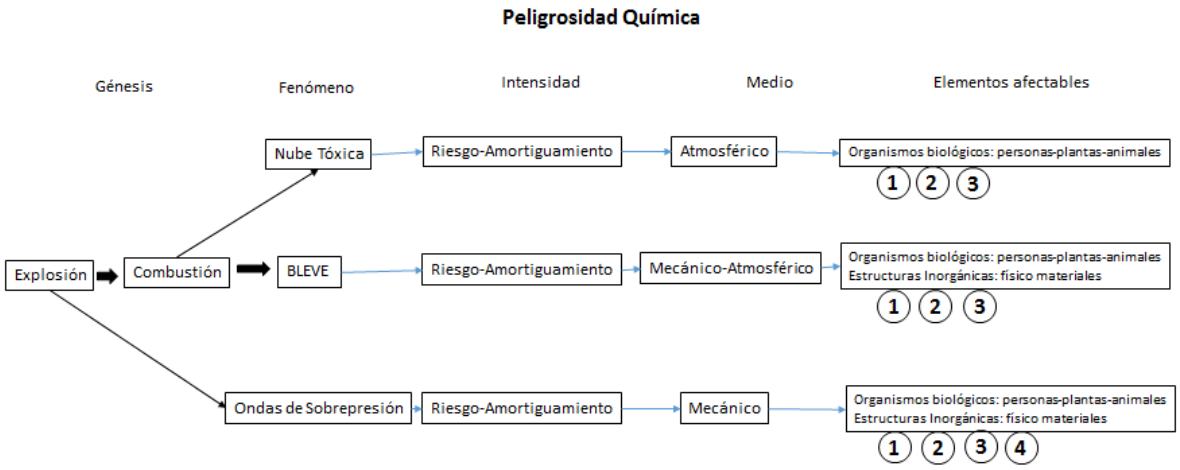


Figura 8.10. Elementos afectables por tipo de dispersión química.

Fuente: Elaboración propia.

Al cruzar espacialmente estas variables y ponderarlas en un Sistema de Información Geográfica, se obtiene un modelo de categorías cualitativas de Riesgo ante fenómenos Químico-Tecnológicos.

El Mapa 8.6 muestra una concentración de áreas de riesgo en la Cabecera Municipal y sus inmediaciones, lo cual se entiende desde la perspectiva de la concentración de la infraestructura de industrias y gasolineras en dicha zona, siendo estas últimas las que se priorizaron en su modelación de peligrosidad, debido a que se consideraron los principales agentes generadores de siniestros Químico-Tecnológicos en el municipio.

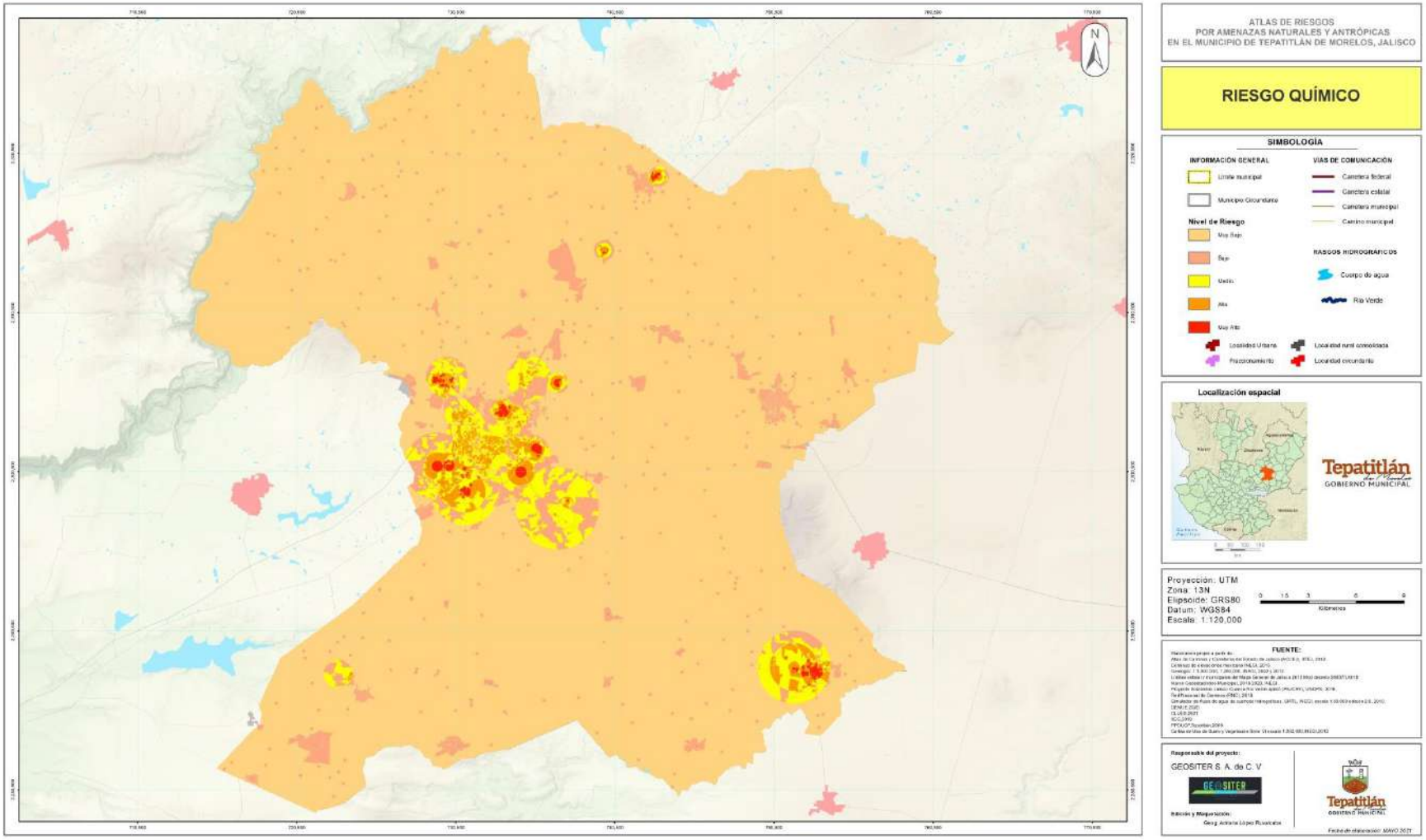
Se observa una distribución heterogénea de Riesgo Bajo y Medio en un patrón de dispersión circular debido a los buffers de amortiguamiento, mientras que las zonas de Riesgo Muy Alto se encuentran en la confluencia de varios buffers de impacto directo (riesgo), que al traslaparse espacialmente, abonan a la Peligrosidad, lo cual genera el nivel de Riesgo más crítico encontrado en el área de estudio al combinarse con los sistemas expuestos y áreas vulnerables. A pesar de repetirse el patrón de concentración en la cabecera municipal, siendo ésta la que aglutina la mayor cantidad de empresas, bienes y población, cabe resaltar las zonas críticas fuera de la misma, específicamente la parte meridional de la localidad de Pegueros, así como en la zona central y oriente de San José de Gracia[49]. Por otra parte, las superficies de Riesgo Muy Bajo, se localizan donde no existen tales sistemas expuestos, ni empresas que manejen o distribuyan sustancias peligrosas, confiriendo a este tipo de fenómenos uno de los casos más notables en donde se hace explícito que para la existencia del Riesgo, es necesaria la presencia de las actividades humanas.

Nivel de Riesgo	Superficie en Ha	% de cobertura municipal
Bajo	7165.42	5.16
Medio	5067.58	3.65
Alto	1960.56	1.41
Muy Alto	396.54	0.29

Tabla 8.15. Valores absolutos y relativos de superficies por nivel de riesgo a fenómenos químico-tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia.

[49] Para mayor especificidad acerca de cuáles son las empresas contaminantes en cada delegación, favor de referirse al Módulo III y sus anexos.



Mapa 8.6. Zonificación del Riesgo Químico.

Fuente: Elaboración propia.

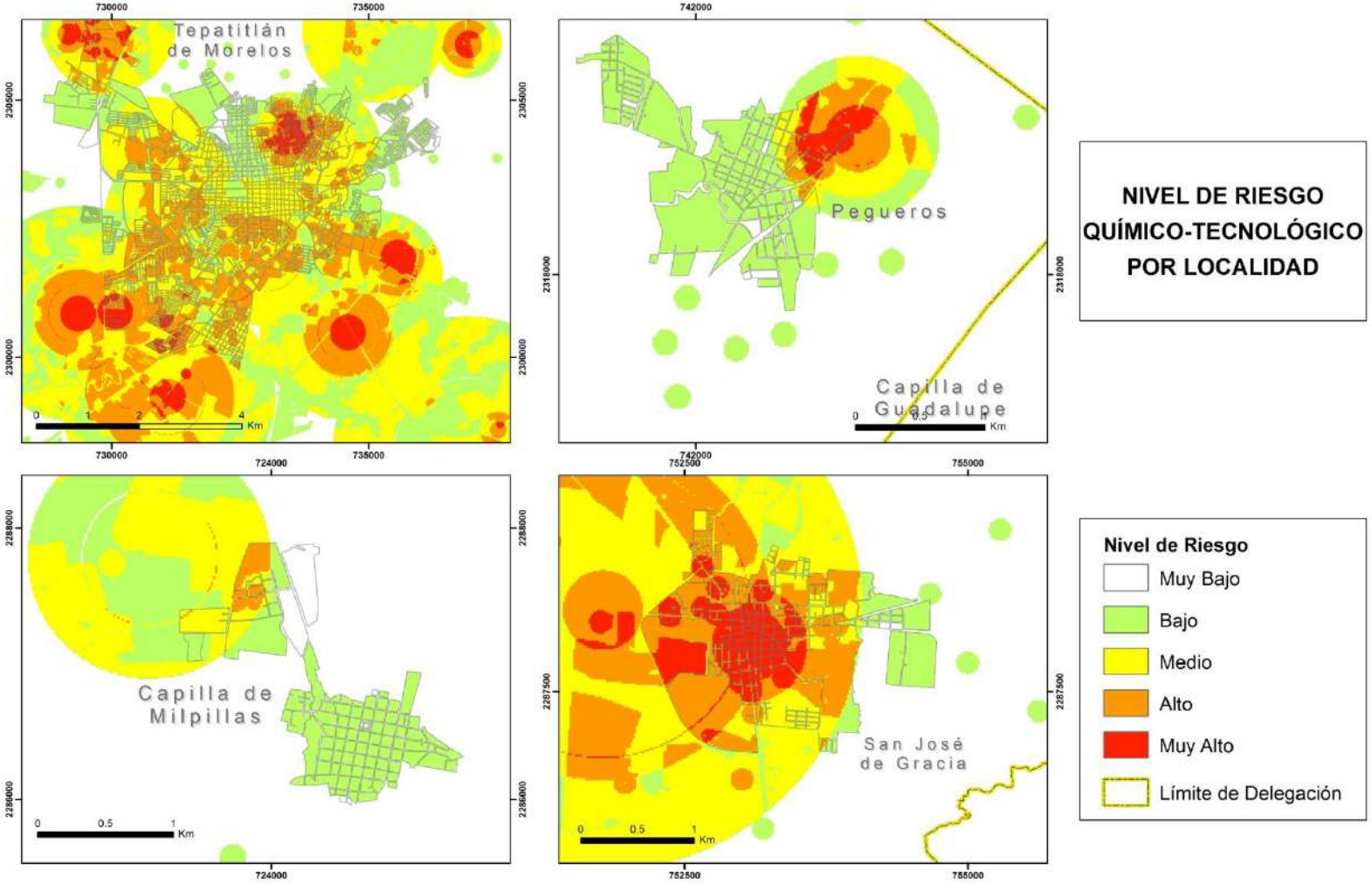


Figura 8.11. Localidades con mayor nivel de riesgo a fenómenos químico-tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.2. Riesgo por población afectada

Como se mencionó, este enfoque parte de los datos de población del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2020. Tal como se empleó en capítulos anteriores, se tiene el dato de población total a nivel de desagregación manzana para los elementos urbanos; mientras que los rurales cuentan con el mismo valor pero a escala de localidad. Así, se logró establecer dos perspectivas del riesgo usando los valores cuantitativos de población afectada, es decir, el número de población residente cuya manzana (urbana) o localidad (rural) intersecta espacialmente a los distintos tipos de buffer modelados a partir de empresas que manejan sustancias reactivas.

8.5.2.1. Riesgo por nivel de vulnerabilidad social ante fenómenos químicos

El cálculo de vulnerabilidad social por fenómenos químicos que se estableció en el Capítulo VII gracias a la determinación de R_1. R_2 y R_3 en los reactivos pertinentes al rubro de peligros químico-tecnológicos, permite el cruce espacial de los buffers de riesgo y amortiguamiento con las manzanas y localidades que caen dentro parcial o totalmente de estas áreas, obteniendo así la cuantificación categorizada de la población de acuerdo a su nivel en la mencionada variable de vulnerabilidad para cada uno de los 3 distintos tipos de dispersión: Bleve, Nube Tóxica y Onda de Sobrepresión.

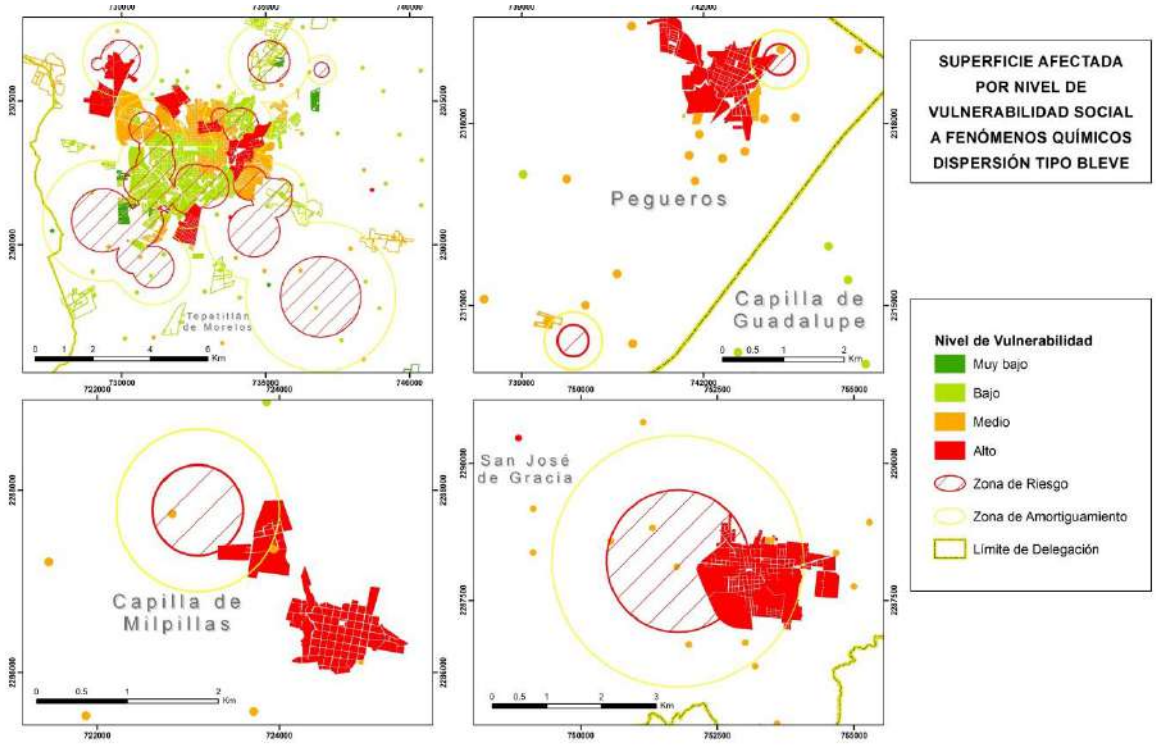


Figura 8.12. Superficies afectadas por Bleve y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

BLEVE						
			Nivel de Vulnerabilidad Social ante Fenómenos Químicos			
			Muy Baja	Baja	Media	Alta
Localidades Urbanas	Riesgo	No. Manzanas	23	440	154	127
		Habitantes	1337	26623	14826	5773
	Amortiguamiento	No. Manzanas	19	256	199	197
		Habitantes	780	16570	19409	13459
Localidades Rurales Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	1	3	0	0
		Habitantes	339	2308	0	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	0	5	2	0
		Habitantes	0	3160	399	0
Localidades Rurales No Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	1	9	8	0
		Habitantes	352	865	140	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	2	10	7	1
		Habitantes	41	117	295	8

Tabla 8.16. Cuantificación de población afectada por Bleve desglosada por su nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

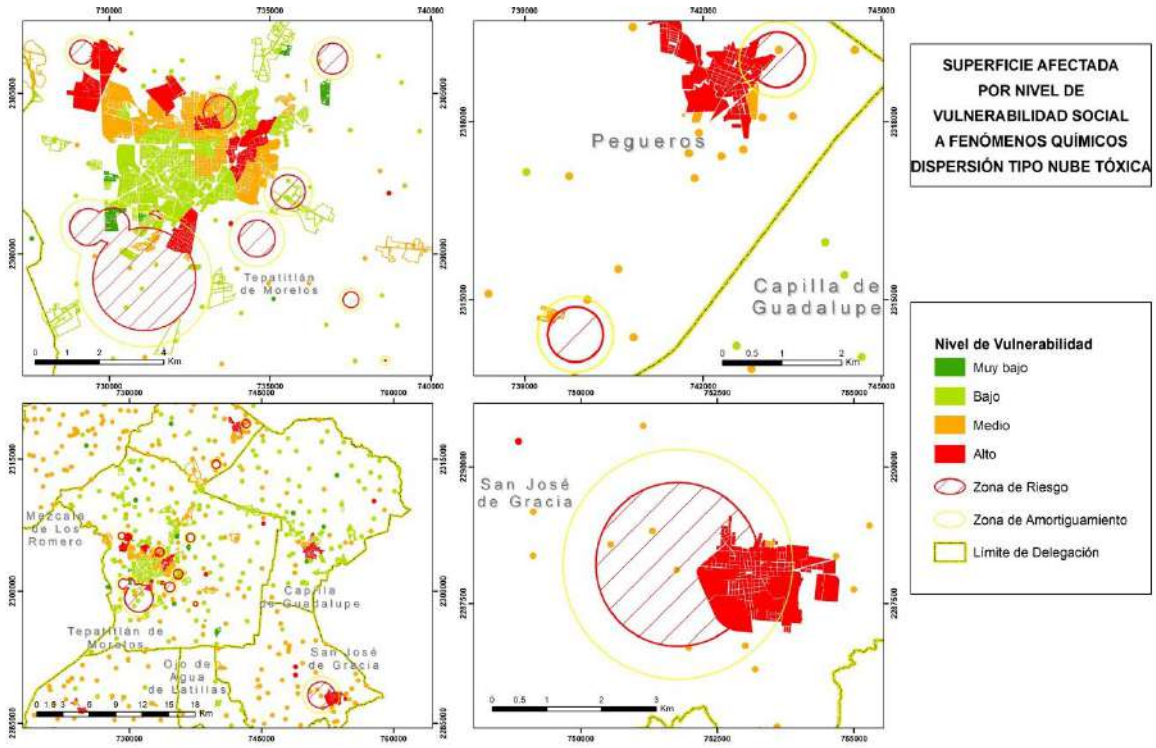


Figura 8.13. Superficies afectadas por Nube Tóxica y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

