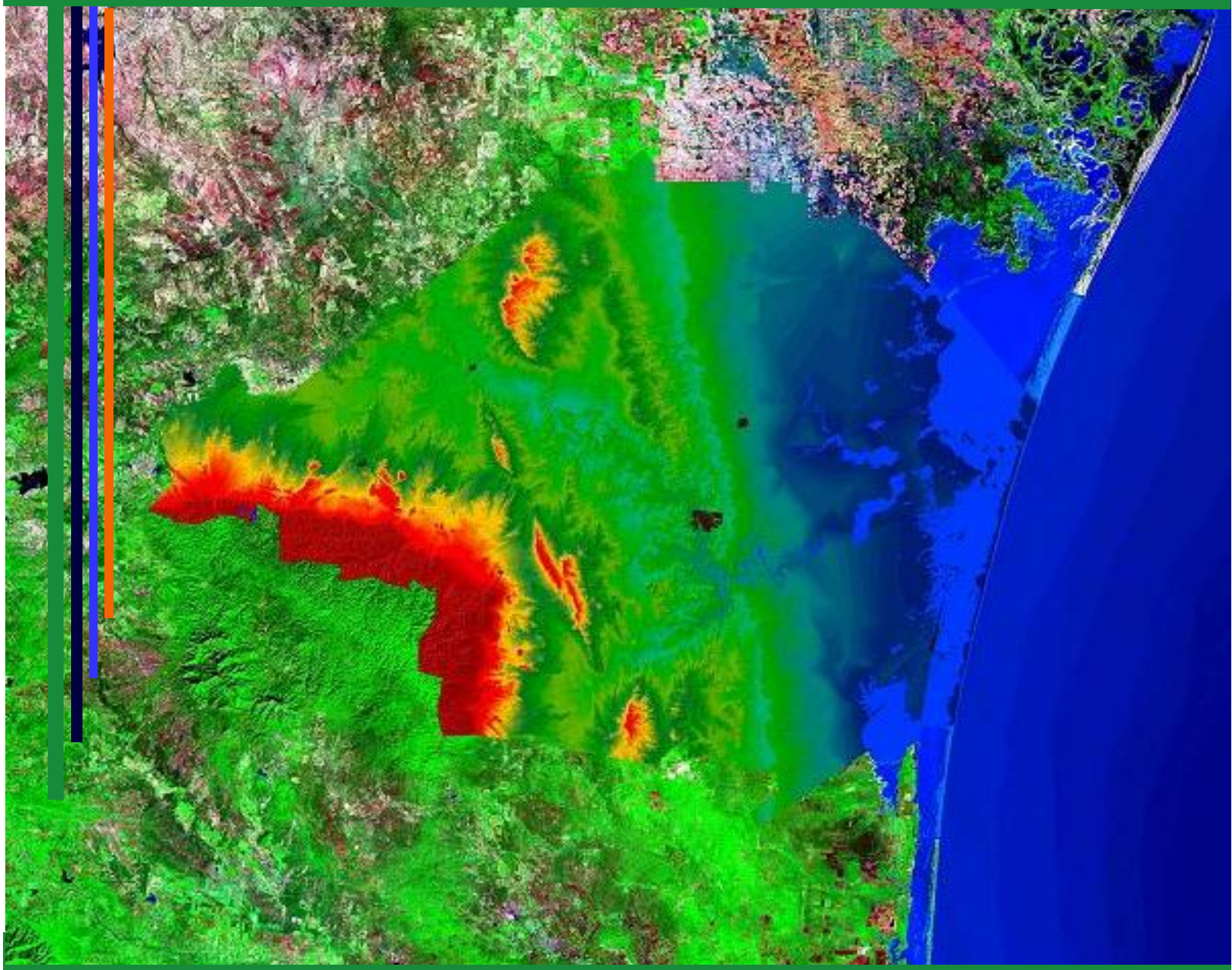
Tamaulipas
GOBIERNO DEL ESTADO

ATLAS
DE RIESGOS

Tamaulipas
ESTADO FUERTE PARA TODOS



MUNICIPIOS BURGOS, CRUILLAS, MÉNDEZ Y SAN FERNANDO

SEGOB
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

SE
SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SGM
Servicio Geológico Mexicano

PROTECCIÓN CIVIL
TAMAULIPAS

ÍNDICE

I. RESUMEN 1
II. INTRODUCCIÓN 5
III. OBJETIVOS Y METAS 7
III.1. General 7
III.2. Específicos 7
III.3. Metas 7
IV. METODOLOGÍA GENERAL 8
IV.1. Determinación de Peligro 8
IV.2. Determinación de Vulnerabilidad 8
IV.2.a. Índice de Vulnerabilidad 9
IV.3. Determinación del Riesgo 10
V. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO 12
V.1. Localización 12
V.2. Población 12
V.2.a. Educación 14
V.2.b. Salud 14
V.3. Hidrografía 15
V.4. Geomorfología 17
V.5. Vegetación y Uso de Suelo 19
V.5.a. Edafología 19
V.5.b. Climatología 22
V.6. Geología 24
V.6.a. Estratigrafía 24
V.6.b. Geología Estructural 31
V.6.a. Tectónica 33
VI. RIESGOS GEOLÓGICOS 35
VI.1. Metodología 35
VI.1.a. Peligro 35
VI.1.a.1. Remoción de Masas 35
VI.1.a.2. Fallas y Fracturas 45
VI.1.a.3. Hundimientos 47
VI.1.b. Vulnerabilidad 48
VI.1.c. Riesgo 49
VI.2. Análisis de Susceptibilidad a los Procesos de Remoción de Masa 50
VI.2.a. Peligro 50
VI.2.b. Riesgo 59
VI.3. Análisis de Fallas y Fracturas 62
VI.3.a. Peligro por Fallas y Fracturas 62
VI.4. Hundimientos 65
VI.4.a. Peligro 65
VI.4.b. Riesgo 67
VI.5. Sismicidad 69
VII. RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS 71
VII.1. Metodología 71
VII.1.a. Peligro Por Inundación 71
VII.1.a.1. Características Fisiográficas de la Cuenca 72
VII.1.a.2. Determinación del Área Hidráulica Permisible 81
VII.1.a.3. Determinación del Área Geométrica 82
VII.1.a.4. Determinación de las Zonas Inundables 83
VII.1.b. Climatología 84
VII.1.c. Erosión 85
VII.2. Inundación 88
VII.2.a. Regiones Hidrológicas 89
VII.2.a.1. Región Hidrológica “San Fernando-Soto La Marina” 89

VII.2.b. Desbordamiento de Cauces 92
VII.2.b.1. Peligro 92
VII.2.b.2. Vulnerabilidad 95
VII.2.b.3. Riesgo 96
VII.3. Encharcamientos 99
VII.3.a. Peligro 99
VII.3.b. Vulnerabilidad 101
VII.3.c. Riesgo 102
VII.4. Canales 104
VII.4.a. Peligro 104
VII.4.b. Vulnerabilidad 106
VII.4.c. Riesgo 106
VII.5. Zonas de Acumulación 108
VII.5.a. Peligro 108
VII.5.b. Vulnerabilidad 110
VII.5.c. Riesgo 111
VII.6. Climatología 113
VII.6.a. Precipitación Media Anual 114
VII.6.b. Lluvias Torrenciales en 24 horas 114
VII.6.c. Tormenta 114
VII.6.d. Granizadas 114
VII.6.e. Temperatura Máxima Extrema 119
VII.6.f. Temperatura Mínima Extrema 119
VII.6.g. Temperatura Media Anual 119
VII.6.h. Heladas y Nevadas 119
VII.7. Ciclones Tropicales 123
VII.8. Erosión 130
VII.8.a. Peligro por Erosión 130
VII.8.b. Vulnerabilidad por Erosión 136
VII.9. Incendios Forestales 137
VII.9.a. Puntos de Calor 137
VII.10. Sequías 140
VIII. RIESGOS ANTROPOGÉNICOS 143
VIII.1. Metodología 143
VIII.1.a. CENAPRED 143
VIII.1.b. Recopilación de la Información 144
VIII.1.c. Levantamiento Sistemático de Peligros Antropogénicos 144
VIII.1.d. Simulación de Explosión de Gaseras y Gasolineras 148
VIII.1.e. Zonificación por Explosión de Ductos 150
VIII.2. Peligros Sociorganizativos 151
VIII.2.a. Centros Escolares 152
VIII.2.b. Centros Religiosos 160
VIII.2.c. Áreas Recreativas y de Entretenimiento 161
VIII.2.d. Centros Comerciales 163
VIII.2.e. Centrales de Transporte 164
VIII.2.f. Dependencias de Gobierno 164
VIII.2.g. Otros 165
VIII.3. Sitios de Concentración Masiva Ubicados en Zonas de Peligros Naturales y Antropogénicos 177
VIII.3.a. Sitios en Peligro por Inundación 177
VIII.3.a.1. Centros Educativos Situados en Zonas Propensas a Inundación 177
VIII.3.a.2. Centros Religiosos en Zonas Propensas a Inundación 179
VIII.3.b. Centros de Concentración Masiva en Zonas Dentro o Cercanas a Peligros Químicos 181
VIII.3.b.1. Centros Escolares Peligro por explosión de Gaseras 182
VIII.3.b.2. Centros Religiosos por Explosión de Gaseras 182
VIII.3.b.3. Otros Sitios por Explosión de Gaseras 183
VIII.4. Peligros Químicos 187