NUBE TÓXICA						
			Nivel de Vulnerabilidad Social ante Fenómenos Químicos			
			Muy Baja	Baja	Media	Alta
Localidades Urbanas	Riesgo	No. Manzanas	12	48	76	161
		Habitantes	771	4645	8880	8638
	Amortiguamiento	No. Manzanas	12	104	66	141
		Habitantes	735	5851	6437	10112
Localidades Rurales Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	0	3	1	0
		Habitantes	0	1947	164	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	1	4	1	0
		Habitantes	1569	1534	164	0
Localidades Rurales No Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	0	7	5	0
		Habitantes	0	716	83	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	0	3	5	0
		Habitantes	0	22	160	0

Tabla 8.17. Cuantificación de población afectada por Nube Tóxica desglosada por su nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

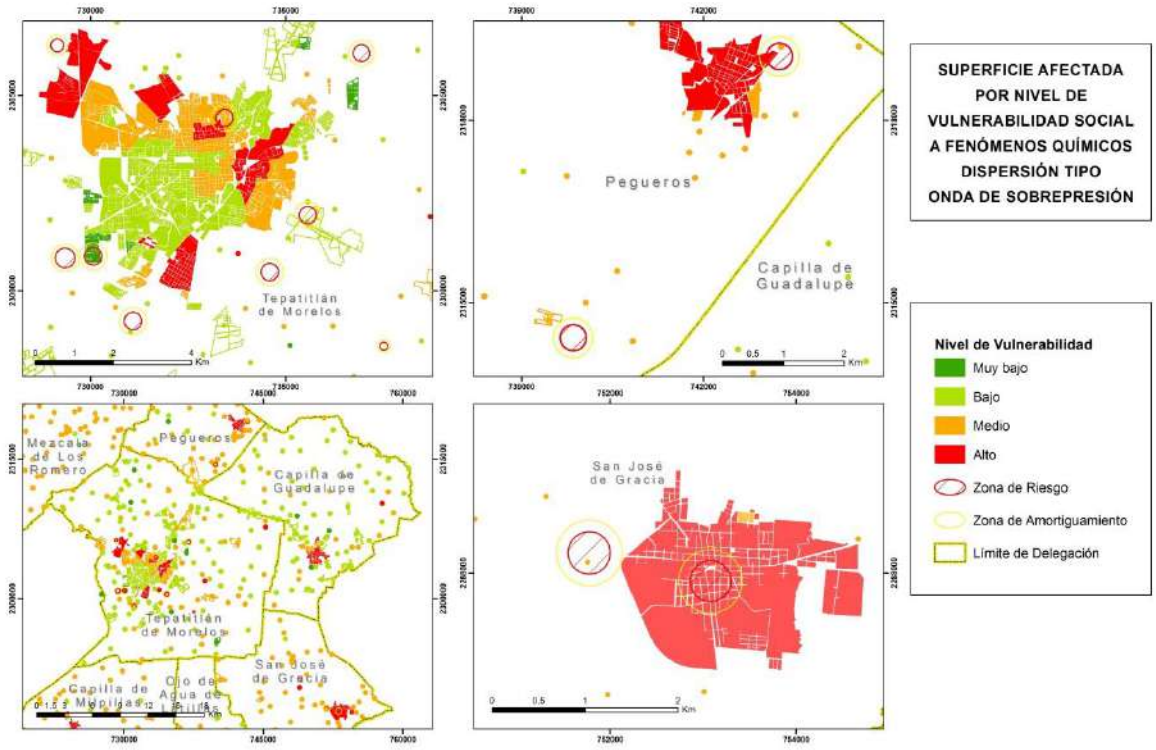


Figura 8.14. Superficies afectadas por Sobrepresión y Nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

ONDA DE SOBREPRESIÓN						
			Nivel de Vulnerabilidad Social ante Fenómenos Químicos			
			Muy Baja	Baja	Media	Alta
Localidades Urbanas	Riesgo	No. Manzanas	6	5	18	39
		Habitantes	386	568	1590	1594
	Amortiguamiento	No. Manzanas	5	13	12	50
		Habitantes	462	1729	1524	2952
Localidades Rurales Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	0	1	0	0
		Habitantes	0	615	0	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	0	1	0	0
		Habitantes	0	615	0	0
Localidades Rurales No Consolidadas	Riesgo	No. Localidades	0	1	2	0
		Habitantes	0	652	22	0
	Amortiguamiento	No. Localidades	0	1	0	0
		Habitantes	0	37	0	0

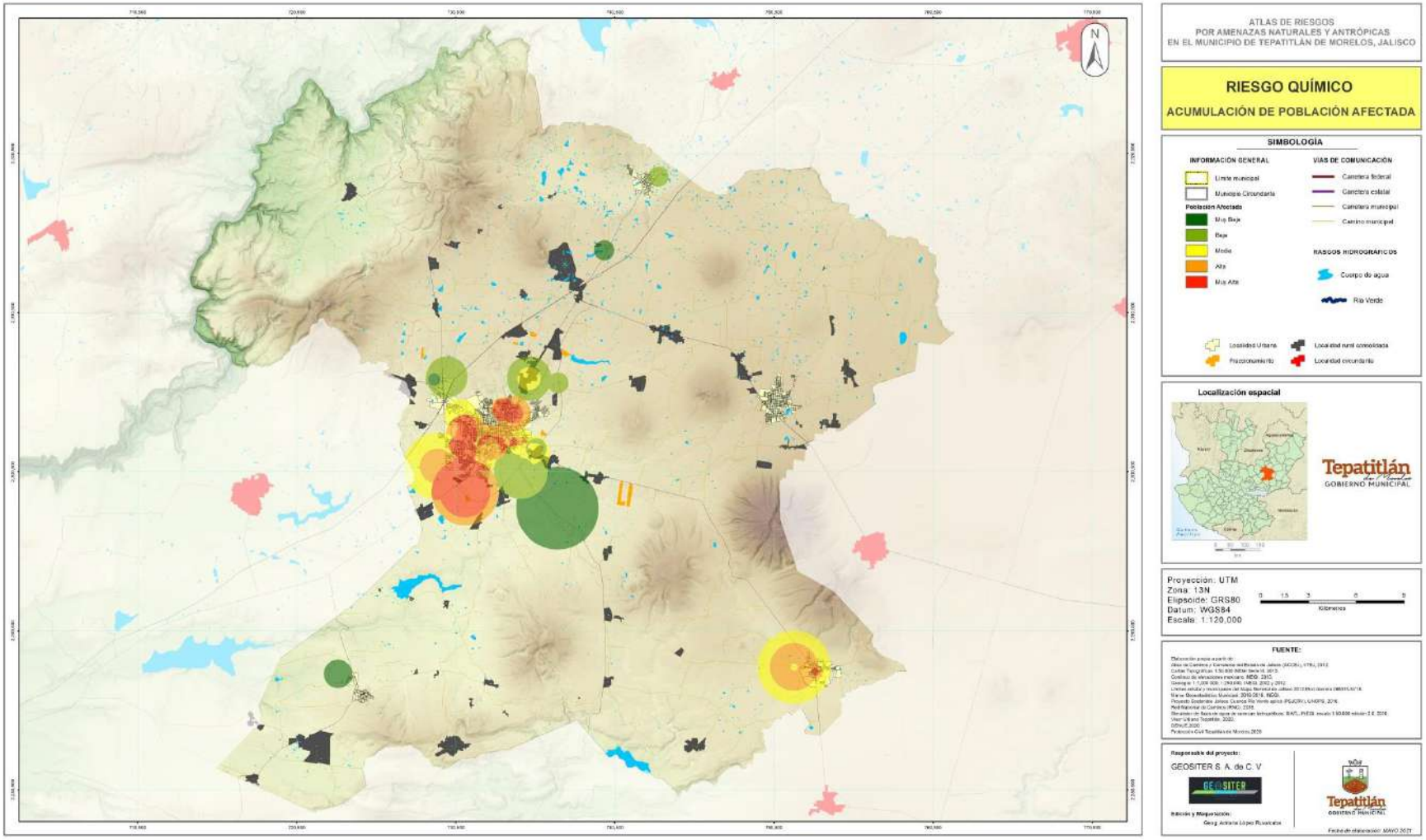
Tabla 8.18. Cuantificación de población afectada por Sobrepresión desglosada por su nivel de Vulnerabilidad a fenómenos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.2.2. Riesgo por acumulación de población afectada

Al igual que el apartado anterior, este tema se desarrolló a partir de las modelaciones de peligrosidad expuestas en el Módulo III; difiriendo del enfoque previo, este modelo consideró exclusivamente dichas capas de peligrosidad, pero ponderando su importancia con el dato de población expuesta, cuya cuantificación por cada empresa analizada y tipo de dispersión química, también se encuentra desglosada en el antes referido capítulo tercero. El producto de esta acumulación de habitantes expuestos (Mapa 8.7), sirve para discernir dónde se localizan las superficies en las que el daño a las vidas humanas será mayor en caso de un desastre Químico-tecnológico.

A pesar de que casi la totalidad de la mancha urbana de la Cabecera se encuentra cubierta por algún grado de afectación poblacional, la parte oeste es la que bien pudiera considerarse como la más crítica, al ser prácticamente un corredor por el que se distribuye la categoría de Riesgo Poblacional Muy Alto, es por ende en esta zona donde se deberá dar énfasis a medidas de control, prevención y mitigación (para el desglose sobre las recomendaciones de estas medidas estructurales y no estructurales véase el Capítulo IX, sección Riesgo Químico).



Mapa 8.7. Nivel de Riesgo Químico por acumulación de población afectada.

Fuente: Elaboración propia.

8.6. Riesgo por COVID-19

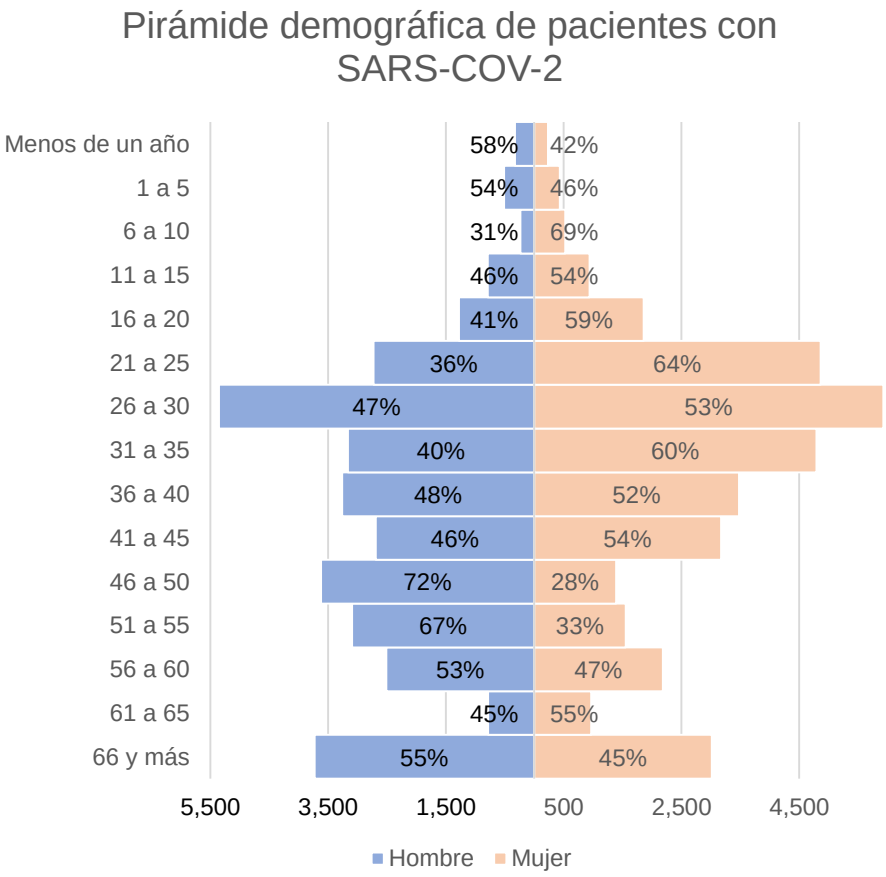
El abordaje a la pandemia del SARS-COV-2 en el municipio de Tepatitlán se ha tratado en módulos anteriores. Como parte de los fenómenos ecológicos-sanitarios, aunque por sus características geográficas y su impacto pueda encajar en otras categorías, como los socio-organizativos. Se hace hincapié en que este fenómeno presenta una problemática que incita a estudios de diversas disciplinas y alcances. En este apartado, recalcando la importancia coyuntural de la pandemia global por COVID-19, se tratarán aspectos espaciales relacionados directamente con el contagio, la enfermedad y las defunciones a nivel municipal, así como una aproximación a la respuesta de la infraestructura médica y su accesibilidad.

8.6.1. Análisis estadístico municipal del acumulado de contagios por SARS-COV-2

Del periodo de 19 de abril del 2020 al 31 de enero del 2021 de la base de Datos de Abiertos de la Dirección General de Epidemiología, institución que recolectó los datos de contagios y defunciones de la pandemia por SARS-COV-2 a nivel federal, se obtuvieron las siguientes estadísticas municipales. Hay que recordar que estos datos son fruto de un pos-procesamiento y que su metodología de recolección ha ido evolucionando, por lo que las cifras varían respecto a las instituciones y los tiempos de publicación de los bancos de información.

Fueron seleccionados aquellos pacientes que registraron ser residentes en Tepatitlán de Morelos. En el periodo analizado se registraron un total de 69,395 casos positivos. Entre los cuales, como se observa en la siguiente gráfica, la porción entre hombres y mujeres varía según el rango de edad. Los contagios en el sexo femenino fueron mayoría en los rangos de edad entre los 11 a 41 años, junto con los de 61 a 65 años. Mientras que en el resto fue la mayoría del sexo masculino. Donde destaca el rango de 46 a 50 años con el 72%, seguido por el de 51 a 55 años con el 67%.

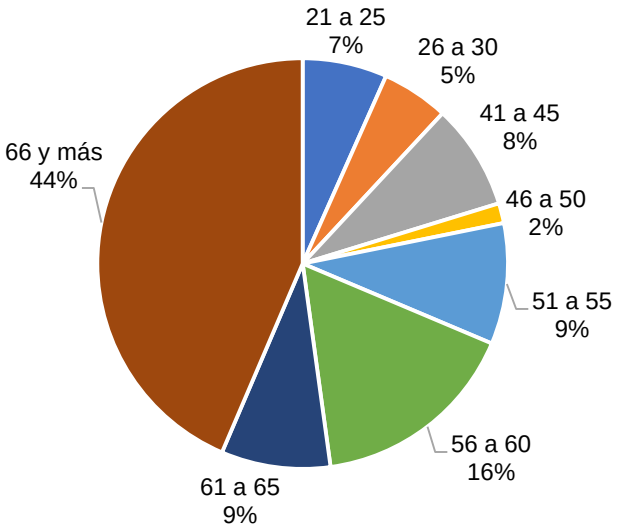
Por otro lado, los rangos de edad con mayor cantidad de contagios son los de 21 a 35 años junto con el de 66 y más. Concretamente la población de 26 a 30 años fue la mayormente expuesta a la recepción de virus. Este dato es correspondiente a las medidas de control implementadas en distintos lapsos de la pandemia, especialmente el cierre de escuelas y universidades.



Gráfica 8.3. Pirámide demográfica de pacientes con SARS-COV-2.

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

Entre todos los casos positivos un total de 1,081 personas, es decir, el 2% desarrollaron un cuadro clínico crítico por los síntomas del COVID-19 lo que los obligó a ingresar al sistema hospitalario a través de las salas de emergencia. Donde el 44% de estos pacientes pertenecían al rango de edad de 66 años y más, y el 16% a los de 51 a 55 años. Es decir, el 78% de los que ocuparon la sala de emergencias es mayor a 50 años.

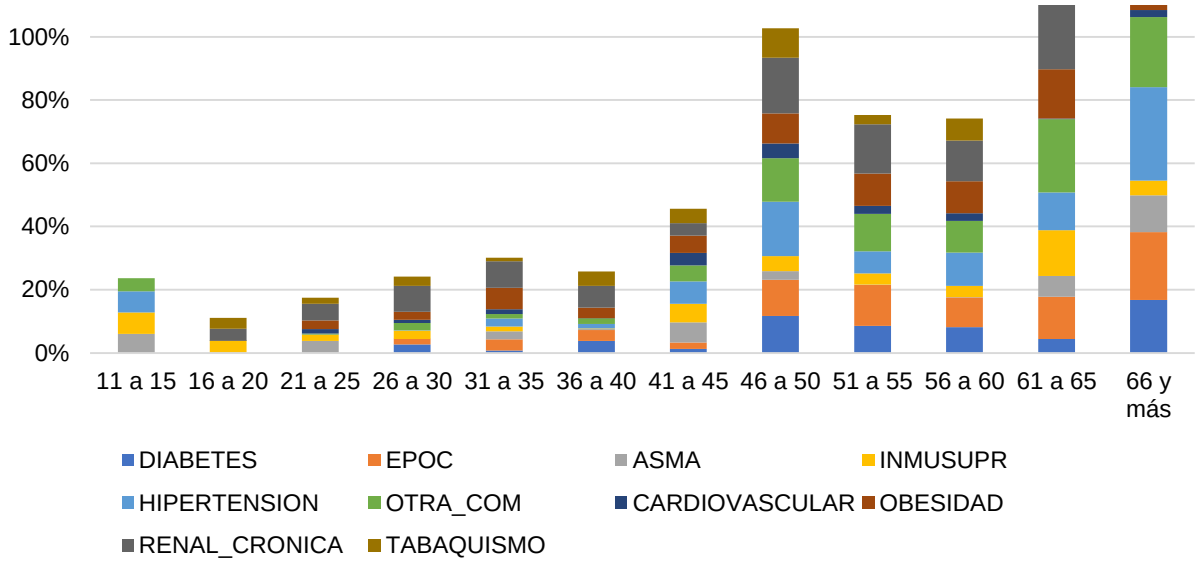


Gráfica 8.4. Pacientes con SARS-COV-2 ingresados a emergencias por rango de edad
Fuente: Datos Abiertos, DGE.