VIII.4.a. Gaseras 188
VIII.4.b. Gasolineras 194
VIII.4.c. Peligro por Ductos 203
VIII.4.c.1. Metodología 204
VIII.4.c.2. Ductos de Gas 204
VIII.5. Riesgo Químico 214
VIII.5.a. Riesgo químico por gaseras 214
VIII.5.b. Riesgo químico por gasolineras 223
VIII.6. Peligros Sanitarios 227
VIII.6.a. Residuos peligrosos 227
VIII.6.a.1. Hospitales 227
VIII.6.b. Sitios de disposición de Residuos Sólidos 239
VIII.6.b.1. Basureros 239
VIII.6.b.2. Rastros 242
IX. MATRIZ DE RIESGOS 245
X. CONCLUSIONES 259
X.1. Generales 259
X.2. Geológicos 259
X.3. Hidrometeorológicos 261
X.4. Antropogénicos 263
XI. RECOMENDACIONES 267
XI.1. Geológicos 267
XI.2. Hidrometeorológicos 268
XI.3. Antropogénicos 271
XII. BIBLIOGRAFÍA 273
XIII. GLOSARIO 278

ÍNDICE DE TABLAS iv
ÍNDICE DE FIGURAS vii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS ix

ANEXO I. BASE DE DATOS
ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS DE CAMPO
ANEXO III. METEOROLÓGICOS
ANEXO IV. MAPAS TEMÁTICOS
ANEXO V. METADATOS

ABREVIATURAS.

SGM	Servicio Geológico Mexicano.
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
PCE	Unidad de Protección Civil del Estado.
PC	Protección Civil.
SIG	Sistema de Información Geográfica.
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social.
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre.
SCRI	Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias.

DINAPRE	Sistema Nacional de Defensa Civil.
PRM	Proceso de Remoción en Masas.
AGEBs	Áreas Geoestadísticas Básicas.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de vivienda con base a su menaje, CENAPRED. 9
Tabla 2. Tipos de vivienda con base a su menaje y tipos de material (INEGI, 2005b). 9
Tabla 3. Niveles de Riesgo. 10
Tabla 4. Localización, Extensión Territorial y Altura. 12
Tabla 5. Relación de población total entre Hombres y Mujeres. 12
Tabla 6. Número de personas mayores de 15 años que no saben leer y escribir. 14
Tabla 7. Número total de derechohabientes a los servicios de salud pública 15
Tabla 8. Principales rasgos geomorfológicos. 17
Tabla 9. Vegetación y uso de suelo 19
Tabla 10. Tipo de suelo de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y san Fernando. 20
Tabla 14. Viviendas y población expuestas por caída de bloques, Municipio de Cruillas. 59
Tabla 15. Riesgo de población y vivienda en localidades en el Municipio de Cruillas. 60
Tabla 16. Vías de comunicación susceptible a presentar afectación por fallas y fracturas. 63
Tabla 17. Colonias y Localidades con posible afectación 63
Tabla 18. Tipo de suelo 75
Tabla 19. Valores del coeficiente de escurrimiento. 77
Tabla 20. Láminas de lluvia. 78
Tabla 21. Logaritmo de la duración vs precipitación. 78
Tabla 22. Valor del Factor K. 79
Tabla 23. Valores del Factor C. 80
Tabla 24. Valores del Factor P. 81
Tabla 25. Clasificación litológica de acuerdo a la resistencia y susceptibilidad a la erosión. 86
Tabla 26. Clasificación edafológica con respecto al grado de erodabilidad. 87
Tabla 27. Clasificación por vegetación y uso de suelo. 87
Tabla 28. Clasificación del grado de pendiente asociado a la Erosión. 87
Tabla 29. Clasificación de los tipos de erosión de acuerdo a su grado erosivo. 88
Tabla 30. Clasificación del tipo de peligro por erosión. 88
Tabla 31. Región Hidrográfica Río Bravo-Conchos. 89
Tabla 32. Probables afectaciones por desbordamiento de cauces en localidades. 92
Tabla 33. Afectaciones en zonas urbanas por desbordamiento de cauces. 93
Tabla 34. Afectaciones potenciales a vías de comunicación por desbordamiento de cauces. 95
Tabla 35. Distribución de vivienda en localidades por tipo y costos totales. 95
Tabla 36. Viviendas en zonas urbanas por tipo y costos totales por daño. 96
Tabla 37. Riesgo en localidades de los Municipios de Burgos y San Fernando. 97
Tabla 38. Riesgo en zonas urbanas de los Municipios San Fernando, Burgos y Méndez. 97
Tabla 39. Colonias afectadas por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando. 99
Tabla 40. Edificaciones en zonas de encharcamiento, Ciudad de San Fernando. 101
Tabla 41. Tipo de viviendas en zonas de encharcamiento, San Fernando. 102
Tabla 42. Tipo de vivienda y nivel de riesgo de colonias afectadas en San Fernando. 102
Tabla 43. Sistemas Carreteros afectados por desborde de canales en Méndez y San Fernando. 104
Tabla 44. Localidades afectadas por desbordamiento de canales. 104
Tabla 45. Tipo de vivienda y costo total por daño en la localidad El Ebanito. 106
Tabla 46. Nivel de riesgo en localidad El Ebanito por desbordamiento de canales. 106
Tabla 47. Afectaciones por desbordamiento de zonas de acumulación en localidades. 108
Tabla 48. Afectaciones en San Fernando por zonas de acumulación. 110
Tabla 49. Posibles afectaciones a vías de comunicación. 110
Tabla 50. Tipo de vivienda y costos totales por daño en localidades. 110
Tabla 51. Tipo de vivienda y costos totales por daño en zonas urbanas. 111
Tabla 52. Distribución de vivienda y riesgo en localidades. 111
Tabla 53. Distribución de vivienda y riesgo en zonas urbanas. 111
Tabla 54. Estaciones Climatológicas analizadas en el área de estudio. 113
Tabla 55. Registro histórico de Ciclones Tropicales en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 123
Tabla 56. Tipo de daño en viviendas y costo de afectación por el paso del Huracán “Emily”. 127
Tabla 57. Daños al sector salud en San Fernando por el paso del Huracán “Emily”. 127

Tabla 58. Daños al sector educación por el paso del Huracán “Emily”..... 127
Tabla 59. Daños al sector hidráulico por el paso del Huracán “Emily”..... 127
Tabla 60. Daños al sector de comunicaciones y transportes por el paso del Huracán “Emily”..... 127
Tabla 61. Daños al sector agrícola en San Fernando y Méndez por el Huracán “Emily” 128
Tabla 62. Daños al sector ganadero por paso del Huracán “Emily” 128
Tabla 63. Daños al ganado menor y mayor por paso del Huracán “Emily”..... 128
Tabla 64. Daños al sector pesquero en San Fernando por paso del Huracán “Emily”..... 128
Tabla 65. Puntos de control de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 132
Tabla 66. Zonas críticas de incendios forestales (período 2003-2008). 137
Tabla 67. Índice vegetal incendiario en Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando..... 138
Tabla 68. Valores de precipitación, estación Palo Blanco (28216), localizada en el Municipio de San Fernando. 141
Tabla 69. Porcentaje de superficie expuesta a la sequía meteorológica. 141
Tabla 70. Clasificación de los Peligros Antropogénicos y los tipos de sitios levantados. 145
Tabla 71. Clasificación de sitios verificados y claves asignadas. 145
Tabla 72. Peligros verificados en los Municipios Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando. 147
Tabla 73. Sitios verificados de los Municipios Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando. 147
Tabla 74. Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos..... 150
Tabla 75. Tipo y número de sitios verificados en Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 151
Tabla 76. Escuelas por nivel educativo en cuatro Cabeceras Municipales..... 153
Tabla 77. Centros de educación preescolar de Burgos Cruillas Méndez y San Fernando..... 154
Tabla 78. Centros de educación primaria de la Ciudad de San Fernando..... 155
Tabla 79. Hoteles en la Ciudad de San Fernando. 162
Tabla 80. Plazas de los cuatro Municipios..... 162
Tabla 81. Centros Deportivos de San Fernando..... 163
Tabla 82. Centros Comerciales de la Ciudad de San Fernando 163
Tabla 83. Terminales de Autobuses en la Ciudad de San Fernando..... 164
Tabla 84. Oficinas de gobierno de San Fernando 165
Tabla 85. Cementerios de la Ciudad de San Fernando 166
Tabla 86. Centros escolares en peligro por inundación 177
Tabla 87. Escuelas primarias ubicadas en zonas de inundación en San Fernando..... 178
Tabla 88. Escuelas de nivel Medio Superior en zonas de inundación en San Fernando. 179
Tabla 89. Iglesias localizadas en peligro por inundación del Río Conchos..... 179
Tabla 90. Iglesias ubicadas en zonas de peligro por encharcamiento..... 179
Tabla 91. Sitios de concentración masiva ubicados en zonas de peligro químico. 181
Tabla 92. Sitios en peligro químico de Burgos Cruillas Méndez y San Fernando. 181
Tabla 93. Centros educativos en peligro por explosión de gaseras en San Fernando..... 182
Tabla 94. Centros Religiosos en peligro por explosión de gaseras en San Fernando. 183
Tabla 95. Efectos de la radiación térmica..... 187
Tabla 96. Distribución de gaseras en la Ciudad de Burgos..... 189
Tabla 97. Análisis de la posible afectación por explosión de Gas Elsa S.A. de C.V. en Burgos..... 189
Tabla 98. Análisis de afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. en Burgos..... 191
Tabla 99. Análisis de afectación por explosión de Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150)..... 192
Tabla 100. Total de gasolineras verificadas. 194
Tabla 101. Afectación por explosión de Gasolinera Gaspo Colectivo No.1 (GSO4200). 195
Tabla 102. Distribución de gasolineras en la Ciudad de San Fernando 197
Tabla 103. Análisis de afectación por explosión de Gasolinera del Noreste Gano. 201
Tabla 104. Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos..... 204
Tabla 109. Colonias, viviendas y personas en zona de peligro por ductos en San Fernando..... 212
Tabla 110. Niveles de Riesgo por explosión de gaseras..... 214
Tabla 111. Posible afectación por explosión de gasera Gas Elsa (GAS4201) en Burgos..... 215
Tabla 112. Posible afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200), Burgos..... 216
Tabla 113. Posible afectación por explosión de Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150), Cruillas..... 216
Tabla 114. Afectación por explosión de Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS5004), San Fernando. 219
Tabla 115. Afectación por explosión de Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004), San Fernando..... 220
Tabla 116. Afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005), San Fernando..... 220
Tabla 117. Niveles de Riesgo por explosión de gasolineras 223

Tabla 118. Afectación por explosión de Servicio Gaspo Colectivo (GSO4200), Burgos. 223
Tabla 119. Afectación por explosión de la Gasolinera del Noreste Gano, San Fernando. 225
Tabla 120. Unidades médicas de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando. 229
Tabla 121. Unidades médicas de la Secretaría de Salubridad. 229
Tabla 122. Unidades médicas de IMSS en Burgos y San Fernando. 233
Tabla 123. Unidades médicas del ISSSTE en la Ciudad de San Fernando. 234
Tabla 124. Unidad médica de la Cruz Roja Mexicana en la Ciudad de San Fernando. 234
Tabla 125. Unidades Médicas Privadas en la Ciudad de San Fernando. 237
Tabla 126. Unidades médicas ubicadas en zona de inundación. 237
Tabla 127. Parámetros de contaminación por rastros. 242
Tabla 128. Matriz de riesgos del Municipio de Burgos. 245
Tabla 130. Matriz de riesgos del Municipio de Cruillas. 246
Tabla 131. Matriz de riesgos del Municipio de Méndez. 247
Tabla 132. Matriz de riesgos del Municipio de San Fernando. 247

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando 13
Figura 2. Hidrografía de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 16
Figura 3. Mapa Geomorfológico de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 18
Figura 4. Mapa de vegetación de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Frenando. 21
Figura 5. Distribución de climas en los Municipios Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando..... 23
Figura 6. Columna Estratigráfica de los Municipios Méndez, San Fernando, Cruillas y Burgos. 24
Figura 7. Distribución de unidades geológicas..... 25
Figura 8. Estructuras geológicas dentro de los cuatro Municipios que conforman la zona de estudio. 34
Figura 9. Diagrama conceptual de la Metodología por Peligros Geológicos. 36
Figura 10. Representación de las pendientes en el Cerro del Bernal. 37
Figura 11. Modelado de La Sierra Madre Oriental en el Municipio de Ciudad Victoria..... 38
Figura 12. Delimitación de Zonas Homogéneas. 39
Figura 13. Relación entre el echado de las discontinuidades y la inclinación de la ladera. 40
Figura 14. Relación angular entre las direcciones de buzamiento de ladera y de estratificación..... 42
Figura 15. Efectos de la vegetación sobre la inestabilidad de una ladera (Suárez, 1998)..... 42
Figura 16. Representación gráfica de los tipos de vegetación y uso de suelo. 43
Figura 17. Tipos de fallas geológicas 46
Figura 18. Metodología empleada para el estudio de peligro por de fallas y fracturas. 46
Figura 19. Tipos de estructuras cársticas. 47
Figura 20. Metodología para determinar Riesgo por Hundimientos..... 48
Figura 21. Esquema de un escenario donde se presenta Peligro por caída de bloques y los elementos expuestos..... 49
Figura 22. Plano de elevaciones de los Municipios que conforman la zona de estudio. 51
Figura 23. Mapa de peligro por deslizamientos por falla plana..... 53
Figura 24. Análisis cinemático del Talud IBG04. a) Diagrama de densidades. b) Diagrama de ciclográfica ó círculos máximos. 55
Figura 25. Análisis cinemático del talud IBG05. a) Diagrama de densidades. b) Diagrama de ciclográfica ó círculos máximos..... 57
Figura 26. Riesgo por caída de bloques en localidades del Municipio de Cruillas. 61
Figura 27. Mapa de Intensidad de fracturamiento..... 64
Figura 28. Zonificación de peligro por hundimiento de dolinas..... 66
Figura 29. Dolinas cartografiadas al Suroeste del Municipio de Burgos. 68
Figura 30. Regionalización Sísmica de México (CFE, 1993)..... 69
Figura 31. Sismo registrado en el Municipio de Cruillas, registrado por Incorporated Research Institutions (Montalvo-Arrieta, 2008). 70
Figura 32. Delimitación de una subcuenca en relieve..... 73
Figura 33. Principales características de una cuenca hidrológica..... 73
Figura 34. Sistema de ordenación de corrientes..... 74
Figura 35. Sección transversal de un cauce natural circunscrita en un trapecio (CENAPRED, 2006b). 82
Figura 36. Sección transversal de un cauce no natural circunscrita en un rectángulo (CENAPRED, 2006b)..... 83
Figura 37. Sección transversal de campo en el programa CANVAS. 83
Figura 38. Zonificación por desbordamiento de cauces en la Cabecera Municipal de San Fernando. .. 94
Figura 39. Zonificación de riesgo por desbordamiento de cauces en el Municipio de San Fernando. ... 98
Figura 40. Zonificación de peligro por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando. . 100
Figura 41. Zonificación de riesgo por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando. .. 103
Figura 42. Zonificación por desbordamiento de Canales en el Municipio de San Fernando..... 105
Figura 43. Zonificación de riesgo por desbordamiento de canales en el Municipio de San Fernando. 107
Figura 44. Zonificación de peligro por zonas de acumulación en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 109
Figura 45. Zonificación de riesgo en localidades por desbordamiento en zonas de acumulación en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando..... 112
Figura 46. Precipitación media anual. Período de1979-2008. 115
Figura 47. Lluvias torrenciales en 24 horas. Período de 1979-2008..... 116