De todos los pacientes que resultaron positivo, las principales enfermedades registradas -junto con su abreviatura en la base de datos- además del coronavirus fueron diabetes (DIABETES), enfermedad pulmonar obstructiva (EPOC), asma (ASMA), inmunosupresión (INMUSUPR), hipertensión arterial (HIPERTENSION), enfermedades cardiovasculares (CARDIOVASCULAR), obesidad (OBECIDAD), enfermedad renal crónica (RENAL_CRONICA) y tabaquismo (TABAQUISMO). En la categoría OTRA_COM se anotaron otro tipo de enfermedades cuya presencia magnificó los efectos del COVID-19.

En el rango de los infantes entre 11 a 15 años es alarmante la presencia de diabetes, asma e inmunosupresión. Aunque no se registraron casos que requirieran emergencia, controlar estas enfermedades en la población de menor edad se vuelve una pieza clave en escenarios críticos como el actual. De los 16 a 65 años es importante la presencia de enfermedades renales, las cuales adquieren mayor relevancia a partir de los 46 años. Mientras que la diabetes comienza a ser visible desde los 26 y adquiere un importante volumen después de los cuarenta y seis, mismo caso sucede con la hipertensión arterial y otras comorbilidades.

La obesidad es un factor que se considera desde los 21 hasta los 65 años. Las enfermedades cardiovasculares no logran tener una presencia notoria. Sin embargo, el tabaquismo aparece en la población de 16 a 30 años y la de 36 a 60 años.



Gráfica 8.5. Comorbilidad de pacientes con SARS-COV-2

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

De los pacientes finados por el coronavirus los cuales suman 1,133, es decir, el 2% de los casos positivos registrados, el mayor porcentaje está en la población de 66 años y más con el 78%, es decir, los adultos mayores han sido la población con más pérdidas humanas en el periodo analizado. Sin embargo, este grupo en riesgo se extiende a partir de los 50 años. En promedio, los pacientes finados registraron una diferencia de 5 días entre la manifestación de los síntomas y el ingreso a un hospital (Dif_sint/ing), de 10 entre los síntomas y la defunción (Dif_sint/def) y de 6 días entre el ingreso al hospital y la defunción (Dif_ing/def). La variación de los días no es muy clara, pero muestra cierta tendencia a que los pacientes entre 51 a 60 años duraron más días en manifestar síntomas así como en estado convaleciente hasta su deceso.

Edad (años)	Total de pacientes	%	Dif_sint/ing	Dif_sint/def	Dif_ing/def
1 a 5	1	0.09%	0	5	5
51 a 55	131	12%	8	19	11
56 a 60	59	5%	6	11	5
61 a 65	56	5%	2	5	3
66 y más	886	78%	4	13	8
Total	1,133	100%	5	10	6

Tabla 8.19. Defunciones por SARS-COV-2

Fuente: Datos Abiertos, DGE.

Se consideró otra fuente de datos: los boletines informativos publicados cada semana por la Secretaría de Salud de Jalisco (SSJ), con el mismo periodo, del inicio de la pandemia hasta el 31 de enero del 2021. La información de esta fuente tiene un margen de error más amplio puesto que fue sufriendo modificaciones conforme se subía a su portal de Internet, además que el personal médico fue perfeccionando la manera de detectar los casos positivos como de almacenar la información. Es necesario entender que no existían precedentes de pandemias globales con las herramientas con las que contamos hoy en día, por lo que fue un proceso de aprendizaje. El secretismo en los bancos de información epidemiológica por parte de las autoridades es un factor que aumenta el riesgo en la población. Reiteramos, los mejores resultados y modelos matemáticos quizá vengan en unos años más con los avances científicos que se logren de este evento.

La razón por la que se han agregado los datos de los boletines de la SSJ es porque brindan referencias más espacializadas que los bancos federales, los cuales llegan solamente a un nivel municipal. Por ejemplo, muestran indicios de la infraestructura de salud así como la carga de trabajo que cada unidad médica pudo llegar a tener durante la pandemia. Se recolectaron los datos referentes a la mortalidad del virus en el municipio de Tepatitlán. Cabe señalar que este medio fue de los primeros portales en ofrecer información actualizada respecto a los casos positivos y defunciones provocadas por el SARS-Cov-2 en Jalisco.

De este modo, las tablas fueron recolectadas y homologadas para su estudio estadístico, se corrigieron los errores ortográficos y de llenado de tablas. En el banco de datos se consideran como variables de localización: entidad federativa de procedencia (“ESTADO”); el municipio de residencia (“MUNICIPIO”); y hospital donde ingresó el paciente (“HOSPITAL”) variable que colectó información con dimensiones temporales, es decir, en los casos en los que el paciente había ingresado a un centro de salud y posteriormente

trasladado al último sitio donde sucedió el deceso, el evento se registró con el nombre de las 2 instituciones divididas por una diagonal, por ejemplo “HGZMF 26 Tala/UMF”. Por lo tanto, se agregaron dos campos extras donde se aprovecharan estos casos, donde “H1” es el hospital donde ingresó el paciente por primera vez y “H2” el último sitio donde recibió las respectivas atenciones.

Como variables que abonan a la temporalidad del fenómeno en Jalisco se tienen: la fecha de inicio de síntomas aportada por paciente (“FECHA DE INICIO”); la fecha de ingreso a un internado hospitalario (“FECHA INGRESO”); y la fecha de defunción del paciente (“FECHA DEFUNCION”). De estas variables se consideraron como datos relevantes la diferencia en días entre el inicio de síntomas y la defunción (“DifIS_dias”) y la diferencia en días entre el ingreso al hospital y la defunción (“DifH_dias”).

De las defunciones registradas, un total de 140 pacientes ingresaron su internado hospitalario dentro del municipio, concentrándose en 4 lugares, principalmente en el HGZ 21 con el 92%, seguido por el Hospital Regional con el 6% y el ingreso de apenas dos casos en el Centro de Salud y la UMF 168 del municipio.

Primer internado del paciente	Número de Pacientes	%
CENTRO DE SALUD TEPATITLAN	1	1%
HOSPITAL REGIONAL TEPATITLAN	9	6%
HGZ 21 TEPATITLAN	129	92%
UMF 168 TEPATITLAN	1	1%
Total	140	100%

Tabla 8.20. Número de defunciones por primer ingreso hospitalario

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

De los 140 pacientes, se anotaron 136 defunciones dentro del municipio, es decir, los 4 que son la diferencia fueron trasladados a otro municipio, preferentemente a un hospital dentro de la ZMG, los cuales salieron 2 del Hospital Regional, 1 del HGZ 21 y el único caso del Centro de Salud. Las defunciones del HGZ 21 continúan siendo la mayoría seguidas por el Hospital Regional, se infiere que los traslados se realizaron por las propias autoridades sanitarias y desde los principales establecimientos de salud en el municipio, descartando clínicas u hospitales de poca capacidad.

Decesos por hospital	Número de Pacientes	%
HOSPITAL REGIONAL TEPATITLAN	7	5%
HGZ 21 TEPATITLAN	128	94%
UMF 168 TEPATITLAN	1	1%
Total	136	100%

Tabla 8.21. Número de defunciones por última morada hospitalaria

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

La mayor parte de los pacientes dentro de los hospitales en el municipio eran derechohabientes del IMSS (93%) los cuales se hospitalizaron únicamente en el HGZ 21. Seguidos por el SSI (6%) ingresados en el Hospital General principalmente y en el Centro de Salud. Mientras que el caso afiliado al SSA internado en el HR.

Institución	CENTRO DE SALUD TEPATITLAN	HOSPITAL REGIONAL TEPATITLAN	HGZ 21 TEPATITLAN	UMF 168 TEPATITLAN	Total	%
IMSS	0	0	129	1	130	93%
SSJ	1	8	0	0	9	6%
SSA	0	1	0	0	1	1%

Tabla 8.22. Número de defunciones por derechohabiencia

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

El promedio de días de diferencia tanto de los primeros síntomas como del ingreso al hospital, se tiene que en general, hasta la fecha de deceso los pacientes presentan 17 días desde los primeros síntomas y 7 días después de su ingreso a un hospital. El lugar que tiene mayor diferencia desde los primeros síntomas es el HGZ 21 con 14, seguido por el HR con 8 y la UMF 168 con 4 días. Mientras que desde la fecha de ingreso al hospital, el HR presenta la mayor diferencia con 5 días seguido muy de cerca con el HGZ 21 con 4, mientras que la UMF 168 en promedio mantuvo vivos 2 días a los pacientes registrados, esta situación podría estar relacionada con el equipamiento, la disponibilidad de médicos en el establecimiento y en la accesibilidad general, incluso respecto a la distancia física y social entre las comunidades del municipio y sus principales centros de salud.

Decesos por hospital	DifIS_dias	DifH_dias
HOSPITAL REGIONAL TEPATITLAN	8	5
HGZ 21 TEPATITLAN	14	4
UMF 168 TEPATITLAN	4	2
Promedio General	17	7

Tabla 8.23. Promedio de la diferencia de días entre el inicio de síntomas y el ingreso al hospital según el lugar de defunción.

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

El rango de edad con mayor número de defunciones registradas es el de 60 y más con el 63%, seguida por la de 55 a 59 años con el 17% y la de 50 a 54 años y la de 35 a 39 años con el 4% respectivamente. La población más joven, de 20 a 24 años apenas es el 1% respecto al total. La población más vulnerable fue atendida en el HGZ 21 y en el HR primordialmente.

Defunciones por rango de edad (años)	20 a 24	30 a 34	35 a 39	40 a 44	45 a 49	50 a 54	55 a 59	60 y más
HOSPITAL REGIONAL TEPATITLAN	0	0	1	0	0	0	1	5
HGZ 21 TEPATITLAN	1	2	5	2	6	11	22	79
UMF 168 TEPATITLAN	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	1	2	6	2	6	11	23	85
%	1%	1%	4%	1%	4%	8%	17%	63%

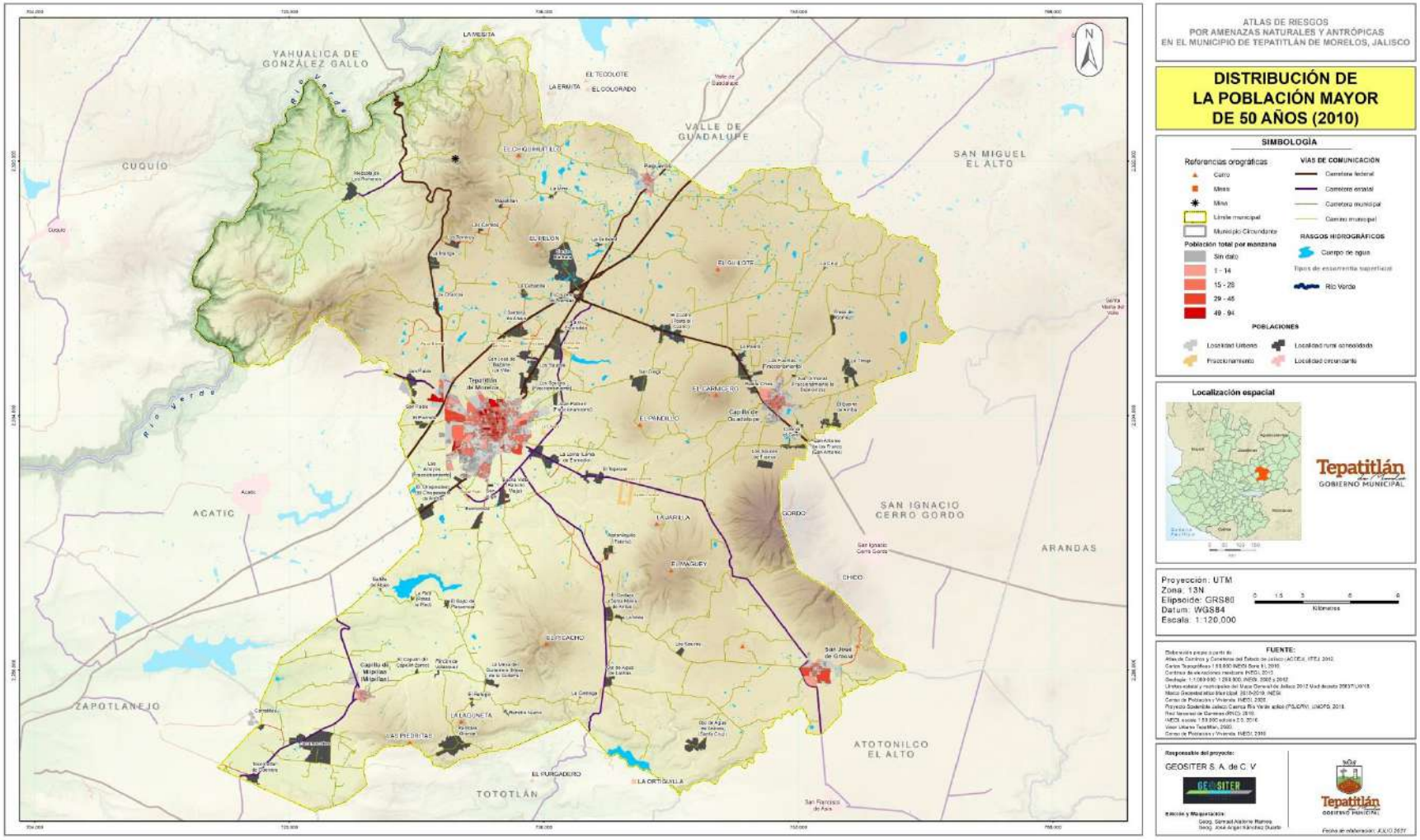
Tabla 8.24. Rango de edad de los decesos por lugar de defunción

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

Se concluye que, para Tepatitlán, la población mayormente afectada por la fatalidad del virus fue la mayor a 60 años aunque los casos comenzaron a aumentar desde los 50 años, la cual, según datos del 2010 (Mapa 8.9) tiene mayor presencia en la zona centro y noreste de la cabecera municipal y en la localidad de San José de Gracia. No obstante, es necesario un estudio con un alcance más detallado para determinar áreas de riesgo en el municipio. Se sabe que enfermedades como la diabetes, la hipertensión, las enfermedades pulmonares, entre otras comorbilidades, son factores que han empeorado la pandemia actual. Y se reafirma la característica centralista del municipio al ser la Clínica 21 la que albergó a la mayoría de pacientes en estado grave de salud.

Figura 8.15. Localización de las unidades de salud con atención al COVID-19.

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.



Mapa 8.8. Distribución de la población mayor de 50 años (2010).

Fuente: Defunciones en Boletines Semanales, SSJ.

8.6.2. Análisis de Accesibilidad a Servicios Hospitalarios

Los estudios de accesibilidad tienen por objetivo analizar la dificultad o facilidad de disponer o llegar a un servicio médico, además de contemplar factores externos a los sujetos como los peligros en el recorrido y sus retos particulares. Se evalúan al mismo tiempo la distancia, los horarios de atención y el modo de solicitar el servicio (Mercado, 2019: 6). Se establecen medidas de accesibilidad de cada fenómeno en cuestión. Para el presente documento, este análisis ayudó a caracterizar las localidades rurales para su trabajo estadístico en el apartado de vulnerabilidad, y al mismo tiempo, y dada la coyuntura actual, se ha vuelto un referente importante en cuestión del combate a la enfermedad Covid-19.

Fue evidente que el éxito para la supervivencia de los casos más severos de complicaciones provocadas por el Covid-19 dependía directamente de la accesibilidad a los servicios de salud, sobre todo cuando el paciente alcanzaba a llegar baso sus propios medios, puesto que en emergencias donde existieron colapsos por falta de oxigenación, ni los primeros respondiente ni los paramédicos podían dar la asistencia adecuada para salvar la vida del paciente. Por ello, para enfermedades arraigadas en la cotidianidad del humano la respuesta para combatirlas y controlarlas radica en el enfoque geográfico de su estudio.

Metodología

La fuente oficial para la obtención de los datos de la infraestructura médica se tomó del CLUES, 2021 considerando 25 Centros de Salud, Sanatorios y Hospitales ubicados en la cabecera municipal que cuentan con médicos de planta, así como las camas totales de cada uno de ellos; además de un Centro de Salud en 6 delegaciones que cuentan con uno o los dos rubros de acuerdo a la fuente mencionada: Capilla de Guadalupe, Capilla de Milpillas, Pegueros, San José de Gracia, Tecomatlán y Mezcala.

Se usó el Mapa Digital de INEGI V6.3.0 para calcular las distancias por carretera y el tiempo de traslado estimado desde cada una de las localidades mencionadas en el párrafo anterior a la cabecera, donde los médicos totales y las camas son una variable que incrementa el factor de accesibilidad médica; mientras que la distancia (en km) y el tiempo (en minutos) son inversamente proporcionales a este factor. Para tal efecto, se restaron estas dos variables en la ecuación de ponderación.

Variable	Ponderación

Médicos Totales por localidad	50
Camas totales por localidad	20
Distancia por la vialidad	15
Tiempo estimado	15

Tabla 8.25. Variables y su ponderación correspondiente usados en el modelo de Atención Médica.
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo así: $\mathbf{At_{Med} = MT_{CS} * .5 + CT_{CS} * .2 – DV * .15 – TE * .15}$

Donde:

At_{Med} = Atención Médica
MT_{CS} = Médicos Totales por Centro de Salud
CT_{CS} = Camas Totales por Centro de Salud
DV = Distancia sobre la vialidad en km
TE = Tiempo estimado de recorrido en minutos

Se interpoló utilizando el método Inverse Distance Weighted (IDW), empleando el punto de localización del Centro de Salud de acuerdo a la fuente referida (CLUES, 2021). Por su parte, para el resto de localidades rurales, que no cuentan con médicos de cabecera ni camas en el entorno del Centro de Salud u Hospital, se tomó el punto de ubicación del SCINCE, 2020; asignándose a estos elementos un peso uniforme que fuera ligeramente inferior al de la delegación con menor ponderación, lo anterior para ilustrar de manera homogénea la falta de infraestructura de salud en el resto de las entidades municipales.