Figura 48. Número de días de tormentas promedio al año. Período de 1979-2008. 117
Figura 49. Número de días de granizo promedio al año. Período 1979-2008. 118
Figura 50. Temperatura máxima extrema. Período de 1979-2008. 120
Figura 51. Temperatura mínima extrema. Período 1979-2008. 121
Figura 52. Temperatura media anual. Período 1979-2008. 122
Figura 53. Ciclones Tropicales en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 129
Figura 54. Peligro por Erosión de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 131
Figura 55. Índice Vegetal Incendiario, Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 139
Figura 56. Grado de sequía meteorológica del período 1980-2000. 142
Figura 57. Ficha de Iglesia utilizada para levantamiento de Peligros Sociorganizativos. 146
Figura 58. Esquema para la elaboración de simulación por explosión de gaseras y gasolineras. 149
Figura 59. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de San Fernando. 173
Figura 60. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Burgos. 174
Figura 61. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Cruillas. 175
Figura 62. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Méndez. 176
Figura 63. Sitios de concentración masiva en zonas por explosión de gaseras, San Fernando. 184
Figura 64. Sitios de concentración masiva en zonas de peligro por explosión de gaseras, Burgos. 185
Figura 65. Sitios de concentración masiva en zona de peligro por explosión de una gasera, Cruillas. 186
Figura 66. Escenario de explosión en las estaciones de Servicio de Gas, Ciudad de Burgos. 190
Figura 67. Escenario de explosión en la estación de Gas Ideal S.A. de C.V., Municipio de Cruillas. .. 193
Figura 68. Escenario de explosión de la estación Gaspo Colectivo en la Ciudad de Burgos. 196
Figura 69. Escenario de explosión en la gasolinera Servicio Cruillas. 198
Figura 70. Localización de gasolineras en la Ciudad de San Fernando. 200
Figura 71. Escenario de explosión de la Gasolinera del Noreste Gano (GSO4501). 202
Figura 72. Distribución de líneas de ductos en los Municipios de la zona de estudio. 206
Figura 73. Viviendas en zonas de peligro por explosión de ductos, San Fernando. 210
Figura 74. Sitios públicos en zonas de peligro por explosión de ductos, San Fernando. 211
Figura 75. Viviendas y sitios públicos en zonas de peligro por explosión de ductos, Méndez. 213
Figura 76. Riesgo por explosión de las gaseras Gas Elsa y Termo Gas en la Ciudad de Burgos. 217
Figura 77. Riesgo por explosión de la gasera Gas Ideal S.A. de C.V. en el poblado de Cruillas. 218
Figura 78. Riesgo por reacción en cadena de tres gaseras, San Fernando 221
Figura 79. Riesgo por explosión de gaseras en San Fernando. 222
Figura 80. Riesgo por explosión y su posible zona de afectación de una gasolinera en Burgos. 224
Figura 81. Riesgo por explosión de la gasolinera del Noreste Gano en San Fernando. 226
Figura 82. Ficha Técnica que muestra las características de Unidades Médicas. 228
Figura 83. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Méndez. 231
Figura 84. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Cruillas. 232
Figura 85. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Burgos. 235
Figura 86. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de San Fernando. 236
Figura 87. Distribución de centros médicos en zona de inundación, Ciudad de San Fernando. 238
Figura 88. Ficha técnica de la Cabecera Municipal de San Fernando. 240
Figura 89. Localización del basurero de la Ciudad de San Fernando. 241
Figura 90. Ficha técnica utilizada para verificar el Rastro de San Fernando. 243
Figura 91. Ubicación de las instalaciones del rastro en la Cabecera Municipal de San Fernando. 244

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ejido Guadalupe asentado sobre zona con cárcavas, Municipio de Méndez. 54
Fotografía 2. Caída de bloques por descalce en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos. 56
Fotografía 3. Tamaño de bloques desprendidos en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos. 56
Fotografía 4. Peligro por caída de bloques en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos. 58
Fotografía 5. Dimensión de bloques desprendidos del talud IBG05. 58
Fotografía 6. Método de la Consistencia cerca del límite plástico. 75
Fotografía 7. Método de Dilatancia. 76
Fotografía 8. Río Conchos, Municipio de San Fernando. 91
Fotografía 9. Laguna Madre, Municipio de San Fernando. 91
Fotografía 10. Canal ubicado en la carretera No. 101, localidad de La Loma, San Fernando. 106
Fotografía 11. Peligro muy alto por Erosión, localidad El Aguamiel, Municipio de Burgos. 134
Fotografía 12. Peligro alto por Erosión en la localidad La Carbonera, San Fernando. 135
Fotografía 13. Peligro medio por erosión en la localidad El Venadito, Méndez. 135
Fotografía 14. Peligro bajo a nulo, ubicado en San Fernando-Carbonera. 136
Fotografía 15. Centro de Atención Múltiple de San Fernando (ESC5086). 153
Fotografía 16. Rosalinda Guerrero de Cavazos (ESC4501), San Fernando. 153
Fotografía 17. Planteles de nivel preescolar, primario y secundario. 158
Fotografía 18. CBTIS (ESC4509) San Fernando. 159
Fotografía 19. CEMSADET (ESC5055), Burgos. 159
Fotografía 20. CEMSADET (ESC5052), Méndez. 159
Fotografía 21. Colegio Bachilleres (ESC5059), Cruillas. 159
Fotografía 22. Instituto de Computación Profesional San Fernando. 160
Fotografía 23. Universidad del Valle de Bravo, San Fernando. 160
Fotografía 24. Iglesia de San Fernando. 161
Fotografía 25. Sagrado Corazón de Jesús, Méndez. 161
Fotografía 26. Iglesia de Guadalupe, Burgos 161
Fotografía 27. Capilla Católica, Cruillas. 161
Fotografía 28. Sitios de concentración masiva de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. 169
Fotografía 29. Sitios de concentración masiva. 172
Fotografía 30. Gas Elsa S.A. de C.V. ubicada en la Colonia Centro. 189
Fotografía 31. Tanque de almacenamiento de Gas Elsa S.A. de C.V. 189
Fotografía 32. Termo Gas S.A. de C.V. ubicada en la Colonia Centro. 191
Fotografía 33. Tanque de almacenamiento de Termo Gas S.A. de C.V. 191
Fotografía 34. Estación de servicio Gas Ideal S.A. de C.V., Colonia Centro. 192
Fotografía 35. Tanque de almacenamiento de Gas Ideal S.A. de C.V. 192
Fotografía 36. Gasolinera Gaspo Colectivo No.1 (GSO4200). 195
Fotografía 37. Tanque de almacenamiento de gasolinera Gaspo. 195
Fotografía 38. Servicio Cruillas (GSO4150). 197
Fotografía 39. Tanque de almacenamiento. 197
Fotografía 41. Tanque de almacenamiento de la gasolinera Gano. 201
Fotografía 42. Gasolinera del Noreste Gano (GSO4501). 201
Fotografía 43. Señalamiento de Ductos de PEMEX advierten la distancia del derecho de vía. 203
Fotografía 44. Pozo de exploración de gas ubicado al Norte del Municipio de Méndez. 205
Fotografía 45. Señalamientos cruzando por los poblados de Méndez. 208
Fotografía 46. Señalamientos de Pemex muestran el derecho de vía. 208
Fotografía 47. Terminal de Almacenamiento y Reparto, San Fernando. 208
Fotografía 48. Instalaciones de la Planta Petroquímica Cosoleacaque. 208
Fotografía 49. Ductos de Pemex cruzan la carretera La Carbonera, San Fernando 209
Fotografía 50. Templo Monte Calvario en peligro por ductos, Colonia Villa del Mar (IGL5123). 209
Fotografía 51. Centro de salud de Méndez. 230
Fotografía 52. Centro de salud de Cruillas. 230
Fotografía 53. Centro de salud, Colonia Ampliación Bellavista, San Fernando. 233
Fotografía 54. Hospital General de San Fernando ubicado en la Colonia Centro (HOS5022). 233
Fotografía 55. Vista del centro de salud del IMSS en el poblado de Burgos (HOS4200). 233

Fotografía 56. Unidad médica familiar No. 66 en la Ciudad de San Fernando..... 233
Fotografía 57. Consultorio de la clínica del ISSSTE en San Fernando..... 234
Fotografía 58. Instalaciones de la clínica del ISSSTE, San Fernando (HOS5021). 234
Fotografía 59. Cruz Roja Mexicana de San Fernando. 234
Fotografía 60. Unidad médica Rodríguez Guajardo (HOS6011). 237
Fotografía 61. Clínica de Pediatría ubicada en San Fernando (HOS5023). 237
Fotografía 62. La remanencias de la quema de llantas origina contaminación San Fernando. 239
Fotografía 63. Acumulación de residuos provoca filtración de lixiviados al subsuelo. 239

I. **RESUMEN**

Las constantes amenazas por fenómenos naturales y los desastres que conllevan forman parte de la historia de Tamaulipas. El presente trabajo pretende actualizar el conocimiento sobre los diferentes peligros y riesgos a los que se encuentra expuesta la ciudadanía a fin de que se tenga conciencia plena de éstos; también pretende que se caracterice el territorio estatal con los niveles de información concernientes a los diversos peligros a través de mapas de manera que se facilite su identificación y, con ello, se programen acciones de prevención y mitigación de riesgos.

El Gobierno del Estado de Tamaulipas, considerando la necesidad de identificar, ubicar y enlistar los riesgos a los que está expuesta la Población, tanto del Estado, así como los de cada uno de los Municipios que lo conforman, ante la constante posibilidad de ocurrencia de los diferentes desastres de origen natural o inducidos por el hombre que puedan ocurrir en su entorno, se vio en la necesidad de la elaboración del Atlas de Riesgos del Estado y del cual se desprenden 15 Atlas Municipales (integrados por regiones), Tamaulipas avanza en el conocimiento físico-ambiental y antropogénico de los diversos fenómenos a los que está expuesta la población del Estado.

Para el Gobierno Municipal es de suma importancia contar con la realización de su propio Atlas el cual cuente con información más detallada de la región, ya que sirve como un manual de procedimientos ante cualquier situación de riesgo que se pudiera presentar, logrando así Municipios mejor ordenados y con un mejor funcionamiento.