A modo de capas de apoyo, para evidenciar dentro del modelo la conectividad de la red carretera interdelegacional, se tomaron las vialidades usadas desde el 1er módulo del proyecto (IIEG, 2018), con las categorías que se observan en el Mapa Base, y con los Buffer por tipo de vialidad de la Tabla 8.23 para representar la zona de influencia aledaña a cada vía de acuerdo a su jerarquía, esto arroja una abstracción de las zonas menos accesibles de acuerdo a las vías de comunicación existentes en el municipio.

Tipo de vialidad	Buffer (m)
Carretera Federal	500
Carretera Estatal	400
Carretera Municipal	250
Camino	100

Tabla 8.26. Tipos de infraestructura vial y su superficie de influencia en metros.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se elaboró un Modelo de Distancia Euclidiana dividido en 10 intervalos de distancia centrífuga a partir del polígono de la cabecera municipal, al ser esta localidad la que concentra la infraestructura de salud; en este caso, cada intervalo es de 3.5 km de ancho. Esta variable también es inversa a la accesibilidad, es decir, mientras mayor sea la distancia desde la cabecera, menor será la accesibilidad a este servicio.

Así, se tienen 3 capas de información categorizadas en intervalos con distribución espacial continua. Estos 3 modelos se introdujeron a la herramienta Weighted Overlay, para obtener un raster que se denominó como “accesibilidad médica”.

La ecuación introducida en la herramienta, se puede traducir a términos algebraicos de la siguiente forma:

$$\mathbf{Acc_{Med} = At_{Med} *.60 - Dist_{Hub} * .25 + Vía\ Com * .15}$$

Donde:
Acc_{Med} = Accesibilidad Médica
At_{Med} = Atención Médica
$Dist_{Hub}$ = Distancia Euclidiana a la cabecera (hub)
Vía Com = Buffer por tipo de vía de comunicación

Resultados

Para las localidades urbanas, la accesibilidad más alta a los servicios médicos la tiene la cabecera municipal y Capilla de Guadalupe, aunque también San José de Gracia, Pegueros y Capilla de Milpillas concentran a la mayoría de la población dentro de un nivel alto. Únicamente San José de Gracia tiene población que se encuentra en una accesibilidad muy baja (Tabla 8.24).

En el caso de las localidades rurales, la accesibilidad más alta se encuentra en Mezcala, seguida por localidades con nivel medio en Tepatitlán y Capilla de Milpillas. El resto se encuentra en un estado alarmante de accesibilidad baja y muy baja, donde

destacan localidades con alta concentración de habitantes en las delegaciones de Capilla de Milpillas, San José de Gracia y Capilla de Guadalupe (Tabla 8.25).

Delegación		Accesibilidad Médica Localidades Urbanas				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Tepatitlán de Morelos	Manzanas	1260	151	22	80	0
	Habitantes	85,888	9,260	1,252	2,404	0
Capilla de Guadalupe	Manzanas	9	206	92	50	0
	Habitantes	428	10,647	3,147	1,318	0
San José de Gracia	Manzanas	0	85	32	38	5
	Habitantes	0	2,961	861	1,462	133
Pegueros	Manzanas	0	81	34	6	0
	Habitantes	0	3,451	1,155	215	0
Capilla de Milpillas	Manzanas	0	90	10	0	0
	Habitantes	0	2,434	221	0	0

Tabla 8.27. Población por accesibilidad médica en localidades urbanas.

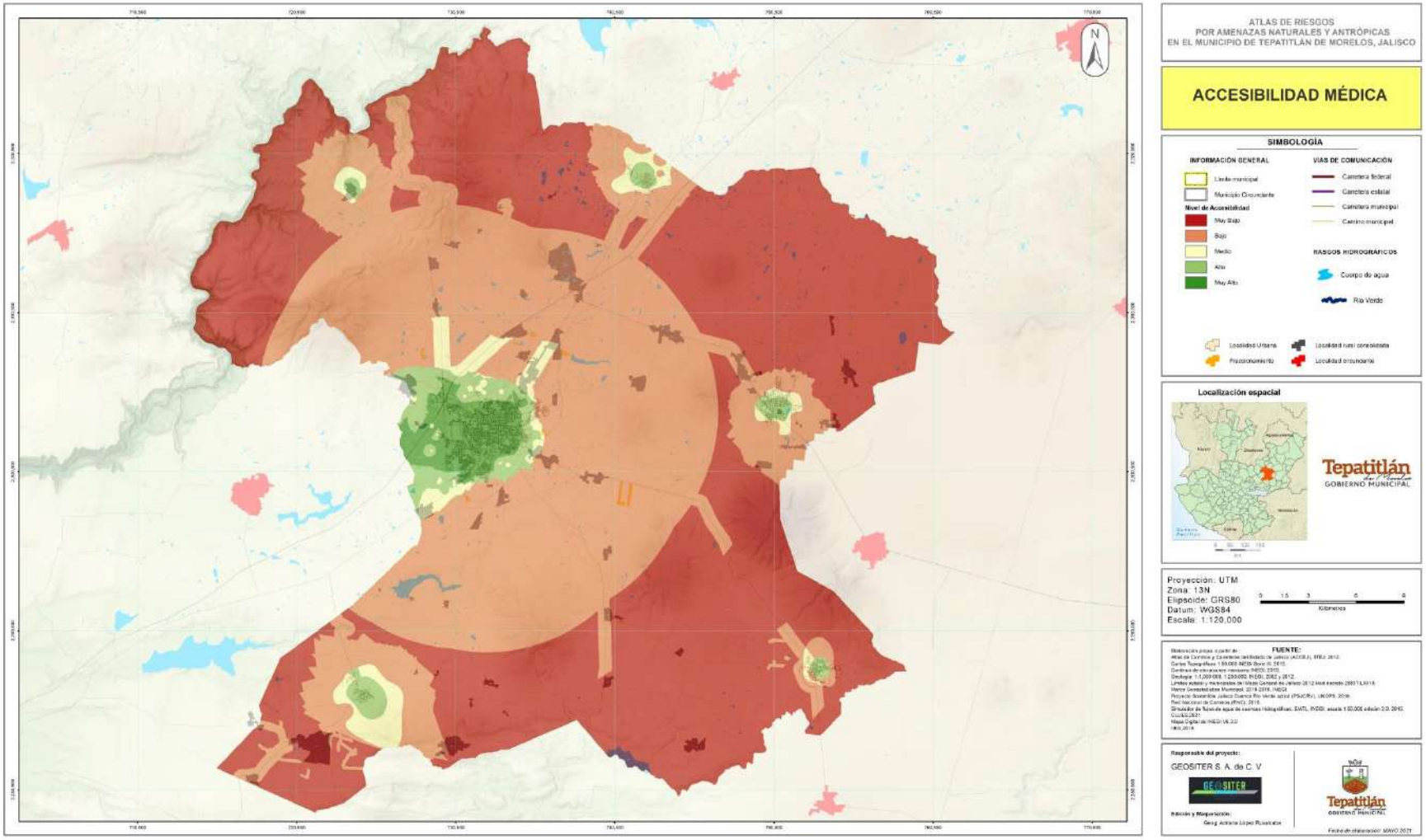
Fuente: Elaboración propia.

Delegación		Accesibilidad Médica Localidades Rurales				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Tepatitlán de Morelos	Localidades	0	0	36	108	0
	Habitantes	0	0	2,642	3,976	0
Capilla de Guadalupe	Localidades	0	0	0	29	54
	Habitantes	0	0	0	982	1217
San José de Gracia	Localidades	0	0	0	10	43
	Habitantes	0	0	0	229	1376
Pegueros	Localidades	0	0	0	28	18
	Habitantes	0	0	0	1,230	595
Capilla de Milpillas	Localidades	0	0	1	19	21
	Habitantes	0	0	248	765	1451
Mezcala de los Romero	Localidades	0	1	0	28	41
	Habitantes	0	2,085	0	186	99
Ojo de Agua de Latillas	Localidades	0	0	0	1	8
	Habitantes	0	0	0	23	848
Tecomatlán de Guerrero	Localidades	0	0	0	2	2
	Habitantes	0	0	0	965	85
Localidad limítrofe	Localidades	0	0	1	3	2
	Habitantes	0	0	23	319	14

Tabla 8.28. Población por accesibilidad médica en localidades rurales.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, es posible inferir que el sistema de salud en Tepatitlán privilegia a los habitantes de los centros urbanos, posiblemente esto sea alentado por la política pública enfocada a promover cierto tipo de producción, uno no rural. De este modo, los habitantes de la periferia urbana quedan expuestos a cualquier tipo de situación sanitaria.



Mapa 8.9. Accesibilidad Médica.

Fuente: Elaboración propia.

9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

9.1. Introducción

Las medidas de prevención y mitigación se pueden definir como “El conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier zona que presente vulnerabilidad o susceptibilidad a un peligro inminente”.

Una vez que se han identificado los riesgos y las zonas críticas vulnerables se procederá a determinar las medidas de prevención y de mitigación aplicables en un área previamente elegida por sus características que propicien la correcta funcionalidad de las obras.

Las zonas críticas se determinan a partir de factores como modificaciones antrópicas en los escurrimientos naturales debido al proceso de urbanización que además de alterar significativamente la morfometría de la red hidrográfica, transforma el suelo en superficies impermeables, aumentando la cantidad de flujo laminar que escurre por la superficie. En estas zonas se elaboran periodos de retorno y tiempos de respuesta, gasto máximo y altura del tirante de agua en la eventualidad de un suceso atípico (llamado también “peor escenario”). Asimismo, se proponen estrategias de mitigación estructurales mediante planos y maquetas virtuales en las que se muestran de manera arquitectónica, una serie de propuestas de infraestructura que pretenden disminuir las afectaciones provocadas por las crecidas de los canales.

Para llegar a comprender estas propuestas, se tendrá que hacer mancuerna con la física del agua que será el objeto de estudio y esencialmente el fenómeno a enfrentar para invertir su siniestralidad en un beneficio utilizable y aprovechable sin perder de vista que es un recurso no renovable, por lo que a la par se tendrá que observar de manera profunda su tratamiento y evitar dar lugar a otro problema que afectará a mediano y largo plazo.

En el particular caso de las medidas de mitigación para las inundaciones este capítulo se apoya de manera muy enmarcada en la hidráulica de fluidos, para materializar los conceptos a los que aquí se hace referencia, hace falta un estudio más preciso, minucioso y aplicado a las diferentes zonas donde se propone realizar medidas de mitigación y de esta manera llegar a un proyecto arquitectónico/urbano ejecutivo y financiable.

La Hidráulica es la rama de la física que estudia el comportamiento del agua en su estado líquido a través de la red hidrográfica y la infraestructura antrópica generada para su distribución, aprovechamiento y drenaje. Hablando en un contexto de ingeniería y peligros naturales, trata de obras para el uso, contención, explotación y conservación del recurso hídrico además de minimizar el peligro hídrico.

Descripción de las medidas de mitigación implementadas en este documento.

Medidas estructurales: Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas.

Las medidas estructurales comunes para la reducción del riesgo de desastres incluyen las represas, los diques para evitar inundaciones, las construcciones antisísmicas y los albergues en casos de evacuación.

Medidas no estructurales: Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

Entre las medidas no estructurales se incluyen los códigos de construcción, legislación sobre el ordenamiento territorial y su cumplimiento, investigaciones y evaluaciones, recursos informativos y programas de divulgación pública.

Hay que tener presente que en ingeniería civil y estructural el término “estructural” se utiliza en un sentido más estricto para denotar únicamente la estructura que lleva la carga, mientras para otras partes, como el revestimiento de paredes y el acondicionamiento de interiores, se utiliza el término “no estructural”. El presente documento utiliza los términos de una manera más amplia que la utilizada en ingeniería.

Así mismo, se clasifican las medidas tanto estructurales como no estructurales en 3 importantes etapas de aplicación:

1. Preventivas. Las que funcionan para evitar al máximo posible consecuencias negativas cuando se presente el fenómeno.
2. De emergencia. Dónde la población se enfrenta al fenómeno con ciertos conocimientos previos adquiridos.

3. Correctivas. Al finalizar el fenómeno y con las acciones que se tomaron, se procede a evaluar los daños y a repararlos en conjunto con las autoridades y/o la iniciativa privada.

9.2. Contexto histórico

La gestión del agua comienza hacía al inicio del siglo XX usando aprovechamientos superficiales, como el río y los pozos superficiales. Mediante la política del Estado mexicano para concentrar población, fue necesaria la construcción de presas que almacenaran el agua suficiente para garantizar el abasto de una mayor población. Con la garantía del agua, más habitantes eran atraídos por la ciudad, en un contexto geográfico de escasez, puesto que se depende del aprovechamiento de la lluvia durante tres meses al año. Durante los últimos 20 años del siglo XX, con la dependencia del agua extraída desde pozos profundos, algunos con más de trescientos metros, la población modificó sus prácticas de tal forma que los escurrimientos de agua por los ríos y arroyos pasaron a ser los drenajes en la superficie. En el inicio del siglo XXI se consolida en la región una competencia por el agua con las grandes ciudades, pero también con la industria, la agricultura y la ganadería.

El Gobierno se hizo cargo financieramente de la construcción de obras hidráulicas tales como presas durante una gran parte del siglo XX, con los avances tecnológicos que permitieron la perforación de pozos profundos, extracción por bombeo y la provisión de energía eléctrica, los acuíferos subterráneos han sido utilizados como almacenes de agua para el uso urbano, mientras que los cauces de agua superficial, represada para las ciudades cuando estaban en crecimiento, pasaron a ser medios para el desalojo de los desechos urbanos, desperdicios orgánicos pecuarios, desechos de la destilación del tequila, residuos agroquímicos entre otros, convirtiéndolos en drenajes superficiales.

En el caso de Tepatitlán, que es una concentración de pobladores del área rural en una ciudad, el crecimiento de la misma tiene relación directa y necesaria con el abasto del agua.

Durante la década de los sesentas y ochentas (véase en el capítulo de demografía) se dio una etapa muy importante para el municipio de Tepatitlán, ya que presentó un crecimiento considerable de la población principalmente en la cabecera municipal (Cabrales, 2002).

Según el Censo de Población y Vivienda elaborado por el INEGI en 2020 el municipio está conformado por 150,190 habitantes, es una de las cuatro ciudades más importantes de Jalisco que no forman parte de la Zona Metropolitana de Guadalajara, es cabecera de una delimitación política territorial municipal y una ciudad de referencia en el comercio internacional de ganado bovino y porcino y producción avícola, ocupando el primer lugar nacional en producción de huevo, carne de pollo y carne de cerdo, además del segundo lugar nacional en producción de leche y elaboración de tequila. Su crecimiento poblacional es una consecuencia de la concentración de pequeñas comunidades y rancherías cercanas que se dedican precisamente a estas actividades pecuarias. Por esto es que la competencia por la obtención de agua se ha enfocado en las soluciones tecnológicas para satisfacer la creciente demanda del vital líquido.

El ritmo de su crecimiento se aceleró en la segunda mitad del siglo XX, la ciudad creció por la concentración migratoria rural de toda la región de los Altos de Jalisco, teniendo como ciudades con la misma situación de crecimiento Lagos de Moreno, San Juan de los Lagos y Arandas.

Año	Población	Tasa de crecimiento
1900	5,996	Sin registro
1910	5,560	-0.73%
1920	7,491	2.58%
1930	7,397	-0.13%
1940	8,894	1.68%
1950	15,053	4.09%
1960	19,853	2.42%
1970	29,292	3.22%
1980	41,813	2.99%
1990	54,036	2.26%
2000	74,262	2.72%
2010	91,959	1.92%
2020	150,190	63.32%

Tabla 9.1. Evolución demográfica y tasa de crecimiento medio anual de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (1900-2020).

Fuente: Elaboración propia con datos censales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2020).

El pueblo de Tepatitlán tenía casi seis mil habitantes en 1910 pero en su crecimiento los pobladores sumaron 91,959 habitantes en 2010. El sistema de distribución de agua que

se construyó de 1910 a 2010, se ha mantenido como una fuente segura para el abasto domiciliario, atractivo para el estilo de vida en un medioambiente caracterizado por condiciones de escasez de agua. Hasta antes de la perforación de pozos profundos, el agua de lluvia era la fuente segura durante apenas tres meses al año. En los años de abundancia, las lluvias se registraban hasta en cuatro meses, en años excepcionales; el registro histórico va desde los 650 mm hasta los 850 mm anuales y las excepciones han sido en los dos extremos.

El agua posee una dualidad contrastante: por un lado es un derecho básico humano contar con acceso a agua potable para su consumo, es fundamental para todas las actividades antrópicas e incluso para el desarrollo y proliferación de la vida en general, tal como fue manifiesto por las grandes culturas de la antigüedad, que buscaban emplazar sus asentamientos en zonas aledañas a cuerpos de agua o escurrimientos, o posteriormente construyeron obras de ingeniería, orgullo de la inventiva humana, para distribuir el agua desde su locación original hacia sus principales centros de población. Por otra parte, sin embargo, los eventos de precipitación extraordinaria (lluvias intensas por encima de la capacidad de respuesta de una cuenca o sistema hidrológico), pueden generar fenómenos que afecten de manera negativa a la población o a sus sistemas económicos, alimentarios o de infraestructura, como crecidas de ríos, inundaciones, deslaves y desgajamientos de cerros.

Es bajo este último enfoque, que el presente módulo se engarza al Atlas de Riesgos como una continuación de lo planteado en los fenómenos hidrometeorológicos del Módulo VI, específicamente para las inundaciones y encharcamientos; y para los procesos de remoción en masa dentro de los fenómenos geológico-geomorfológicos. Así, se busca que este módulo ahonde en la relación existente entre los fenómenos peligrosos y las alteraciones antrópicas que ha sufrido la red hidrográfica y las coberturas del suelo por el acelerado proceso de urbanización, procesos que potencian la ocurrencia y magnitud de dichos fenómenos; además de proponer estrategias específicas de corte estructural y de manera general, políticas no estructurales, que busquen la mitigación del riesgo por sucesos de origen pluvial o fluvial.