El presente estudio “Atlas de Riesgos de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando”, forma parte de uno de los 15 Atlas Municipales que conforman el Estatal, donde se ven todos los aspectos, desde los fenómenos naturales geológicos, hidrológicos y meteorológicos, así como antropogénicos: químico, sanitarios y socio-organizativos, a partir de los cuales se genera información con la cual se pueden simular contingencias y ver posibles afectaciones de un área determinada. A partir de dicha información se hacen estudios territoriales adecuadamente, de tal forma que se prevén los desastres que pueden ocurrir y se establecen las zonas vulnerables, dando la pauta a los gobiernos para trabajar en planear y ejecutar las obras y acciones que eviten esas contingencias y mitiguen lo más posible los riesgos

El Atlas a su vez, también funciona como una herramienta ágil y dinámica, que permite su permanente actualización, a través de una base de datos integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG). A partir del cual se procesa la información necesaria que sirve como apoyo en la toma de decisiones para la prevención de riesgos y una efectiva planeación urbana.

Para la realización del trabajo se tomó como base la Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación), edición 2004 (SEDESOL y SGM) y la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatal y Municipales de Peligros y Riesgos (CENAPRED, 2006). Para cada uno de los tipos de peligros geológicos, antropogénicos e hidrometeorológicos se siguió una metodología apropiada y adaptada para el área de estudio según las condiciones del terreno y las necesidades propias de este proyecto.

En el análisis de peligros geológicos se tomaron en cuenta litología y estructura geológica de la roca, así como la orientación e inclinación de laderas y taludes.

En el análisis de peligros hidrometeorológicos se incluyó la compilación de datos meteorológicos, y su tratamiento estadístico, como es la precipitación y su relación con el escurrimiento que se concentra en obras de drenaje y corrientes naturales, para determinar las zonas de desbordamientos, canales, zonas de encharcamiento y acumulación de cuerpos de agua.

Dentro del mismo nivel de información se incluyeron diferentes tipos de erosión basándose en fichas técnicas que incluyen litología, tipo de suelo, fotografías, vegetación asociada y tipo de roca, entre otros parámetros; además se recurrió al análisis de las imágenes satelitales.

La información obtenida del análisis se integró con la información cartográfica recopilada y fue analizada con las coberturas de edafología, geología, pendientes, vegetación y uso del suelo, entre otra más, dando como resultado un mapa que zonifica el área afectada por peligro por erosión.

Dentro de los peligros antropogénicos se incluyeron los temas de peligro químico-tecnológico por explosión e incendio de estaciones de servicio (gasolineras) y gaseras, sanitario-ambiental con el diagnóstico de tiraderos, rellenos sanitarios y rastros, así como la parte relevante de temas socio-organizativo, es decir, la afectación en comunidades y ciudades por los anteriores factores de peligro y riesgo, a fin de facilitar a la autoridad áreas de afectaciones, número de viviendas, distribución de población potencialmente afectable, valor de inmuebles y menaje (según las AGEB's de INEGI, 2006a), etc.

Del análisis de Fenómenos Geológicos, por Municipio, resalta que:

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se caracterizan por la presencia de extensas planicies interrumpidas por algunos lomeríos, y hacia el suroeste del área por las primeras manifestaciones de la Sierra de San Carlos, en estos lugares es donde se acentúan los procesos de remoción de masas asociados a deslizamientos y caída de bloques.

Con base al análisis por deslizamiento planar se detectaron áreas de peligro principalmente bajo a moderado para el Municipio de Burgos, mientras que el área más susceptible a este tipo de deslizamiento se da en la parte alta oriental de la Sierra de San Carlos correspondiente al Municipio de Cruillas.

El peligro de caída de bloques se presenta en el Centro-Oeste del Municipio de Cruillas donde predominan los rangos de alto a muy alto, este fenómeno afecta a las localidades de El Carrizo y González con una población expuesta de 25 habitantes, distribuidos en siete viviendas, cuyo costo por infraestructura asciende al orden de $366, 200.00 pesos.

Con respecto a la afectación a vías de comunicación, se ubica en zona de peligro por caída de bloques, con una longitud de 1.03 Km de caminos de terracería, con un costo total por infraestructura vial expuesta de $239.03 pesos. Otro tipo inestabilidad se manifiesta en varios puntos del Municipio de Burgos principalmente a lo largo del Cañón El Aguamiel, donde se presenta un mecanismo de caída de bloques por descalce. El Municipio de Méndez presenta algunos puntos de inestabilidad por caída de bloques en el lomerío Taurino Aguirre cerca de la cabecera municipal.

Los cuatro Municipios que conforman el presente Atlas se ven afectados en infraestructura como son las vías de comunicación por el peligro por fallas y fracturas con una longitud total de 13.1 Km susceptible a esta problemática. El Municipio de Cruillas es el que registra mayor longitud de posible afectación en caminos de terracería tanto por peligro de fallas como de fracturas, la longitud expuesta es de 5.12 Km. Así mismo con menor longitud de posible daño se encuentran las carreteras Federal No.180 y Estatal No.22, la primera exponiendo 0.12 Km y la segunda 0.04 Km.

El Municipio de Cruillas es el que registra mayor longitud de posible afectación en caminos de terracería tanto por peligro de fallas como de fracturas, la longitud expuesta es de 5.12 Km. Así mismo con menor longitud de posible daño se encuentran las carreteras Federal No.180 y Estatal No.22, la primera exponiendo 0.12 Km y la segunda 0.04 Km.

Para el Municipio de San Fernando, 0.85 Km entre caminos de terracería y calles de segundo y cuarto orden son afectados por sistemas de fracturas; de igual forma se encuentran en esta posible afectación las carreteras Federal No.101 y Estatal No.18 en tramos de 0.53 y 0.51 Km, respectivamente. Por otro lado dentro del área urbana la Colonia La Valentina ubicada al nororiente de la cabecera municipal, podría resultar afectada por la traza de una fractura con orientación NW- SE.

En cuanto a peligros hidrometeorológicos, se analizaron inundaciones por escurrimientos y desbordamiento de cuerpos de agua, así como encharcamiento. Para su estudio se procedió a:

Analizar imágenes SPOT Multiespectral, con pixeles de 10m y SPOT Pancromática con pixeles de 2.5 m.

Análisis meteorológico (comportamiento pluvial, distribución geográfica, análisis histórico, cálculo de intensidad, duración y tiempo de retorno –IDTR-).

Delimitación de micro y nanocuencas, cruce entre red hidrológica y vialidades, perfiles (secciones de ríos y arroyos), registró fotográfico y modelación.

Desarrollo e integración de la información en un SIG, con Modelo Digital de Elevación, cálculo de pendientes en grados, cálculo de pendientes en porcentaje, redes hidrológicas corregidas y topográficamente verificadas con dirección de escurrimiento aguas abajo y mapa de suelos.

Del análisis de Fenómenos Hidrometeorológico, por Municipio, resalta que:

El Municipio de San Fernando es el más vulnerable por efecto de inundaciones, tal es el caso de desbordamiento de cauces, encharcamientos y zonas de acumulación, aunque se tienen posibles daños en Burgos y Méndez, San Fernando sería el más afectado debido a la presencia del río El Conchos que cruza la Cabecera Municipal, afectando principalmente las zonas urbanas. San Fernando dejaría pérdidas económicas de $291,695,200.00, ya que podrían ser dañadas 1,595 viviendas con 6,231 habitantes, cabe mencionar que la mayoría de las viviendas son de tipo III en zonas urbanas por lo que la vulnerabilidad es media y tipo I con un grado de vulnerabilidad muy alto en localidades. El nivel de riesgo que predomina es de medio a bajo.

De manera general para estos Municipios, se tiene un promedio anual de 0 a 14 días de Tormenta, siendo San Fernando el que registra los valores más altos. En cuestión de granizadas, se tiene una máxima anual de cuatro días con el evento, los meses más recurrentes son febrero y diciembre.

Durante el período de 1854-2008, en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se han registrado 42 ciclones tropicales. En el año 2005 se presentó un Ciclón Tropical: “Emily” el cual causó los mayores estragos en la mayoría de los Municipios del Estado. La Tormenta Tropical tiene una recurrencia de 6.8 años, el Huracán categoría 1 es el segundo evento con mayor recurrencia con un promedio de 21.3 años mientras que el Huracán categoría 2 presenta un promedio de 21.6 años.

Para los Municipios de de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se aprecia un incremento en los valores de sequía en la región, ya que para el período 1950-1980 los valores oscilaban de 0.50 a 0.60 y para el período de 1980-2000 los valores son de 0.60 a 0.75, dando como resultado un incremento en la categoría de sequía meteorológica, cambiando de severo a muy severo.

La llanura aluvial del Municipio de San Fernando presenta erosión que es una consecuencia del exceso de irrigación con alta concentración de sales.

Finalmente, los peligros y riesgos antropogénicos son producidos por actividades humanas, aunque las circunstancias naturales pueden condicionar su gravedad. Incluye los químico-tecnológicos, sanitario-ambientales y socio-organizativos.

Para la evaluación del impacto de los peligros químico-tecnológicos se aplicó el modelo de simulación para el análisis de consecuencias por fuego y explosiones, software SCRI-Fuego. Así, determinada de una sustancia inflamable y su volumen se relaciona con la cantidad de TNT (Trinitro Tolueno o dinamita) cuyo efecto explosivo sería semejante. El Modelo de simulación de bolas de fuego, como resultado de la expansión de líquidos de ebullición (Bleve), se realizó para todas las gaseras ubicadas dentro de las cabeceras municipales del Estado.

Los peligros sanitario-ambientales se refieren a aquellos que pueden sufrir los seres vivos al exponerse a elementos contaminantes. Este nivel de información se realizó de forma documental, apoyada con datos y estadísticas del sector salud, así como verificaciones de sitios de interés como son: rastros, basureros, tanques de agua y plantas de tratamiento entre otros.

Por su parte, los peligros socio-organizativos incluyen accidentes y aquellos que se derivan de grandes concentraciones de población. La cartografía de este nivel de información se realizó por Municipio, a través de un censo. Se geoposicionaron albergues, gimnasios, centros comerciales, mercados, terminales de autobuses, escuelas, templos, teatros, hoteles y hospitales, entre otros.

Para el análisis de riesgo se realizó una matriz de doble entrada, donde se combinan las variables: peligro y vulnerabilidad, ésta última dependiendo del tipo de vivienda que se tiene. Los niveles de combinación entre peligro por bola de fuego y peligro alto, contra cualquier tipo de vivienda se clasificó como riesgo muy alto (en caso de haber población o viviendas afectadas), puesto que la radiación térmica en estas áreas es alta. Existen áreas que aunque serían afectadas en caso de presentarse una explosión aún no representan riesgo para la población debido a que son zonas poco habitadas.

Se realizó una combinación de los niveles de información para, en primer lugar, identificar el peligro que representan estaciones de servicio (gasolineras) y gaseras para establecimientos religiosos, educativos y de salud, entre otros, luego, a este peligro se le involucró la vulnerabilidad, que consiste en la pérdida económica, y por último el riesgo que representa un establecimiento de este tipo hacia lo que lo rodea o viceversa.

Del análisis de Actividades Antropogénicas, por Municipio, resalta que:

El Municipio de San Fernando es el que presenta mayor cantidad de sitios de concentración masiva en peligro por inundación, con 80 de estos, en Burgos solo se presentan dos. Mientras que las Municipios de Méndez y Cruillas es nula su presencia.

Para el caso de peligro por gaseras en el Municipio de San Fernando se identificaron 26 sitios. El análisis de gaseras reporta dos colonias con 676 personas y 177 viviendas que resultarían afectadas en caso de explosión de dichos establecimientos, estos datos son el resultado del análisis por explosión de las dos gaseras existentes en la Ciudad de Burgos. Para la Ciudad de Cruillas se reporta una colonia con 84 personas y 20 viviendas resultantes del análisis de Riesgo de la gasera existente en esta Ciudad. En la Ciudad de San Fernando las afectaciones serían hacia cinco colonias con 7,286 personas y 1,727 viviendas.

Respecto a explosión por gasolineras en Burgos se verían afectada una colonia con cinco viviendas y cinco personas, para la Ciudad de Cruillas una colonia sería afectada probablemente sin daños a viviendas.

La reacción en cadena por explosión de gasera, se presenta en la Ciudad de San Fernando, estas gaseras son Gas Elsa S.A. de C.V., Gas Guevara S.A. de C.V. Y Termo Gas S.A. de C.V.

En lo que respecta a peligro por presencia de ductos, se determinó que en el Municipio de San Fernando atraviesan 112.23 Km pasando por varias localidades pequeñas. De igual forma en el Municipio de Méndez cruzan 70 Km de ducto pasando también por varias localidades de menor concentración poblacional.

Únicamente en el Municipio de San Fernando se verificó el basurero Municipal en el cual no se lleva un control de la cantidad ni clasificación de residuos que opera, propiciándose la contaminación de suelos y acuíferos del área. De manera similar, sin control de las aguas residuales que vierte, ni cuidados en las operaciones de mantenimiento y equipo se trabaja en el rastro de San Fernando siendo el único que se visitó.

II. **INTRODUCCIÓN**

La acción de diversos fenómenos naturales ha causado un gran impacto en diversas regiones del Estado de Tamaulipas, por lo cual los tres órdenes de Gobierno se han dado a la tarea de realizar estudios a fin de conocer su magnitud, periodicidad y grados de afectación, lo anterior a través de análisis de riesgo, donde se involucran factores como el peligro y la vulnerabilidad, mismo que al integrarlos genera escenarios de riesgo, útiles para la autoridad encargada de la prevención de desastres.

Dado el impacto negativo que causan los fenómenos naturales en la sociedad, instituciones de Gobierno, universidades e iniciativa privada, han enfocado parte de sus actividades a estudiar aspectos técnicos que lleven a establecer medidas de prevención y mitigación ante el efecto de desastres, ya sea naturales o de orígenes antrópicos, lo anterior con la finalidad de anticiparse al efecto de los fenómenos y generar una respuesta eficaz que permita disminuir considerablemente pérdidas humanas y materiales.

Una herramienta importante que ayuda a conocer la recurrencia de un fenómeno natural o antropogénico, es la elaboración de un Atlas Municipal de Riesgos, el cuál tienen la finalidad principal de promover el conocimiento de los posibles escenarios de peligro y riesgo a los que está expuesto, con énfasis en los principales centros de población. Con el manejo óptimo de los Atlas de Riesgo es factible emprender las acciones necesarias a fin de que la autoridad correspondiente salvaguarde a los habitantes, así como bienes y servicios de cualquier centro de población, además de ser una herramienta importante en actividades relacionadas con la planeación urbana.

Debido a múltiples variables que pueden ser de tipo geográfico, del medio natural o estratégico (en el plano socioeconómico, cultural o político), y a la misma interacción de éstas, se realizó un Atlas de Riesgos en conjunto para los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, debido a que éstos Municipios presentan un mosaico de actividades o características que, al combinarse entre sí, originan una diversidad de riesgos por región, incluso en microrregiones.

La sectorización con respecto a la culturización en la entidad, situación que opera como un elemento adicional en la recurrencia de algunos peligros provocados por los habitantes, hizo evidente la necesidad de trabajar por la prevención de los desastres, pues está justificada por la preocupación que representan para las instituciones y el Gobierno y las repercusiones derivadas de los mismos. Uno de los principios fundamentales de Protección Civil es la prevención. Sus bases efectivas son la educación, la capacitación y la reducción de los riesgos potenciales para mitigar el impacto de los desastres.

Es por lo anterior, que la acción preventiva se define como la piedra angular en la instrumentación del Programa de Protección Civil. La aplicación de todas las acciones necesarias de este programa en materia de Protección Civil puede garantizar en gran parte la efectividad institucional ante contingencias internas y externas.

Con la utilización de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta, se generó cartografía de asociación de peligros aislados o múltiples. El propósito principal de los Atlas de Riesgos Municipales es presentar la información relacionada con diferentes peligros en un mapa electrónico, ofreciendo un cuadro compuesto de los peligros naturales de diferentes magnitudes, así como de su frecuencia y área de impacto.

De esta manera, los fenómenos naturales y actividades antropogénicas causantes de peligros, pueden ser consecuencia de un mismo evento. El mecanismo que origina el evento puede interconectar varios peligros y se le puede identificar fácilmente mediante el uso de dicha cartografía compuesta. Adicionalmente, los efectos y el impacto de un sólo evento peligroso incluyen diferentes escenarios de riesgo.

De esta manera, la cartografía múltiple es un medio excelente para crear conciencia respecto a la mitigación de peligros múltiples. Resulta ser una herramienta analítica total para evaluar la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando se combina con la cartografía de instalaciones críticas.

Con la recopilación de la información y la sobreposición de los mapas, así como la ubicación de los peligros y su clasificación por códigos de colores se logró una herramienta para identificar su existencia y determinar las situaciones que pueden prevenirse, controlarse o mitigarse.

La frecuencia y gravedad de los desastres por fenómenos naturales y los accidentes de origen humano tienen efectos importantes sobre la población, las actividades económicas y el medio ambiente. Tradicionalmente, el manejo de desastres se ha limitado a responder a las calamidades ocasionadas por éstos, tomándose muy pocas medidas preventivas. Hoy todo el mundo ha reconocido que la manera más eficiente y económica del manejo de desastres en la prevención y planificación de las respuestas.

Uno de los antecedentes que sirven de base para el desarrollo de los Atlas de Riesgos es que la Secretaría de Gobernación, a través del CENAPRED, elaboró la "Guía Básica para la Elaboración del Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", misma que engloba diversas herramientas metodológicas para orientar y ayudar a evaluar los peligros y riesgos a los que estamos expuestos.

Actualmente Tamaulipas cuenta con un Atlas Estatal de Riesgos, el cual contiene información sobre eventos ocurridos de 1960 a 2009. Por otro lado, dentro de las líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo 2005-2010, se encuentra inscrita la encomienda para que las autoridades de la Dirección General de Protección Civil del Estado (DGPCE), fortalezcan y consoliden un sistema de información para la prevención de riesgos. De ésta manera, con el presente Atlas de Riesgos de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se cumple con ésta línea de acción.