9.3. Infraestructura hidráulica

Los elementos que modifican la escorrentía en una cuenca urbana y que son utilizados para el transporte, aprovechamiento y descarga del agua, son los siguientes:

- Colectores. Corresponde a formas eminentemente antrópicas y no necesariamente presenta la disposición de la red natural. Generalmente han sustituido a los canales naturales principales.
- Alcantarillas y red de drenaje. Son los puntos de infiltración dentro del sistema
- Tuberías de la red de agua potable
- Pozos
- Presas
- Vasos reguladores
- Red de canales

El presente estudio abordará además de algunos aspectos tecnológicos y arquitectónicos (obras estructurales), el tema de relaciones políticas que intervienen directa o indirectamente en el proceso de mitigación del agua, así como las relaciones sociales que han participado con el objetivo del abasto del agua en el municipio. (obras no estructurales).

9.3.1. Principales presas en Tepatitlán

El inventario de presas de la Comisión Nacional del Agua muestra los principales cuerpos de agua que son utilizados para beneficio de la población y se consideraron como principales presas la que cuentan con almacenamiento mayor a 0.5 Mm^3.

Principales presas en Tepatitlán de Morelos				
Nombre oficial	Nombre común	Corriente	Capacidad de operación (Mm^3)	Uso
La Red	La Red	Río Calderón	14.25	Riego
El Jihuite	EL Jihuite	Arroyo El Jihuite	4.80	Agua Potable
El Amigo		Arroyo Tepatitlán	0.70	Riego
Plan de Mezcala		Arroyo Tepatitlán	0.70	Riego
Carretas	El Durazno	Arroyo Cebadillas	0.50	Agua Potable
		Total	**20.95**	

Tabla 9.2. Principales presas en el municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEA 2015.

Dos acontecimientos de vital importancia para el crecimiento de la infraestructura hídrica en el municipio fueron la construcción de la presa El Durazno y después la presa El Jihuite, esto ayudo a que la población se incrementara exponencialmente a partir de la década de los 40´s, con la construcción de presas más grandes, el gobierno fue el protagonista principal como los agentes del agua de la ciudad, sus esfuerzos económicos se centraron en la proyección y construcción de diques y acueductos en una red de distribución en la ciudad mientras que administraban los recursos generados por el cobro del servicio domiciliario.

Lamentablemente el plazo de tiempo para el que fueron planeadas ambas presas no contaba con que ocurrirían varias sequías, una muy severa en 1983, la escasez de lluvia durante los años precedentes a ese agravó la situación de la ciudad, no había agua suficiente para abastecer la demanda, ninguna de las dos presas pudo acumular una cantidad de líquido suficiente para asegurar el consumo de los habitantes ni para las actividades urbanas.

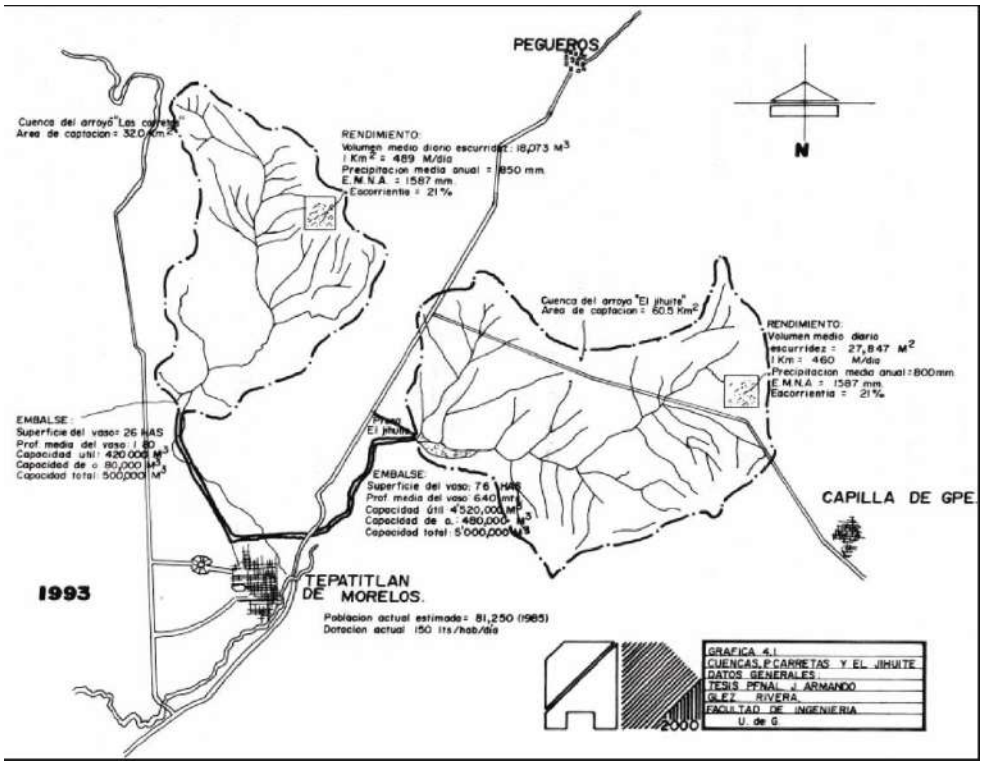


Figura 9.1. Cuencas hidrográficas de El Durazno y El Jihuite en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (1993).

Fuente: González Rivera, A. 1993: Abasto de agua para Tepatitlán de Morelos desde la presa de La Red. Guadalajara, Facultad de Ingeniería, Universidad de Guadalajara.

Dando enfoque al problema de las inundaciones, que es el que se ha presentado en los últimos años por los cambios urbanísticos en la zona, las siguientes páginas darán énfasis en el tratamiento que se propone dar al fenómeno anteriormente mencionado.

9.3.2. Relación de las inundaciones con la infraestructura hidráulica

Figura 9.2. Disponibilidad de aguas superficiales en el municipio.

Fuente: Ficha técnica hidrológica municipal, Comisión Estatal del Agua 2015.

La cabecera municipal de Tepatitlán se surte principalmente de dos presas, una llamada Carretas, (conocida como “El Durazno”) con medio millón de metros cúbicos de capacidad de almacenamiento y otra, El Jihuite, con 5 millones de metros cúbicos.

La presa de Carretas se usa para surtir a la parte norte de la ciudad, cuando queda a niveles muy bajos ya no es redituable extraerle agua, pues la poca que queda viene revuelta con lodo y otros sedimentos y es más caro potabilizarla así, por lo que se está recurriendo a la interconexión de pozos para cubrir ese faltante en esa zona de Tepatitlán.

Ficha Técnica Presa Carretas	
Nombre Oficial	Carretas
Nombre Común	El Durazno
Estado	Jalisco
Municipio	Tepatitlán de Morelos
Región CNA	Lerma Santiago Pacífico
Región hidrológica	Lerma - Santiago
Cuenca	Río Verde 2
Corriente	A. CEBADILLAS
Volúmen al NAMO	0.5000 hm3
Latitud	20.8636777778 Grados
Longitud	´- 102.7833444444 Grados
Zona Sísmica	Baja Sismicidad

Tabla 9.3. Ficha técnica de la presa El Durazno, inicialmente conocida como Carretas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEA 2015.

Generalidades	
Año de Construcción:	1956
Diseñador:	Secretaría de Recursos Hidráulicos (Disuelta)
Constructor:	Secretaría de Recursos Hidráulicos (Disuelta)
Programa de Construcción Institucional:	
Organismo Responsable:	Asoc. Usuar. Organismo de agua y saneamiento del municipio
Vía de acceso:	Brecha
Reparaciones y modificaciones:	1956

Tabla 9.4. Datos Generales de la presa El Durazno, inicialmente conocida como Carretas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEA 2015.

Dichas presas no alcanzan para surtir a toda la ciudad, por lo que en algunas partes el agua llega a las casas por medio de pozos, pero cuando las sequías se alargan o no tienen un buen temporal, se cuenta con una reserva de perforaciones que sólo se les extrae agua en casos excepcionales.

Lo ideal es obtener líquido de fuentes superficiales, pues los pozos son muy caros de operar y mantener y si se explotan excesivamente, se disminuye la capacidad de recarga de acuíferos, provocando el estrés hídrico de la zona.

Figura 9.3. Disponibilidad de aguas subterráneas en el municipio.

Fuente: Ficha técnica hidrológica municipal, Comisión Estatal del Agua 2015.

De acuerdo a la imagen anterior, la zona está sobrexplotada subterráneamente, lo que además de generar problemas por inundaciones cuando el temporal es abundante, también se deberá considerar captar la mayor cantidad de este líquido para poder hacer una reserva y tenerla disponible en temporada de estiaje.

El cambio de uso de suelo en distintas zonas, ha propiciado una serie de anomalías sobre todo al régimen hídrico de la escorrentía superficial, que se ven reflejadas en una serie de picos extraordinarios de inundación durante la temporada de lluvias, sin embargo, hay ciertos eventos que manifiestan mayor incidencia que otros de mayor ocurrencia, durante cierto tiempo. De acuerdo con el capítulo VI (Zonificación del peligro por fenómenos hidrometeorológicos), se estimó que los eventos más extraordinarios para generar tormentas extremas y ocasionar grandes inundaciones dentro del municipio de Tepatitlán de Morelos, se presentan con una periodicidad superior a los 50 años.

Uno de los eventos más recientes y caóticos que se ha presenciado dentro la zona de estudio, fue resultado de una serie de “inundaciones súbitas” o “crecidas súbitas”, generadas por varias precipitaciones de diversas intensidades que tuvieron una duración de 3 días, a lo largo del corredor hidrológico del río de Tepatitlán; especialmente en la cabecera municipal, este evento ocurrió durante los días de 5 al 7 de septiembre del 2003.

Esas inundaciones causaron daños al hospital del IMSS en Tepatitlán, varias viviendas dañadas, la presa del Jihuite que suministra agua a Tepatitlán estuvo derramando agua por la cortina, y se dio el cierre de varias calles.

Fotografía 9.1. Zona afectada por la inundación en la vialidad principal de Tepatitlán.
Fuente: CNT7, 2003.

Fotografía 9.2. Colonia afectada por la inundación.
Fuente: CNT7, 2003.

Otro evento más reciente se dio en el mes de julio de 2017, por el desbordamiento del río Tepatitlán, se reportó a la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco (UEPCBJ) la inundación en el fraccionamiento Cuatro Caminos con 70 centímetros en vía pública, e ingreso del agua a 15 viviendas con 50 centímetros en las calles Jacarandas y Herradura.

Asimismo, en el fraccionamiento Adobes con 80 centímetros a un metro en vía pública, y en el cruce de las calles Monturas y Escuelas en el ingreso a seis casas con 40 centímetros de nivel de agua. También se vieron afectadas viviendas de la colonia Jardines de Lagos.

Fotografía 9.3. Afectaciones en vivienda por la inundación de julio de 2017.
Fuente: Noticieros Televisa.

En este módulo se ahondará en la relación existente entre los fenómenos peligrosos, las alteraciones antrópicas que ha sufrido la red hidrográfica y la invasión de los asentamientos humanos entre los cauces hídricos naturales o la escorrentía superficial. De proponer estrategias específicas de corte estructural y de manera general, políticas no estructurales, que busquen la mitigación del riesgo. Además, tiene una importante vinculación de análisis multivariante con otros capítulos, sobre todo con el medio físico, en particularmente con la Hidrografía y la gestión del peligro por parte de los fenómenos hidrometeorológicos.

Los insumos para gestionar y desarrollar las medidas mitigación estructurales, es la red hidrográfica actualizada del año de 2017[50]. Además, se abordará el análisis morfométrico de las subcuencas, microcuencas, nanocuencas y picocuencas. De acuerdo a estas transformaciones y sobre todo donde hay asentamientos humanos y antecedentes históricas de afectaciones por las inundaciones súbitas.

Las obras estructurales representan una serie de medidas de mitigación importantes para la gestión del riesgo e infraestructuras efectivas para la captación, extracción, retención, conducción, minimizar y aprovechar el recurso hídrico de una manera sustentable (Lepe, 1983).

En la actualidad, los efectos del cambio climático afectan de manera directa e indirecta los componentes del ciclo hidrológico (el régimen hidrológico). El diseño hidráulico es una alternativa primordial para minimizar el peligro al regular el régimen hidrológico, esta rama del conocimiento tiene por fin amortiguar los estragos aguas debajo de sistemas hidrológicos que deben transportar tirantes máximos a normales, además de constituirse como una medida sustentable para la planificación de los recursos hídricos.

“El agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere de un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales para la calidad del agua”. (ONU, 2021). Dado por este enfoque, El concepto de desarrollo sustentable implica “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el derecho de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Trueba, 1970).

De esta manera, el municipio tiene que contar con la sustentabilidad del agua pasando por la conservación de sus fuentes, la lluvia, acuíferos, lagos y ríos. Ya que no se puede seguir usando el agua como si fuera un recurso renovable e inagotable pues mediante el ciclo natural ya no se renueva a la velocidad que se requiere. El cada vez mayor agotamiento y la contaminación de los acuíferos y fuentes superficiales de agua (CENAPRED, 2006).

[50] Fecha de toma de la ortofoto municipal más actual que se usa como referencia para cuestiones de teledetección y fotointerpretación a través de este documento.

9.4. Metodología

La construcción de este capítulo se basa principalmente en un análisis multivariante para establecer los sitios más favorables para la construcción de las medidas de mitigación estructural. Los principales insumos para construcción de este apartado, está implicado con los parámetros establecidos por parte del medio físico; sobre todo por las condiciones morfométricas del análisis de las unidades hidrológicas (hidrografía).

La ecuación general para el cálculo de zonas óptimas para el establecimiento de medidas de mitigación estructurales se plantea como:

$$ZO_{MME} = R_{HIDRO} + USV + H_{EST} + PEND + CURV$$

Donde:

ZO_{MME}: Zona óptima para medida de mitigación estructural

R_{HIDRO}: Red hidrológica

USV: Uso de Suelo y Vegetación

H_{EST}: Elementos hidrológicos estáticos

PEND: Pendiente del terreno

CURV: Curvatura del terreno

Los sitios serán seleccionados para su ejecución y diseño estructural como obra de medida de mitigación, son determinados ya que cumplen con las directrices de validación para su diseño gráfico y representación espacial. Además, cuentan con las ponderaciones multivariantes del medio natural y antropogénico, son; la red hidrológica, uso de suelo y vegetación, cuerpos de agua y presas y bordos, pendiente y curvatura de la superficie terrestre.

A continuación, se describe cómo se basó la metodología para establecer la metodología para localizar los sitios más óptimos para la construcción de obras estructurales, para minimizar el peligro ante las inundaciones súbitas:

1. Se clasificaron los diferentes tipos de paquetes litológicos que están presenten en el área de estudio, para establecer de una manera preliminar los sitios más factibles para la construcción y también para la permeabilidad del flujo hídrico.

Todas las variables en 4 estratos, donde el 4 es la tipología más susceptible al fenómeno y el 1 la más resistente.

2. Otro tipo de insumo para considerar es la red hidrográfica, ya que es la que, conjuntándose con los flujos urbanos, transporta el escurrimiento hídrico a nivel superficial.
3. Se validó la red hidrográfica a partir de la información de SIATL (2012), los cauces cuyo orden no se encontraba categorizado se clasificaron para tener un 100 % de datos jerarquizados por el orden de Horton- Strahler, con la finalidad de establecer los principales regímenes de escurrimientos en donde se van a tomar mayor consideración para proponer la zona de construcción.

SISTEMA HIDROLÓGICO		
Orden de cauce	**Distancia de Buffer (m)**	**Ponderación**
Cauces de orden 1 y 2	5	2
Cauces de orden 3 a 5	10	3
Cauces de orden 6 o superior	20	4
Canal (cuerpo del canal)	5	4
Canal (peligrosidad alta)	10	3
Canal (peligrosidad media o amortiguamiento)	20	2

Tabla 9.5. Categorías, ponderación y distancia de buffer de los elementos del sistema hidrológico.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de SIATL, 2012.

4. Se realizó lo propio para el Uso de Suelo y Vegetación a partir de las cartas escala 1:250000 Serie VI de INEGI. Se agruparon las clases de dicha fuente en las siguientes categorías:

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	
Cobertura de Suelo	**Ponderación**
Agricultura Intensiva	3
Agricultura Cíclica	3
Matorral	2
Selva Baja Caducifolia	1
Bosque de Táscate	1
Bosque de Pino y Encino	1
Vegetación Secundaria	2
Pastizal	3
Zona Urbana	1
Cuerpo de Agua	4

Tabla 9.6. Categorías y ponderación de los Usos de Suelo y Vegetación para el modelo de Susceptibilidad a Inundaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI INEGI, 2012.

Este parámetro tiene como función establecer y determinar los puntos más factibles para la edificación de obras estructurales de acuerdo a la cobertura predominante, por ejemplo: las zonas desprovistas de vegetación serán una zona más atractiva para su edificación, al no invertir recursos en desbrozar el terreno, además de no irrumpir con las actividades agropecuarias, o incluso la remoción de elementos forestales, proceso eminentemente detrimental para el medio ambiente; asimismo, se recomienda no edificar en las inmediaciones de asentamientos humanos; para evitar estragos colaterales en función de la actividad productiva de la obra, así como la presencia de posibles problemas salubres relacionados con la retención del recurso hídrico.

5. Complementando a estos insumos, se consideraron otros elementos, de corte hidrológico (cuerpos de agua), de infraestructura hidráulica (presas y bordos), de morfología del relieve (pendiente y curvatura), así como los aludidos registros históricos de inundación; ya que en este insumo es de suma importancia para establecer cuerpos de agua o antiguos remanentes de cuerpos de agua que se podrían reutilizarse como zonas muy atractivas para construcción de obras

estructurales, porque optimiza recursos para su construcción. Sus respectivas ponderaciones se listan enseguida:

CUERPOS DE AGUA		
Condición	**Distancia de Buffer (m)**	**Ponderación**
Perenne	50	4
Intermitente	25	4

Tabla 9.7. Categorías, distancias de buffers y ponderación de los Cuerpos de Agua para el modelo de Susceptibilidad a Inundaciones.

Fuente: Elaboración propia**.**

PRESAS Y BORDOS	
Distancia de Buffer (m)	**Ponderación**
50	3

Tabla 9.8. Ponderación de los Cuerpos de Agua para el modelo de Susceptibilidad a Inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

6. La pendiente. Este insumo es de suma importancia ya que establece la velocidad que podría presentar el flujo hídrico y de una manera se puede aprovechar su sinergia para su evacuación o establecer medidas preventivas para minimizar su velocidad para que no haya daños colaterales con la obra o simplemente como medida preventiva para la población. La ponderación con mayor valor es la pendiente de 0 a 0.5°, con un valor de 4 y el menor valor de ponderación, son pendientes que superan los 3° de azimut.

PENDIENTE	
Grados de pendiente	**Ponderación**
0 - 0.5°	4
0.5 - 1.5°	3
1 - 3°	2
mayor a 3°	1

Tabla 9.9. Categorías y ponderación de la pendiente para el modelo de Susceptibilidad a Inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

7. Este factor, se toma con mayor peso de ponderación a las estructuras cóncavas o depresiones estructurales, ya que estos rasgos morfológicos son de mayor importancia para optimizar tiempo y recurso para su construcción y operación.

CURVATURA	
Tipo de terreno	**Ponderación**
Cóncavo	4
Plano	1
Convexo	0

Tabla 9.10. Categorías y ponderación de la curvatura del terreno para el modelo de Susceptibilidad a Inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta todas estas variables, y determinando en base a la infraestructura existente en el municipio se tomó para desarrollar una obra de mitigación como ejemplo las inmediaciones de la presa El Durazno o Carretas como era conocida en sus primeros años. Esta obra fue construida en el año 1956 y no se encontraron reportes de alguna reparación mayor, mas sin embargo se deduce que se le ha dado el mantenimiento básico constante para que pueda continuar con su funcionamiento, es por esto que a manera de propuesta se opta por una renovación tanto de la cortina como de su sistema de almacenamiento, control y desalojo del agua, promoviendo además de la nueva obra de ingeniería, un proyecto con un enfoque social y económico, para activar y fomentar la atracción de las comunidades cercanas, a realizar actividades recreativas en los alrededores.

Cerca de la presa El Durazno se puede visualizar un área factible para desarrollo áreas de esparcimiento social, teniendo como principal atractivo la presa misma.

Con una proyección hacia el futuro, se puede homologar la propuesta junto con los proyectos que se tienen por parte del gobierno municipal, como por ejemplo con el Plan de Movilidad Municipal, desarrollado por el IMPLAN.

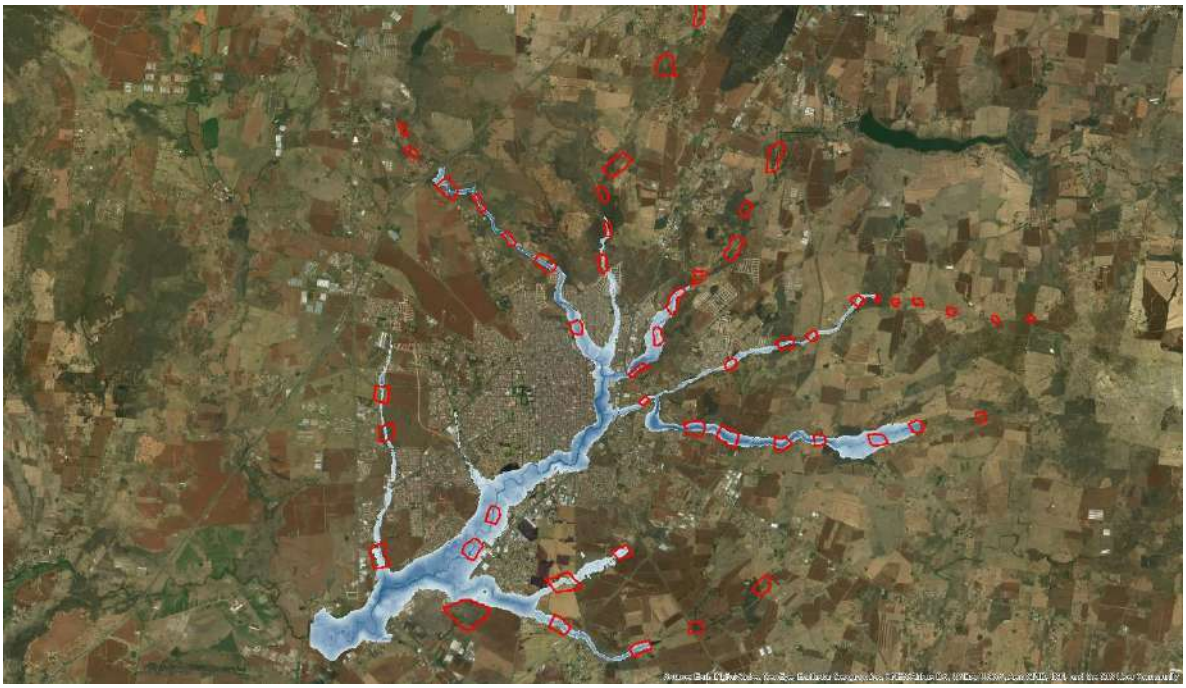
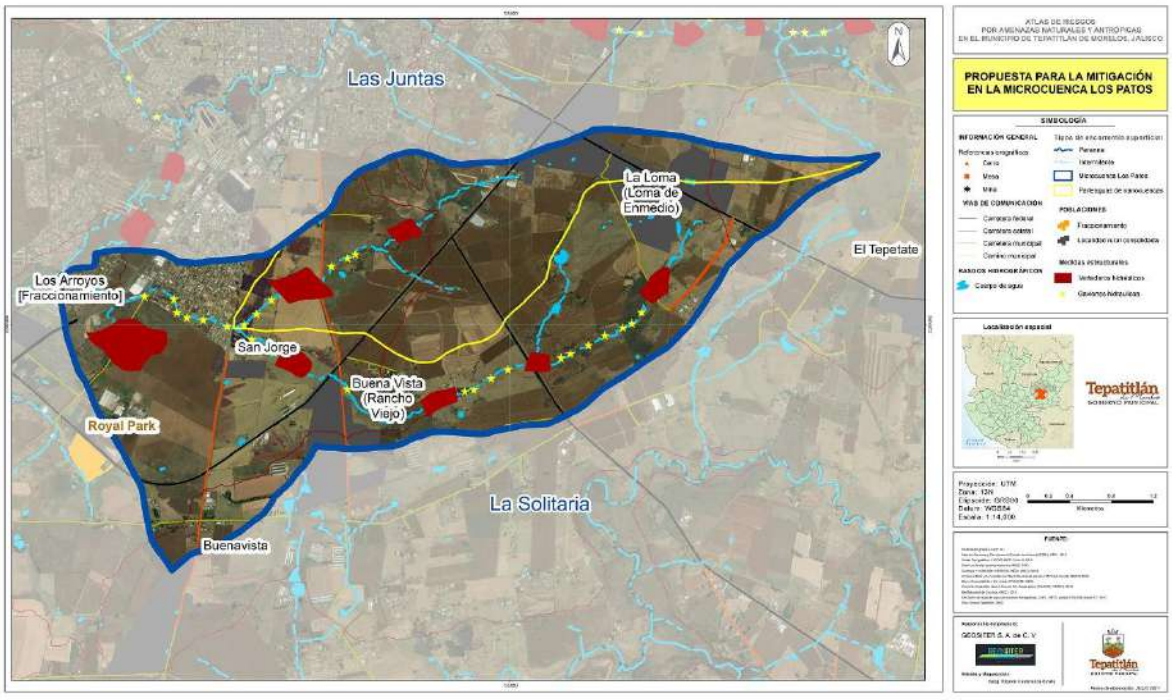


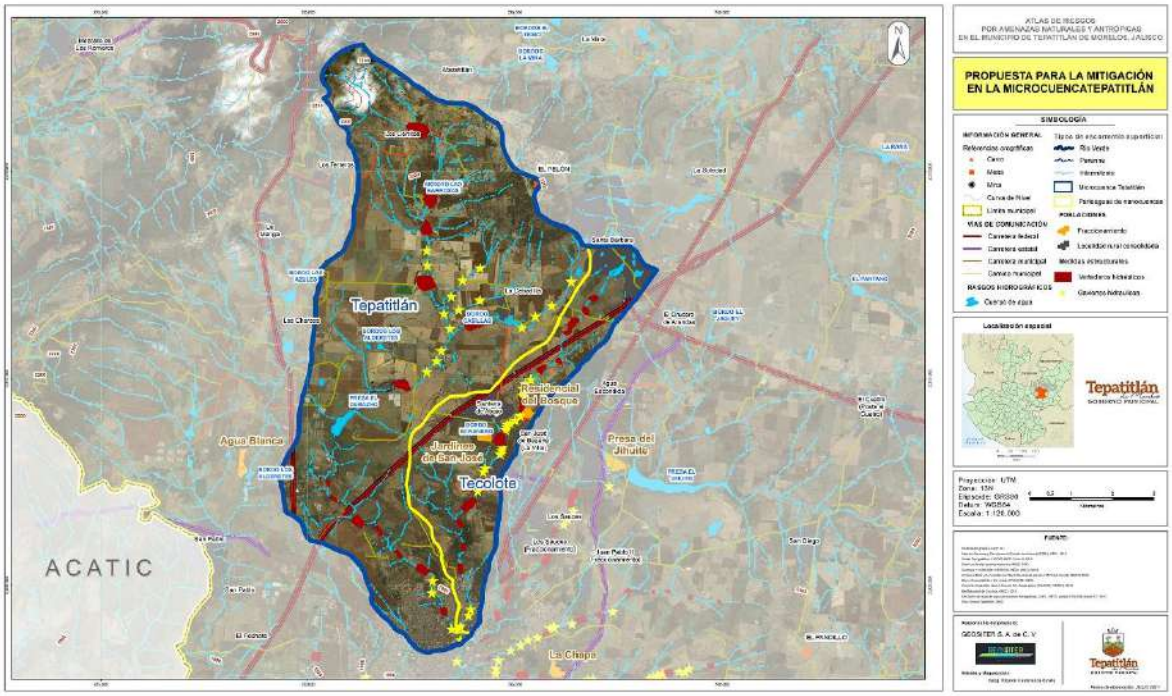
Figura 9.4. Mapa general de zonas propuestas para realizar medidas de mitigación de acuerdo al modelo de inundación de 100 años que es el más catastrófico.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 9.1. Zonas propuestas para mitigación en la microcuenca Los Patos.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 9.2. Zonas propuestas para mitigación en la microcuenca Tepatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 9.3. Zonas propuestas para mitigación en la picocuenca El Taray.

Fuente: Elaboración propia.

9.5. Obras de mitigación estructurales

De acuerdo al análisis resultante del Atlas de Riesgos, acorde a las características medioambientales, hidrológicas y de infraestructura hidráulica existentes en el municipio, se proponen las siguientes obras estructurales de mitigación y prevención del flujo fluvial por sobreacumulación o colmatación del sistema hidráulico debido a fenómenos hidrometeorológicos:

9.5.1. Gaviones

Los muros de contención construidos con gaviones tienen su origen en Europa y fue en el siglo XIX cuando por primera vez fueron empleados en su versión moderna. Esta técnica ha ido en crecimiento en cuanto a su utilización y campos de aplicación. En América Latina comenzaron a ser utilizados al inicio de los años 70 y hoy en día están siendo utilizados en todos los países del continente americano.

Las cestas de gavión que conforman este tipo de muro de contención son elementos modulares de formas variadas, fabricadas a partir de mallas metálicas de doble torsión con orificios hexagonales, estas cestas son llenadas con piedras de diferente granulometría de forma manual o con maquinarias de construcción convencional.

Las cestas de gavión son unidas firmemente entre si con costuras y amarres con el mismo alambre de iguales características a los que conforman la cesta, de modo de formar una estructura monolítica y continua. Es muy importante la elección que se haga del tipo de cesta a utilizar y la granulometría del material de relleno para lograr una estructura realmente eficaz.

Las estructuras de gavión son muy ventajosas desde el punto de vista técnico y económico, ya que poseen un conjunto de características funcionales que los diferencian de los demás sistemas de contención. Las cestas de gavión deben ser fabricadas a máquina con alambres de bajo contenido de carbono, galvanizados con fuertes revestimientos de zinc o con recubrimientos adicionales de PVC, los orificios deben ser controlados al igual que el doble torcinado del alambre, cumpliendo con las normas internacionales que regulan este tipo de productos. Estas exigencias deben cumplirse para que el producto final logre una elevada resistencia mecánica, buena flexibilidad y una alta resistencia contra la corrosión.

Entre las principales ventajas de los muros de gavión se encuentran:

- Disponibilidad de las cestas de gavión que los conforman.
- Excelente tiempo de ejecución.
- Disponibilidad de los equipos y maquinarias especializadas para su construcción.
- No requiere de mano de obra calificada.
- Son consideradas como una de las soluciones más económicas.
- Son estructuras monolíticas ya que el resultado es un bloque homogéneo que tiene las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura.
- Son estructuras muy resistentes debido a que la malla hexagonal doble torsión proporciona una distribución más uniforme de los esfuerzos a que son sometidas y adicionalmente poseen resistencia nominal a la tracción.
- Son muy flexibles ya que se adaptan a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad.
- Son el sistema de contención con mayor permeabilidad, debido a las características intrínsecas de los materiales que lo conforman, aliviando por completo el empuje hidrostático sobre la estructura.
- Son considerados como las estructuras ideales para conformar obras hidráulicas.

Fotografía 9.4. Confinamiento de piedras con cestas de metal galvanizado para muro gavión.
Fuente: https://nuestracasacontenedor.blogspot.com/2016/.

Fotografía 9.5. Muro gavión limitando el empuje de un talud de tierra.
Fuente: https://mundogavion.blogspot.com/2015/06/.

9.5.2 Vasos reguladores

Son obras para la captación y retención del agua de lluvia de un caudal a fin de evitar inundaciones en el temporal de lluvias, una vez que el agua es acumulada puede derivarla a canalizaciones de riego. La presa El Durazno ha sido un vaso que además ha sido uno de los principales proveedores de agua para la cabecera municipal y sus alrededores.

Para poder tener datos precisos sobre la factibilidad de un vaso regulador y de infiltración para poder abastecer a un cierto número de personas, se tienen que hacer diversos cálculos especializados, además de la obligatoria verificación por parte de alguna dependencia gubernamental que garantice la calidad del agua para consumo humano, o bien para uso en riego y otras actividades de no riesgo.

Fotografía 9.6. Vista aérea de la presa El Durazno.
Fuente: Captura propia.

9.5.3. Vertederos hidráulicos

Son complemento de los vasos reguladores para poder administrar mejor el flujo del agua hacia las canalizaciones. Cuando un líquido tiene su superficie libre a cota superior a la de alguna pared del contorno que lo contiene, vierte por ella a causa de la acción de la gravedad, dicha pared se convertiría en un vertedero.

El vertedero o aliviadero es una estructura hidráulica destinada a permitir el paso libre o controlado del agua de forma superficial, el agua vierte por este tipo de estructuras o paredes como consecuencia de la acción de la gravedad.

Los vertederos pueden tener diferentes funciones entre las que se destacan:

- Lograr que el nivel de agua en una obra alcance el nivel requerido para cualquier otra función.
- Puede constituir un elemento de seguridad, evacuando las aguas en exceso generadas durante eventos de máximas crecidas.
- Permitir el control del flujo de salida en estructuras hidráulicas, como azudes o presas.

- Controlar caudales y alcanzar una disolución entre aguas negras y aguas blancas en colectores, desviando los caudales requeridos para la depuración.
- Sistema para medición de caudales.

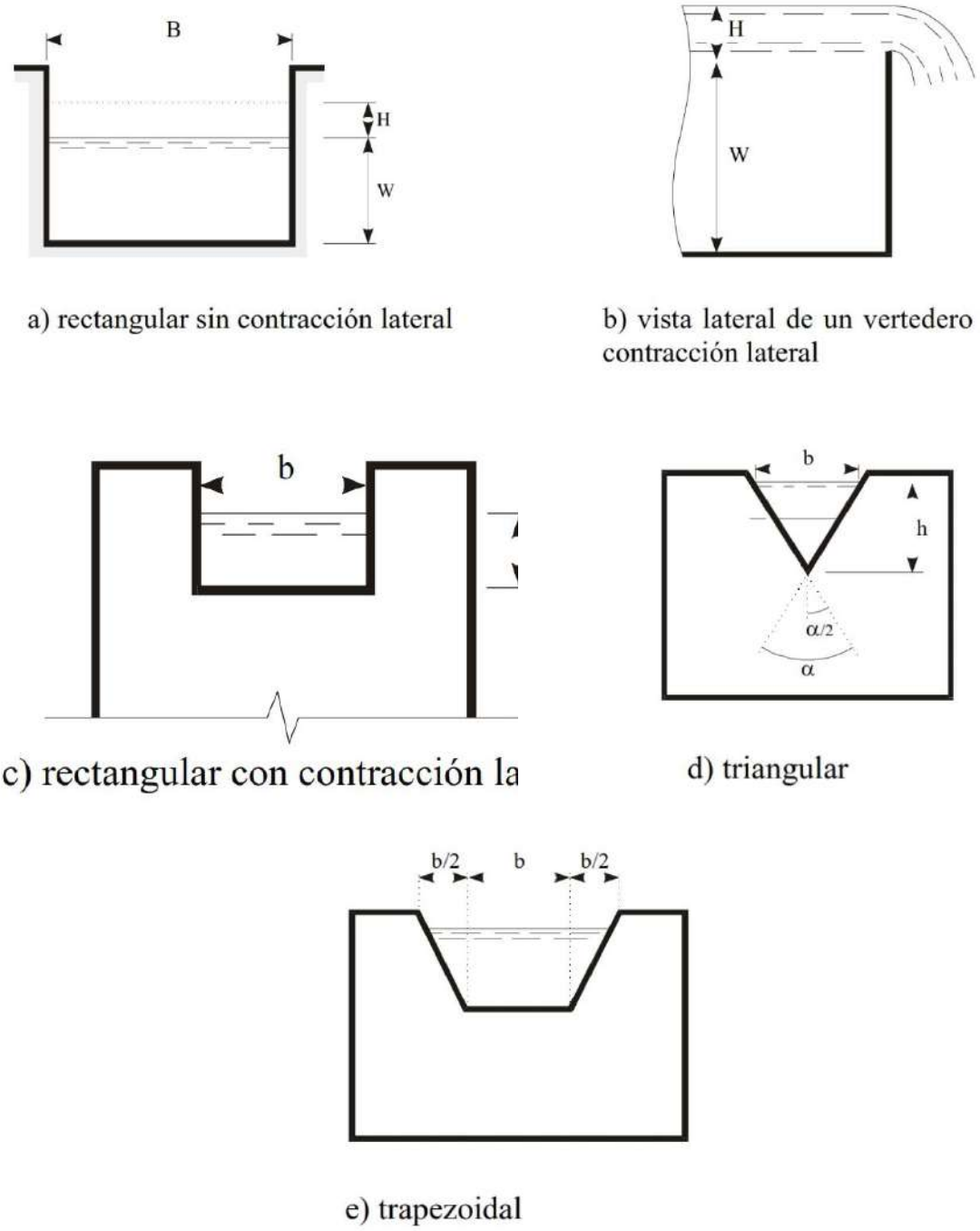


Figura 9.5. Esquemas tipo de vertederos.

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA).

Figura 9.6. Distintos tipos de vertederos.

Fuente: https://ingenieriacivilfsa.blogspot.com/2010/03/mecanica-de-los-fluidos.html

9.5.4 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) son técnicas de gestión de aguas pluviales y planeamiento urbano que pretender imitar procesos hidrológicos en el desarrollo urbanístico, controlando la escorrentía en el paisaje urbano. Estos sistemas pretenden: reducir la cantidad de agua del vertido final y mejorar la calidad del agua vertida al medio natural, consiguiendo soluciones de gestión integrada del ciclo del agua ligadas a la protección medioambiental de las aguas receptoras.

Funcionan tratando de reproducir la hidrología natural de una cuenca, por tanto, las diferentes técnicas implantadas en los SUDS tratarán de combinarse para alcanzar los objetivos globales de una cadena de gestión del agua de escorrentía enumerados a continuación:

- Prevención: en primer lugar, se deben aplicar las medidas no estructurales para prevenir la contaminación de aguas de escorrentía, como el control de la aplicación de herbicidas y fungicidas en parques y jardines.
- Detener: control del agua de escorrentía en su lugar de origen o inmediaciones, utilizando, por ejemplo, medidas estructurales como cubiertas vegetales o pavimentos.
- Ralentizar: disminuir la escorrentía a través del terreno urbanizado, mediante drenes, franjas o áreas de infiltración.
- Almacenar: se almacena el agua de escorrentía, utilizando elementos estructurales como aljibes, estanques, depósitos superficiales o enterrados, humedales artificiales, cubiertas aljibe o áreas enterradas de almacenamiento.
- Infiltrar: por último, el agua almacenada se infiltra en el terreno o se reutiliza, utilizando elementos estructurales como las zanjas de infiltración, las franjas de biorretención, los pozos y los depósitos de infiltración.

Figura 9.7. Ejemplo de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible.

Fuente: https://drenajesostenible.com/.

Dentro de los sistemas de infiltración existen dos que son utilizados con mayor frecuencia por su versatilidad y fácil construcción y costo bajo de mantenimiento, estos son:

- Zanjas de infiltración

Existen diversos tipos de zanjas de infiltración, se construyen perpendiculares a la pendiente, diseñadas para interceptar las aguas de escorrentía procedentes de las zonas altas de las laderas, su finalidad es interceptar la escorrentía, atenuar la erosión hídrica, favorecer la infiltración del agua etc.

Fotografía 9.7. Zanja de infiltración.

Fuente: Portal electrónico de iagua Latinoamérica. https://www.iagua.es/

- Pozos de infiltración

Son pozos de forma y profundidad variable para captar e infiltrar agua al subsuelo, su finalidad es la infiltración de agua recargando acuíferos y la reducción del agua de escorrentía.

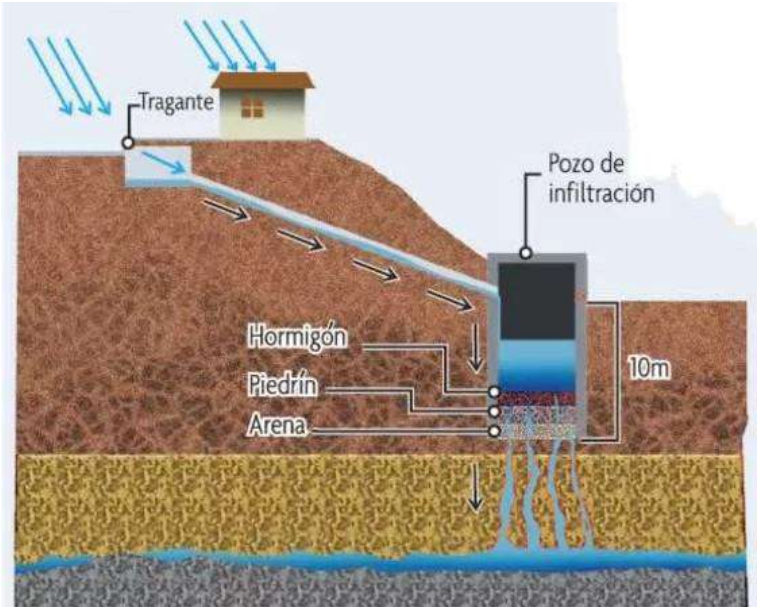


Figura 9.8. Ejemplo de Pozos de infiltración.

Fuente: Portal electrónico de iagua Latinoamérica. https://www.iagua.es/

9.5.5 Redes de retención de residuos

La ciudad de Kwinana en Australia, implementó un prototipo para mantener los ríos libres de basura y contaminación de plásticos, la idea es simple y económica (a largo plazo), dicho prototipo consiste en colocar redes al final de las tuberías del drenaje que captan las aguas negras de las áreas residenciales, funcionando como un colador, llamadas StormX Netting.

Figura 9.9. Funcionamiento de las redes de retención.
Fuente: Storm Water Systems

Según los propios australianos la idea les ha funcionado eficientemente ya que en 4 meses lograron captar 370 kilogramos de basura que de no haber sido capturado, habrían sido llevados hasta aguas abajo contaminando el entorno, así mismo no se han reportado animales atrapados y la basura es más fácil de ser separada para su reciclaje.

Fotografía 9.8. Recolección de los residuos acumulados por las redes.
Fuente: Storm Water Systems

Las redes se levantan cuando están llenas, y la basura se tira en camiones de recolección de basura especiales que se llevan a un centro de clasificación de basura, donde se separan en material no reciclable y reciclable. Después, las redes se colocan de nuevo en las salidas de drenaje.

Los costos aproximados de la red son de 20 mil dólares, que incluye costo del diseño, manufactura, instalación y trabajo de retiro. Teniendo en cuenta que es sólo un prototipo, y que al industrializarse los costos se ven reducidos, se puede contemplar que el costo de su fabricación e instalación en grandes cantidades serían mucho menores, pero si se deberá tener contemplado un costo por operación ya que deben estar siendo monitoreadas, además de hacer el retiro periódico del producto obtenido.

Estos costos pueden verse reducidos al fabricarlas localmente, activando además una microeconomía dedicada a este rubro de control de desperdicios.

Aunque 370 kilogramos en 4 meses pueden parecer poco, hay que tomar en cuenta que el país dónde se implementaron tienen una cultura de la basura más desarrollada que en México, aquí la poca cultura sobre el tratamiento de la basura, convierte a estas redes en una solución a corto y mediano plazo, contemplando que se puede reducir su uso al tener una mejor educación sobre el manejo de la basura y depositarla en recipientes indicados.

9.5.6 Mantenimiento de las presas existentes.

Durante las visitas a campo se pudo corroborar que las presas El Durazno y El Jihuite se encuentran en buen estado físico, de vez en cuando necesitan mantenimiento como todas las obras que cumplen una función con un desgaste continuo, como por ejemplo las carreteras, estas presas cuentan con personal que está al pendiente de su estado y las revisan periódicamente por lo que no se necesitan modificar en su estructura ni dimensiones.

A pesar de ello, los temporales de lluvia así como los vientos y la misma acción del hombre, provoca que elementos como tierra, restos de árboles y basura proveniente de las áreas cercanas sean arrastrados hasta las presas, lo que ha ido azolvándolas poco a poco, mermando su capacidad de captación y en algunos casos también los ductos de desalojo y válvulas de alivio, lo que decanta en un funcionamiento inapropiado o incompleto. Por lo

que una de las medidas a implementar sería el desazolve de las presas por medio de maquinaria pesada, aunque esta es una medida de mitigación correctiva, es necesaria ya que aunque no exista actividad humana agravando la situación, la madre naturaleza es suficiente para que año con año la presa vea reducida su capacidad.

Otro problema que es de índole natural es la acumulación del lirio acuático que es una planta que prolifera con rapidez sobre los cuerpos de agua, es considerada maleza nociva, sus raíces pueden alcanzar entre 10cms y 1 metro de largo, su calificativo de plaga se le otorga ya que al no permitir el paso de la luz hacia las profundidades, evita que otras formas de vida que requieren de fotosíntesis, empiecen a morir por lo que la cadena alimenticia se ve afectada y la reducción de la población de peces y plantas se reduce poco a poco mientras el lirio permanezca ahí.

Este problema se ha aminorado, sin haberse erradicado por completo.

Fotografía 9.9. Presencia de lirio acuático en la presa El Durazno. 2019.

Fuente: Captura propia Protección Civil.

9.6. Medidas de mitigación no estructurales

Son acciones que minimicen los daños que provoque un fenómeno que se presente, las políticas y la concientización de la población son medidas que pueden evitar los accidentes que ponen en peligro la vida y el patrimonio de las personas.

El objetivo es reducir al máximo las condiciones de vulnerabilidad consecuencia de la exposición a las amenazas que deberán estar plenamente identificadas.

Al existir una mayor cultura de la prevención cuando se suscite el fenómeno perturbador, los efectos negativos se pueden minimizar si no es que evitar, contrario a lo que ocurre cuando la gente le da poca o nula importancia a saber actuar antes, durante y

después de un fenómeno natural, y es por eso que se propone implementar un mayor presupuesto en el rubro informativo, utilizando la tecnología más avanzada posible para llegar a la mayor cantidad de población, además de esto se pueden generar campañas para la prevención del desastre.

Aplicar programas educativos de mitigación, para promover la cultura de la prevención difundiendo información básica entre sus habitantes sobre los riesgos que implica la zona específica en donde habitan.

Las claves del éxito del programa serán su espíritu colaborativo y una base sólida de investigación y desarrollo que se reduce en la siguiente expresión:

Conocimientos técnicos especializados + Movilización social = Eficiencia comunitaria

El Atlas de Riesgos pretende ser la pauta para que el desarrollo de políticas y leyes se lleve a cabo con un sustento científico / analítico que coadyuve a la implementación efectiva de las acciones pertinentes para evitar desastres de cualquier nivel.

Fallas y Fracturas

Sismos

- Exigir las constructoras que cumplan con los lineamientos establecidos por las dependencias gubernamentales en cuestión para edificar.
- Respetar las zonas que no son aptas para construcción (Ciénegas, zonas inestables, zonas de inundación, zonas muy abruptas por la pendiente y zonas muy cercanas a las laderas de un sistema montañoso), ya que en estas zonas, se pueden amplificar los sismos y/o se pueden generar incidencias colaterales; no están relacionadas con el fenómeno directamente pero pueden desencadenar otro tipo de fenómenos, como son los derrumbes, agrietamientos, licuefacción, etc.

Derrumbes

- No permitir la edificación en zonas inestables (sobre pendientes muy abruptas).
- Respetar la zona de amortiguamiento en zonas donde se depositan los clastos depositados en el piedemonte en zonas que desean urbanizar.
- Promover los recorridos a lo largo de las vialidades en donde se presentan muy activa la descompensación litológica para generar los derrumbes, implementar las medidas de mitigación correspondientes con respecto a la estabilización de la

pendiente inestable, por medio de; colado de concreto, mallas estabilizadoras, represas hidráulicas, etc.

Deslizamientos

- No permitir la edificación en zonas inestables (sobre las pendientes muy abruptas).
- Respetar la zona de amortiguamiento en zonas donde se depositan los clastos depositados en el piedemonte.
- Políticas más sólidas para reforestar las zonas activas en la formación de deslizamientos o la presencia de cicatrices de antiguos deslizamientos que se han presentado en esas zonas.
- Respetar la zona de amortiguamiento en zonas donde se depositan los clastos depositados en el piedemonte en zonas que desean urbanizar.

Flujos

- No permitir la edificación en zonas inestables (sobre las pendientes muy abruptas).
- Respetar la zona de amortiguamiento en zonas donde se depositan los clastos depositados en el piedemonte.
- Políticas más sólidas para reforestar las zonas activas en la formación de deslizamientos o la presencia de cicatrices de antiguos deslizamientos que se han presentado en esas zonas.
- Respetar la zona de amortiguamiento en zonas donde se depositan los clastos depositados en el piedemonte en zonas que desean urbanizar.
- Implementar zonas estratégicas para la construcción de gaviones hidráulicos para minimizar el volumen de desazolve y la velocidad del régimen hidrológico.

Peligros por los sistemas tropicales ((Huracanes, Tormentas y Depresiones tropicales)

- Este incidente está relacionado con las inundaciones

Tormentas extremas (Trombas)

- Este incidente está relacionado con las inundaciones.

Peligro por temperaturas máximas extremas (ondas cálidas)

- Evitar el contacto directo continuo con el sol (insolación).

- Hidratarse constantemente.
- Tener más atención con los grupos de familiares más vulnerables (niños y adultos mayores).
- Generar más campañas de construcción de áreas verdes y más plantaciones de arbolados para zonas urbanas y nuevos fraccionamientos.

Peligro por temperaturas máximas mínimas (Ondas gélidas)

- Monitorear y tener más atención con los grupos de familiares más vulnerables (niños y adultos mayores).
- Generar campañas de nutrición para fortalecer las defensas de los habitantes.
- Atender la gente indigente con respecto la temporada gélida del año.

Zonificación del peligro por inundaciones

- Respetar las zonas de amortiguamiento decretadas por parte de los lineamientos establecidos por las dependencias gubernamentales.
- No modificar el cauce natural y no entubar la escorrentía superficial.
- Políticas para implementar obras hidráulicas para controlar el volumen hídrico y su velocidad.
- No construir y no invadir en las terrazas de inundación.
- Políticas más sólidas para reforestar a lo largo de la pendiente y zonas de amortiguamiento de las terrazas de inundación para minimizar la velocidad y generar mayor infiltración para los mantos acuíferos.
- Establecer más estaciones meteorológicas para un mejor análisis y retroalimentar con información puntual a las actualizaciones posteriores al Atlas de Riesgos, sobre todo en las microcuencas de mayor peligrosidad.

9.7. Medidas de mitigación en riesgos químicos

Las tecnologías mejoran día con día, es por ello que las instancias con las dependencias de mayor ímpetu para el apoyo a situaciones de emergencia tienen que estar actualizándose para tener una mayor capacitación y poder apoyar de la mejor manera posible un incidente de cualquier tipo.

Protección Civil ha dado un paso adelante con el uso adecuado de la tecnología de espuma, la cual es una mezcla de espumógeno, aire y agua. Esta espuma es uno de los

mejores recursos para extinguir un fuego de combustibles líquidos. Por lo cual, este nuevo conjunto de mejoras hace que se tenga una mejor contención para casos de derrames de combustibles. Tal fue el caso de una pipa de gasolina volcada en la carretera, la cual se muestra en la siguiente imagen.

Fotografía 9.10. Mitigación de combustible líquido utilizando nuevas teologías de espuma.
Fuente: Protección civil.

9.7.1. Medidas No Estructurales

1. Tener en coordinación el transporte y reabastecimiento de sustancias peligrosas en instalaciones abiertas al público dónde pueda haber una conglomeración importante de personas y así evitar incrementar el riesgo en un área de vulnerabilidad y extender un incidente.
2. Presentar en coordinación con Protección Civil de Bomberos del municipio de Tepatitlán de Morelos, un Plan de Contingencias para las empresas que manejen sustancias peligrosas, en el que se establezcan los pasos a seguir en caso de presentarse situaciones emergentes que en un determinado caso no sea posible evitarlas con las medidas preventivas. Esto pretende, que:

a) Mediante este Plan se deberán determinar también los equipos con los que se debe contar de manera accesible en la zona en cuestión y óptimo funcionamiento ante una situación emergente.

b) Las medidas y principios básicos del Plan sean aplicables en todos los casos potenciales de riesgo de incendio en cualquiera de las zonas de trabajo en la industria.

3. Seguir rutas y horarios establecidos, donde el tránsito vehicular cotidiano sea menor y no interfiera con el tránsito de vehículos de materiales manejo peligroso y garantizar, en caso de un suceso, el traslado y atención por parte de Protección Civil en el menor tiempo posible, efectuando un manejo en un lapso de tiempo adecuado para cada tipo de sustancia.
4. Contar con la información referente a los registros de los programas internos de protección, capacitación y seguridad desarrollados por las empresas, establecido en la LGPC Federal, que permita un mejor desarrollo del Módulo de Mitigación correspondiente al Atlas de Riesgo.

9.7.2. Medidas Estructurales

1. Precautelar las instalaciones de las Estaciones de Servicio y su entorno adecuando medidas de seguridad viables y factibles tendientes a evitar daños al medio ambiente y las personas. sistematizándolas, con el fin de:

a) Delimitar las zonas para atención al público y separarlas de las restringidas y definir la circulación, señalando con colores, balizamiento y rótulos.
b) Prevenir desgaste y rotura de los tanques por efectos de la corrosión, dándoles el mantenimiento adecuado, anualmente.
c) Instalar un equipo básico de primeros auxilios (Botiquín) para brindar atención médica inmediata.

Bibliografía

Aceves, F.; Legorreta, G., Álvarez, Y. (2014). “Cartografía geomorfológica para inventario de procesos gravitacionales en la cuenca del arroyo La Ciénega, flanco oriental del volcán Nevado de Toluca”. 66 [2]. pp. 329 – 342. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v66n2/v66n2a9.pdf

Alcántara Ayala I. Murillo García F. G. (2008). Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. Investigaciones Geográficas (Mx), Instituto de Geografía, México.

ALICEA, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga (2017). “Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 2017”.

AMAI.(2018). Descripción de los niveles socioeconómicos. 2021, de AMAI Sitio web: http://nse.amai.org/niveles-socio-economicos/ .

AMAI (10 agosto 2019). ¿Cuántos niveles socioeconómicos hay y cuáles son sus principales características? En https://nse.amai.org/uncategorized/cuantos-niveles-socioeconomicos-hay-y-cuales-son-sus-principales-caracteristicas/ el 12 febrero 2020

AMAI (14 agosto 2019). ¿Qué es el Nivel Socioeconómico para la AMAI? En https://nse.amai.org/faq/que-es-el-nivel-socioeconomico-para-la-amai/ el 12 febrero 2020.

Arias, M. (2018). Antropoceno: La política en la era humana. España: Taurus.

Atlas Nacional de Riesgo (2020). http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html.

Augé, M. (2017). El oficio de antropólogo: sentido y libertad. México: Gedisa Mexicana.

Ayala-Carcedo, F., & Olcina Cantos, J. (2002). Riesgos naturales. Barcelona: 2002.

Becerra Rodríguez, Rosier Omar (1985). Tectónica y dinámica fluvial de los altos de Jalisco. Revista Instituto de Geografía y Estadística, vol. 1, núm. 3.

Cabrales-Barajas, L. F. (2002). El proceso reciente de urbanización de los Altos de Jalisco; Tepatitlán de Morelos y Lagos de Moreno, tesis doctoral, Madrid España. Edi. Universidad complutense Madrid.

Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión. (2012). Ley General de Protección Civil. México: Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión.

Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. (2012). Ley General de Potección Civil. México: Cámara de Diputados del Congreso de la Unión.

Campos-Aranda, D. F. (1994). Procesos del Ciclo Hidrológico. México: Editorial Universitaria Potosina.

Cannon Susan H et al. (2007). Methods for the emergency assessment of debris-flow hazards from basins burned by the fires of 2007, Southern California. U.S. Department of the interior. U.S.

Castillo, M., & Valdivia, L. (2009). Riesgos naturales y ordanamiento del territorio. En M. Salinas, & A. Zeromski, Tópicos del ordanamiento territorial en Jalisco (págs. 191-211). Guadalajara: Universidad de GuadalajaraCENAPRED (2006). “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Evaluación de vulnerabilidad física y social”. México D.F.: CENAPRED, SEGOB.

CELADE (2009). División de Población de la CEPAL. Observatorio Demográfico. En https://www.cepal.org/es/areas-de-trabajo/poblacion-y-desarrollo el 10/02/20.

CENAPRED* (2006). “Evaluación de la Vulnerabilidad de la Vivienda ante Sismo y Viento” En “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos. SEGOB.

CENAPRED** (2006). “Fenómenos hidrometeorológicos” En “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos. SEGOB.

CENAPRED. (2006). Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación cartográfica. En CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Cd. México: SEGOB.

CENAPRED. (2011). Mapas De Índices De Riesgo A Escala Municipal Por Fenómenos Hidrometeorológicos. Cd. México: CENAPRED.

CENAPRED (2001). “Diagnóstico de peligros e identificación de Riesgos de Desastre en México”. Recuperado de http://atl.cenapred.unam.mx/

CENAPRED (2006). “Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación cartográfica” En “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos. SEGOB.

CENAPRED (2006). Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación cartográfica. En “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos. SEGOB.

CENAPRED. (2006). Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación cartográfica. En CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Cd. México: SEGOB.

CENAPRED. (2011). Mapas De Índices De Riesgo A Escala Municipal Por Fenómenos Hidrometeorológicos. Cd. México: CENAPRED.

CENAPRED. (2014). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. México: CENAPRED.

Central Noticias. (6 de Octubre de 2013). NOTA FUERTE TORMENTA AZOTA PARTE DE LA CIUDAD DE TEPATITLAN. Obtenido de Rafael Hermosillo: https://www.youtube.com/watch?v=salKk8RXT0o-

Chalmers, A. (1984). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? México: Siglo XXI.

Chow, V. T., et al (1994). Applied Hydrology. Editorial Mc Graw-Hill; Estados Unidos de América.

Chuvieco, E. (2009). Teledetección Ambiental; la observación de la tierra desde espacio. Madrid: Ariel.

Clasificación que corresponde a las características de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. SEMANED. 1998.

Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008. Diario Oficial de la Federación, 25 de noviembre de 2018.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2000). “Programa de manejo del área de protección de flora y fauna La Primavera”. Diseño y Publicidad Gráfica S.A. de C.V.

Comisión Nacional de Salarios Mínimos (2015). Tabla de Salarios Mínimos Generales y Profesionales por Áreas Geográficas. En https://www.gob.mx/conasami/documentos/tabla-de-salarios-minimos-generales-y-profesionales-por-areas-geograficas el 09/02/20.

Comisión Nacional del Agua CONAGUA. (Diciembre de 2019). COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Obtenido de PROYECTO DE BASES DE DATOS CLIMATOLÓGICOS: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Mensuales/jal/00014087.TXT

Comisión Nacional del Agua CONAGUA. (Diciembre de 2020). Coordinación General Del Servicio Meteorológico Nacional. Obtenido de proyecto de bases de datos climatológicos.

Comisión Nacional Forestal (2013). “Inventario Estatal Forestal y de Suelos del Estado de Jalisco”.

CONAPO (2015). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015. En https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015, 13/02/20.

CONAPO (2018). Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-250. En https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050, 12/02/20.

Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010. Diario Oficial de la Federación, 09 de agosto de 2010.

CONEVAL (2010 y 2015). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Cruden D. M and Varnes D.J (1996). “Landslide Types and processes”. Special Report

C.V., FERMACA Pipeline de Occidente S. de R.L de. Bases de diseño y presiones de ducto. 2019

Dirección General de Epidemiología (2021). Datos abiertos: bases de datos históricas de abril 2020 a enero 2021. Consultados en junio 2021, disponibles en: https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127

DOF. (24/03/2020). “ACUERDO por el que se establecen las medidas preventivas que se deberán implementar para la mitigación y control de los riesgos para la salud que implica la enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19)”. Consultado en mayo del 2021, disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590339&fecha=24/03/2020 .

El Informador, Noticias de Jalisco, México, Deportes & Entretenimiento. (2019, 15 junio). Registran explosión en Centro de Tepatitlán. https://www.informador.mx/jalisco/Registran-explosion-en-Centro-de-Tepatitlan-20190615-0058.html .

De la Vega, S., R. Romo y A. González (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. México: CONAPO.

Díez, A., Laín, L., & Llorente, M. (2008). Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones Guía metodológica para su elaboración. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas. NORMA Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016. Diario Oficial de la Federación, 07 de noviembre de 2016.

Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo. NORMA Oficial Mexicana NOM-EM-003-ASEA-2016. Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2016.

Estación meteorológica La Red, Comisión nacional del Agua. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Edo. De Jalisco. 2020.

Ferrari, Luca y Rosas Elguera, José (1999). Late Miocene to Quaternary extension at the northern boundary of the Jalisco block, western Mexico-the Tepic-Zacoalco rift revised. Geological Society America Special Paper, núm. 334.

García Fernández, Jesús (2006). Geomorfología Estructural. Madrid: Ariel.

García, E. (1988). Modificaciones al Régimen de Clasificación Climática de Köppen. México.

García, Enriqueta (1983). "Climas (Clasificación de Köeppen, modificado por García)" Escala 1:1000,000. México, Cd. Mx.

GEOSITER. (2019). Actualización del Atlas de Riesgos para el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Tlajomulco de Zuñiga: H. Tlajomulco de Zuñiga.

Gerber Molly B. (2004). Geomorphic Response To Wildfire In The Oregon Coast Range. A Thesis Presented To The Department Of Geological Sciences.

Gil Ocina Olcina y Olcina Cantos Jorge (1999). Climatología Básica. Edi. Ariel.

Giraud Richard E. (2005). Guidelines for The Geologic Evaluation Of Debris-Flow Hazards On Alluvial Fans In Utah. Utah: Utah Geological Survey.

Gobierno del Estado de Jalisco (2016). “Periódico Oficial del estado de Jalisco, martes 20 de diciembre de 2016, número 18. sección LIX tomo CCCLXXXVII”.

Gobierno Federal. (2021). Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED. Obtenido de Fenómenos peligrosos: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Guerrero, Mario. (22 junio 2017, 20:50:38 hrs). “Concluyen capacitación para evaluadores Hospital Seguro y Curso de Bombero Forestal”. Consultado en mayo del 2021, disponible en: https://proteccioncivil.jalisco.gob.mx/prensa/noticia/268 .

Gutiérrez Elorza, Mateo (2008). Geomorfología. España: Pearson

Gutiérrez, M., (2008). “Geomorfología”. Madrid (España): Pearson.

INAFED. Médicos por cada 1000 habitantes, 2005-2010. En https://www.inafed.gob.mx el 12/02/20.

IMSS. (24 febrero 2021). “Hospital Seguro”. Consultado en mayo del 2021, disponible en: http://cvoed.imss.gob.mx/programa-hospital-seguro/ .

INEGI (1983). Guía de interpretación de edafología, escala: 1:250 000. México: INEGI.

INEGI (1990, 1995, 2000, 2005 y 2010). Censos y Conteos de Población y Vivienda.

INEGI (2009 y 2014). Censos Económicos.

INEGI (2010). Estadísticas vitales (Censo de población y vivienda).

INEGI (2010). Estadísticas vitales (mortalidad).

INEGI (2012). Cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI escala 1:250,000.

INEGI (2015). Encuesta Intercensal.

INEGI (2016). Inventario Nacional de Vivienda.

INEGI (2020). Estadísticas vitales (Censo de población y vivienda).

INEGI. (2021). simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SAITL). 2021. Obtenido de: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/.

Informativo del Sur de Jalisco. (25 mayo 2007). “Se conforma el Comité Estatal de Evaluación del programa Hospital Seguro”. Consultado en mayo del 2021, disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mc8fuvLuNF4J:www.periodicoelsur.com/noticia.aspx%3Fidnoticia%3D10525+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx .

Keith, S. (2004). Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. Londres: Routledge

La Jornada. (23 de julio de 2015). Inundaciones por aguacero en Tepatitlán. Obtenido de Estados: https://www.jornada.com.mx/2015/07/23/estados/029n2est

Lepe, J. L. (1983). Diseño de presas pequeñas Ed. CECSA, Ciudad de México.

López Trigal, Lorenzo (dir.) (2015). “Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio”. León: Universidad de León.

Mercado Hernández, Pedro M. (2019). “Accesibilidad potencial de las unidades de salud del sector público del municipio de Tapalpa, Jalisco, 2019” [Tesis de Licenciatura]. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

MVS Noticias. (17 de julio de 2017). Desborde del río causa estragos en Tepatitlán, Jalisco. Obtenido de Estados: https://mvsnoticias.com/noticias/estados/desborde-del-rio-causa-estragos-en-tepatitlan-jalisco-826/

Nanía, L., Gómez, M., & Dolz, J. (2006). Análisis de la peligrosidad de la escorrentía pluvial en zona urbana utilizando un enfoque numérico-experimental. Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XXI. Núm 2.

NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo. NOM-003-ASEA-2016. 24 de noviembre de 2016.

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-SCT/2011, Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados. 27 de enero de 2012.

NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. 18 de agosto de 2008.

Noticiario Cable Noticias Tepa. (5 de Septiembre de 2003). Inundación en Tepatitlan. Obtenido de Basilio Gutiérrez CNT7: https://www.youtube.com/watch?v=V8sBS_Ud9w8&feature=youtu.be

OECD (2017). Health at a Glance 2017: OECD Indicators. En https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance.html el (12/02/20)

Olcina, J. (2002). Riesgos naturales, conceptos fundamentales y clasificación. En F. Ayala-Carcedo, & J. Olcina, Riesgos Naturales (pág. 65). Barcelona: Ariel.

ONU (2021). Documentación de la ONU: Medio ambiente. 2021, de Medio Ambiente Sitio web: https://research.un.org/es/docs/environment .

OPS. (28 abril 2021). “Quienes Somos”. Consultado en mayo del 2021, disponible en: https://www.paho.org/es/quienes-somos

OPS. (30 septiembre 2010). “Resolución CD50.R15. Plan de acción de hospitales seguros”. Washington, DC: OMS. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/417/CD50.R15-s.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Pedroza Gilsanz Javier et al. 1996. Geomorfología principios: métodos y aplicaciones. Madrid. Edi. Rueda.

Rámirez, B., & López, L. (2015). Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo. México: Instituto de Geografía UNAM.

Report 247, Washington DC, Transportation Research, National Research Council, National Academy Press. Universidad Industrial de Santander. Colombia: Bucaramanga.

Riffer Dale F. et al., (2011). “Process Geomorphology”. Fifth Edition. Ed. Waveland Press, Ing.

Santi, P.M., (1988). The kinematics of debris flow transport down a canyon: College Station, Texas A&M University, M.S. thesis.

Santos, M. (2000). La naturaleza del espacio: técnica y tiempo. Razón y emoción. Barcelona: Ariel Geografía.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016. México: SEDATU.

Secretaría de Salud de Jalisco (abril 2020 a enero 2021). Boletín informativo [publicación semanal digital]. Consultada de enero a junio del 2021, disponible en: https://ssj.jalisco.gob.mx/prensa/noticias

SEDATU. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos. Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano. Cd. México: SEDATU.

SEDESOL, H Ayuntamiento de Tlajomulco de Zuñiga, SGP Consultoria Ambiental S.C. (2008). Primera fase del Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (Programa Habitat). Guadalajara, México: SEDESOL.

Semanario 7 Dias. (21 de julio de 2015). Inundaciones Tepatitlan San Carlos y Las Aguilillas. Obtenido de Semanario 7 Dias: https://www.youtube.com/watch?v=96w8vHlEwnM

Servicio Nacional Sismológico (2020). http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/

Sevilla Buitrago, Á. (2017). Neil Brenner: Teoría urbana crítica y políticas de escala. Barcelona: Icaria: Espacios Críticos.

Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015. Diario Oficial de la Federación, 09 de octubre de 2015.

Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 2008.

Sistemas de recuperación de vapores de gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público de gasolinas-Métodos de prueba para determinar la eficiencia, mantenimiento y los parámetros para la operación. NORMA Oficial Mexicana NOM-004-ASEA-2017. Diario Oficial de la Federación, 23 de febrero de 2018.

Strahler, A. N.; Strahler, A. H. (2005). “Geografía Física”. Ed. Omega.

Subcomité técnico de normalización de PEMEX refinación identificación de productos transportados por tuberías o contenidos en tanques de almacenamiento NRF-009-PEMEX-2001. Diario Oficial de la Federación, 27 de enero 2001.

Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos. NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016. Diario Oficial de la Federación, 05 de marzo de 2018.

Truba-Coronel, S (1970). Hidráulica, Edi. CECSA. Ciudad de México

Turner, Keith (1996). Colluvium Talus, in landslides investigation and mitigation. Special

Vargas, Ronald (2009). Guía para la descripción de suelos. Proyecto FAOS WALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia: ONU.

Vera, E., Mancebo, F., & Novillo, D. (26 de Abril de 2012). El riesgo de inundación. Medidas estructurales y medidas no estructurales. Herramientas para la cuantificación. . Obtenido de Blog Escuela de Organización Industrial (EOI): https://www.eoi.es/blogs/danielnovillo/2012/04/26/el-riesgo-de-inundacion-medidas-estructurales-y-medidas-no-estructurales-herramientas-para-la-cuantificacion/

VILLEGAS, P. (2016). Explosión en mercado de cohetes en México causa más de 30 muertes. Recuperado el 12 de diciembre de 2016 de https://www.prensalibre.com/ihttps://www.nytimes.com/es/2016/12/21/explosion-en-mercado-de-cohetes-en-mexico-causa-mas-de-20-muertes/nternacional/Explosion-gasoducto-India deja16_muertos_0_1164483573.html

Créditos

Elaboró

GEOSITER S.A. de C.V.

Coordinador general y modelaciones multicriterio

Geog. Samuel Alatorre Ramos

Medio social, fenómenos antropogénicos y ambientales

Geog. Froilan José Portugal Zegarra

Medio físico y fenómenos naturales

Geog. Ricardo Castellanos Sevilla

Sistemas químico-tecnológicos

Ing. Químico Hiram Rabelero Solís

Sistemas de información geográfica y Análisis COVID-19

Geog. José Ángel de Jesús Sánchez Duarte

Coordinador de campo y planimetría básica

Arq. Mario Enrique Robles Castro Barreto

Maquetación cartográfica y análisis de encuestas

Geog. Adriana Yoshelín López Ruvalcaba

Geog. Alondra Rodríguez López

Este proyecto fue construido con la participación de la población municipal, que mediante las encuestas de percepción ciudadana, abonaron a la construcción de los indicadores presentes en el documento; así como de los siguientes actores, que proveyeron estudios y capas de información pertinentes a su área de actividad dentro del contexto municipal. El involucramiento de cada uno de los aquí listados fue menester para obtener un documento más completo, actualizado y con evidencia empírica de primera mano de actores que conocen el territorio y de lo que éste adolece. Se desglosan los nombres y cargos de personal que participó de manera más directa en el desarrollo del proyecto.

Dependencias municipales

AsTepa (Agua y Saneamiento del municipio de Tepatitlán de Morelos)

Dirección de Catastro

Dirección de Ecología y Medio Ambiente

Dirección de Obras Públicas

Dirección de Ordenamiento Territorial

Dirección de Protección Civil y Bomberos

- Daniel Torre Suárez, Director de PC
- Abimael Velázquez Lupercio, Planificación y Gestión del Riesgo
- Helionari Zambrano y Hugo Moreno, Auxiliares operativos brigadistas

IMPLAN Tepatitlán
- L.R.N. Felipe Salazar Correa, Director General
- Geog. Jorge Alfonso López Gutiérrez, Técnico de Monitoreo de Programas, Proyectos y Servicios

Delegaciones y Actores públicos

Colegio tepatitlense de Ingenieros Civiles

Delegación de la localidad Capilla de Guadalupe
- Delegado Gustavo Torres Orozco

Delegación de la localidad Capilla de Milpillas

Delegación de la localidad Mezcala de los Romero

Delegación de la localidad Pegueros
- Delegada María de la Luz Franco Gallegos

Delegación de la localidad San José de Gracia
- Delegado René Gustavo Hernández Vargas

Delegación de la localidad Tecomatlán de Guerrero

H. Ayuntamiento de Tepatitlán

Regidores municipales

Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Los Altos)

Agencias del Sector Privado

Agroindustrias Avícolas S.A. de C.V.

Avibel de México S.A. de C.V.

Bio Pappel S.A.B. de C.V.

Empaques San Juan S.A. de C.V.

Gas Butep S.A. de C.V.

Gas Express Nieto S.A. de C.V.

Gasolinera Colosio

Industrializadora de fructanos Tierra Blanca S.A. de C.V.

Inmobiliaria ADD (Inmobiliaria & Desarrollo)

Posta El Cuatro S.A. de C.V.

Tepa Gas (Energéticos Tepak, S.A. de C.V.)

Tequila Casa Tradición S.A. de C.V

Tequilera Milagro S.A. de C.V.