III. OBJETIVOS Y METAS

III.1. General

Generar el Atlas Estatal de Riesgos de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, apoyándose con Sistemas de Información Geográfica (SIG), y generar cartografía temática de peligros, para que el Municipio pueda instrumentar acciones preventivas, correctivas de mitigación y/o restauración de los riesgos potenciales, sea por fenómenos naturales o de origen antrópico.

III.2. Específicos

Establecer una base de datos de los peligros a los que están expuestos los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

Realizar una base de datos de los riesgos y situaciones vulnerables, los cuales podrán ser retroalimentados con un sistema accesible para las dependencias Municipales.

Promover la participación de los diversos sectores de la sociedad, que estén involucradas en la respuesta a contingencias.

III.3. Metas

Conformación e integración del Atlas de Riesgos a nivel Municipal, por medio de un Sistema de Información Geográfica que permita hacer simulaciones para diferentes escenarios.

Presentar, difundir y poner a disposición de la sociedad civil el Atlas de Riesgos de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

IV. METODOLOGÍA GENERAL

Para la elaboración del presente Atlas se tomó como base la metodología vigente desarrollada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", así como las metodologías de SEDESOL y el SGM denominada "Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)", edición 2004.

Se utilizaron métodos básicos de interpretación de imágenes de satélite disponibles como son las ortofotos, fotografías aéreas y el modelo digital de elevación para extraer información relativa a la expresión regional de los peligros causados por fenómenos naturales y en la definición de las zonas de peligro en zonas urbanas o por urbanizar.

Si bien, más adelante en cada uno de los apartados por nivel de peligro y riesgo se describe de manera detallada y concisa el método de trabajo seguido, de manera general se describen éstos a continuación.

IV.1. Determinación de Peligro

Para cada uno de los tipos de peligros se siguió una metodología apropiada y adaptada para el área de estudio según las condiciones del terreno y de las necesidades propias de este proyecto.

En el análisis de *peligros geológicos* se tomaron en cuenta litología y estructura geológica de la roca, así como la orientación e inclinación de laderas y taludes. Determinando la zonas de posible afectación. Soportados mediante el levantamiento de puntos de verificación en campo, incluyendo información como el azimut de la dirección de inclinación máxima del plano, así como su ángulo de inclinación.

Posteriormente se realizó un análisis de toda la información en el SIG obteniendo las zonificación diferentes capas de información (deslizamiento de falla plana, por volteo y flujos).

*Dentro del peligro por inundación, e*l análisis hidrológico incluyó el análisis de precipitación y su relación con el escurrimiento que se concentra en obras de drenaje y corrientes naturales.

Para la identificación de los diferentes tipos de erosión se elaboró una ficha o cédula, la cual contiene la fotografía del sitio e información relacionada con su ubicación, además, tipo de vegetación asociada, cobertura en Km^2 y tipo de roca, entre otros parámetros.

Por su parte en el análisis de peligros antropogénicos, se incluyeron los temas de peligro químico-tecnológico, sanitario-ambiental y socio-organizativo, y se realizó la modelación de las gaseras y gasolineras del área con lo cual se obtuvieron los radios de afectación en caso de explosión o derrame.

Una vez que se identificaron los peligros se llevó a cabo la cuantificación el grado de vulnerabilidad a nivel de manzana, localidad y vías de comunicación son afectadas para posteriormente determinar el riesgo. El cual se describe a continuación:

IV.2. Determinación de Vulnerabilidad

La definición del concepto de vulnerabilidad, nos da la pauta para conocer el valor monetario de las zonas que están expuestas a un fenómeno cualquiera, con esto se logran clasificar los sectores que presentan mayor o menor susceptibilidad de afectación respecto a su entorno de vida. Sin embargo, nos enfocaremos a las condiciones socioeconómicas en base al tipo de vivienda y material de construcción (cartón, láminas, block y cemento, etc.). Por tal motivo, está cuantificación se adecuó con base en la clasificación propuesta por el CENAPRED (2006) donde se toman en cuenta al menaje y algunos tipos de materiales de construcción que existente en ellas. Como se menciona en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de vivienda con base a su menaje, CENAPRED.

TIPO DE VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS	VALOR $
I	Corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un sólo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.	12,500.00
II	Hogares que pueden ser clasificados como clase baja, donde la vivienda puede ser equiparada como una vivienda de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, la hipótesis es que las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	50,000.00
III	El tercer tipo de viviendas también puede ser clasificado como clase - baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.	150,500.00
IV	El cuarto tipo de viviendas se identifica como la típica para la clase media, es decir, que puede ser equiparada con una vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.	300,000.00
V	Finalmente, el último sector de viviendas, corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de confort.	450,000.00
Fuente: *"Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro y Riesgo". CENAPRED, 2005.*		

Con base en la Tabla anterior, se elaboró un análisis de tipología de vivienda, empleando la información adscrita en las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's), (INEGI, 2005a). Dicha clasificación se utilizará en este estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de vivienda con base a su menaje y tipos de material (INEGI, 2005b).

TIPO DE VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS	VALOR $
I	Corresponde a hogares que cuentan con un cuarto, piso de tierra, sin servicios (agua potable, drenaje y energía eléctrica) y sin computadora.	12,500.00
II	Corresponde a hogares que cuentan de 2 a 3 cuartos, piso de cemento, con servicios (agua potable, drenaje y energía eléctrica), con refrigerador, con televisión y sin computadora.	150,500.00
III	Corresponde a hogares que cuentan con 4 cuartos, piso de cemento, con servicios (agua potable, drenaje y energía eléctrica), con refrigerador, con televisión, con lavadora y con computadora.	300,000.00
IV	Corresponde a hogares que cuentan más de 5 cuartos, piso de madera y cemento, con servicios (agua potable, drenaje y energía eléctrica), con refrigerador, con televisión, con lavadora y con computadora.	450,000.00

IV.2.a. Índice de Vulnerabilidad.

El grado de vulnerabilidad va a depender del grado de peligro y será un valor acotado entre el 0 y el 1. Si bien el índice toma valores en el intervalo mencionado, sólo representa una medida cualitativa de la evaluación del riesgo. Es decir, es un indicativo que detecta las zonas que pueden tener mayor susceptibilidad de daño por inundación, deslizamiento, explosión de gaseras, etc. Si el índice, se acerca a un valor de uno, sólo significa que la vivienda, conjunto de viviendas o vías de comunicación analizada

es la que presenta la mayor susceptibilidad de daño y el nivel de destrucción esperado es alto (CENAPRED, 2006, adaptado SGM, 2009).

Estimación de la parte del índice que tiene en cuenta la vulnerabilidad física

Para tener en cuenta la vulnerabilidad física de la vivienda se propuso el siguiente índice que integra las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible al daño y el nivel de peligro. Niveles de peligro manejados en el presente atlas, son los siguientes:

Para fenómenos Geológicos:

- ✓ 1.00, para el peligro Muy Alto,
- ✓ 0.80, para el peligro Alto,
- ✓ 0.60, para el peligro Medio,
- ✓ 0.40, para el peligro Bajo,
- ✓ 0.20, para el peligro Muy Bajo.

Para fenómenos Hidrometeorológicos y Antropogénicos.

- ✓ 1.00, para el peligro Alto,
- ✓ 0.70, para el peligro Medio,
- ✓ 0.40, para el peligro Bajo.

El índice lo relacionamos con la parte física y monetaria, lo cual sirvió para reducir los costos en viviendas afectadas y no elevar los costos por la infraestructura expuesta al peligro.

IV.3. Determinación del Riesgo.

Para la evaluación del parámetro de riesgo se combinaron los elementos de peligro, vulnerabilidad y bienes expuestos, ya que la definición de este precepto se puede señalar como la correlación entre la intensidad de una "amenaza natural" (peligro), la susceptibilidad de los sistemas expuestos a ser dañados por el efecto de un fenómeno perturbador (vulnerabilidad) y el valor de los bienes expuestos de dicha población que recibe el impacto. Donde dicha correlación muestra los diferentes valores de riesgo que se obtienen al combinar estos parámetros (Tabla 3).

Tabla 3. Niveles de Riesgo.

PELIGRO MUY ALTO	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
PELIGRO ALTO	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
PELIGRO MEDIO	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
PELIGRO BAJO	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
PELIGRO / VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA
	VIVIENDA TIPO IV	VIVIENDA TIPO III	VIVIENDA TIPO II	VIVIENDA TIPO I

Fuente: DINAPRE, *2006.*

Para calcular el nivel de riesgo, en las zonas identificadas por afectación, se asignaron variables a cada uno de los elementos para el riesgo:

Peligro = 1; se asignó este valor debido a que la zonificación representa el peligro alto.
Vulnerabilidad = probabilidad de daño del 80% - 20%.
Valor = Costo de la vivienda de acuerdo a su tipología ($12,500.00 - $450,000.00).

Al combinar estás variables con las correspondientes en la Tabla 3, nos resultan niveles de riesgo de valor medio, alto y muy alto. Por ejemplo:

	R = PVC
Vivienda tipo I	R = (1) (0.8) ($12,500.00x8)
	R = $80,000.00

La matriz de riesgo utilizada está en función del nivel de detalle de la información, puede contar con tres niveles (Alto, Medio y Bajo), o hasta cinco niveles (Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto) según sea el caso (DINAPRE, 2006. Modificado SGM, 2009).

V. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

V.1. Localización

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se localizan hacia la porción Centro-Norte del Estado de Tamaulipas, limitando al Norte con los Municipios de Matamoros, Río Bravo y Reynosa; hacia el Oeste colinda con el vecino Estado de Nuevo León, al Este con el Golfo de México, y al Sur del territorio, con los Municipios de Abasolo, Jiménez, San Carlos, San Nicolás y Soto La Marina (Figura 1).

El territorio ocupado por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se ubican geográficamente entre 97°39'4" y 99°10'32" longitud Oeste y 24°36'27" y 25°7'40" latitud Norte. Esta región del Estado de Tamaulipas, abarca una extensión territorial de 13,237.96 Km^2, distinguiéndose el Municipio de San Fernando con la mayor extensión territorial y a su vez el de menor altitud, debido a su cercanía que enmarca el Golfo de México (Tabla 4).

Tabla 4. Localización, Extensión Territorial y Altura.

MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	ÁREA (Km^2)	ALTURA MSNM
Burgos	99°10'32"O 25°00'40"N	1,898.41	193
Cruillas	98°14'54"O 24°25'10"N	1,886.77	265
Méndez	98°51'51"O 25°70'40"N	2,534.88	228
San Fernando	97°39'40"O 24°36'27"N	6,917.90	40

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando cuentan con una infraestructura carretera que permite la comunicación con el Centro y Norte del Estado de Tamaulipas, siendo la carretera Federal No. 101 Ciudad Victoria – Matamoros la principal vía de acceso. El Municipio de Méndez, cuenta con una carretera Federal, la No. 97 El Tejón – Reynosa, que une a sus poblaciones con la Cabecera del Municipio de Reynosa. Además de estos dos importantes ejes carreteros, se cuentan con caminos rurales y caminos de terracería.

V.2. Población

De acuerdo a la información del INEGI (2005b), en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando habitan un total de 69,591 personas, de las cuales 35,126 son hombres, y 34,465 mujeres, representando el 50.5% y el 49.5% respectivamente. La mayor concentración de población se localiza en el Municipio de San Fernando con 57,756 habitantes, seguido de Méndez y Burgos con 4,785 y 4,782, respectivamente; el Municipio de Cruillas, tiene el menor número de habitantes, con 2,268 personas, es decir 47.4% menos que los Municipios de Burgos y Méndez (Tabla 5).

Tabla 5. Relación de población total entre Hombres y Mujeres.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Burgos	4,782	2,459	2,323
Cruillas	2,268	1,145	1,123
Méndez	4,785	2,445	2,340
San Fernando	57,756	29,077	28,679
TOTAL	**69,591**	**35,126**	**34,465**

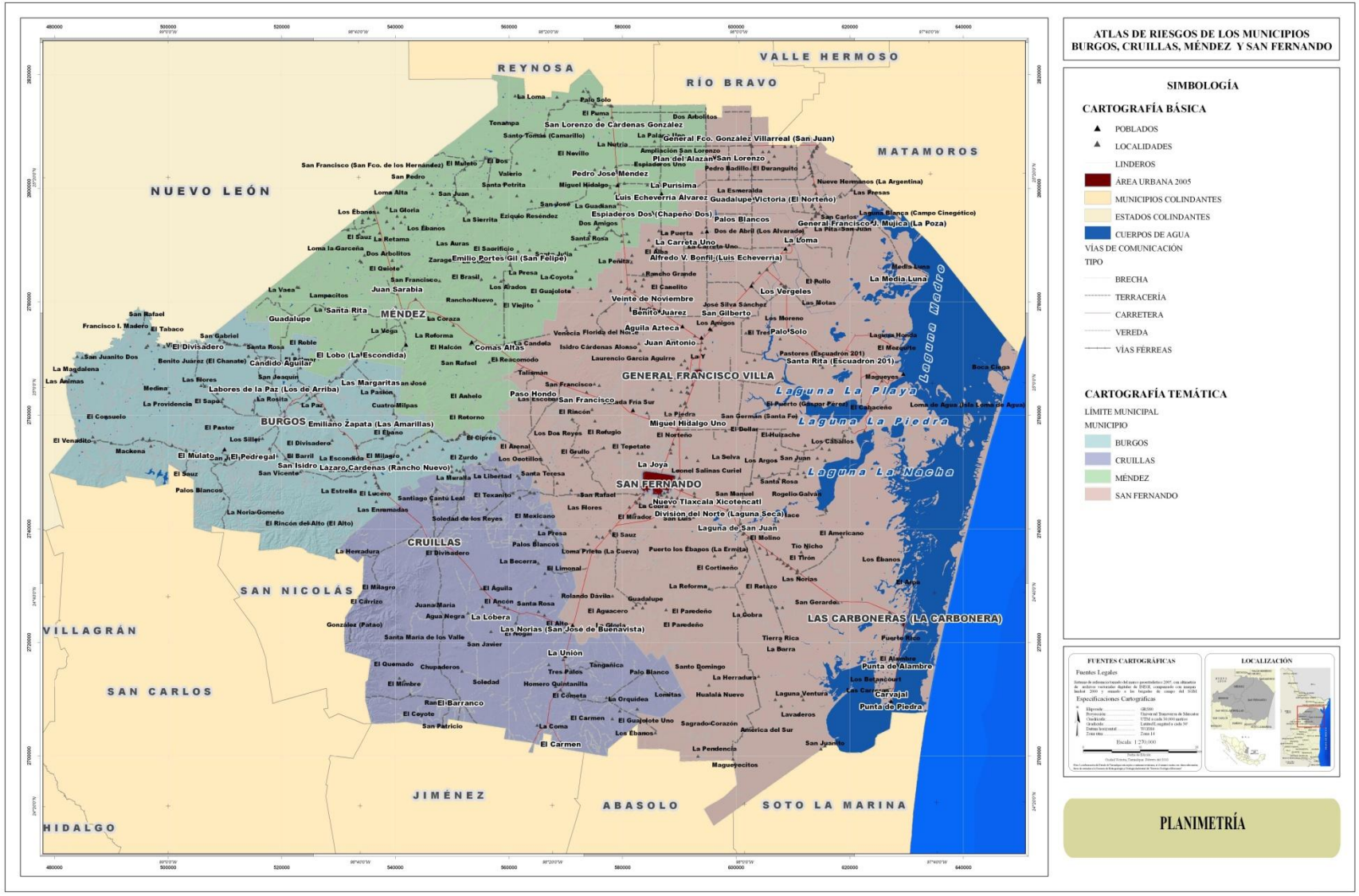


Figura 1. Localización de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando

V.2.a. Educación

La infraestructura dedicada al ámbito de educación para el área correspondiente a los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se conforma de un total de 63 planteles educativos que cubren las necesidades de educación desde los niveles de preescolar hasta el superior, y se distribuyen de la siguiente manera: 23 planteles son destinados a la educación inicial y preescolar, 23 escuelas para educación primaria, seis secundarias, ocho medio superior, dos de nivel superior y uno de educación especial; de estos 63 planteles, 46 se localizan en el Municipio de San Fernando, siete en Burgos, seis en Cruillas y cuatro en Méndez. Por lo anterior, sólo en el Municipio de San Fernando se logran cubrir los niveles desde educación inicial hasta educación superior.

De acuerdo a cifras obtenidas por el INEGI (2005b), en estos cuatro Municipios, habitan 3,779 personas mayores de 15 años que no saben leer y escribir, lo que representa el 5.43% de la población total de esta zona. De acuerdo al número total de habitantes de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, el Municipio de Cruillas tiene un mayor índice de analfabetismo con 8.07% del total de su población, seguido de los Municipios de Burgos, Méndez y San Fernando, este último, con un porcentaje menor de analfabetismo comparado con el porcentaje total de la zona (Tabla 6).

Tabla 6. Número de personas mayores de 15 años que no saben leer y escribir.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN ANALFABETA	%
Burgos	4,782	299	6.25
Cruillas	2,268	183	8.07
Méndez	4,785	269	5.62
San Fernando	57,756	3,028	5.24
Total	**69,591**	**3,779**	**5.43**

V.2.b. Salud

En lo concerniente al rubro de la atención médica y servicios de salud que se prestan a la población, se cuenta con una infraestructura total de 12 centros médicos, seis de ellos a cargo de la Secretaría de Salud (SSA), dos pertenecientes al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), dos de tipo particular, una Unidad de Medicina Familiar del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), y un centro médico de la Cruz Roja Mexicana. Dichas unidades de salud, se encuentran distribuidas de la siguiente manera: un hospital en el Municipio de Burgos, uno en Cruillas, un centro médico en Méndez y nueve ubicados en el Municipio de San Fernando.

Los 12 centros médicos localizados en esta área de estudio, brindan atención a 38,532 derechohabientes de distintas instituciones públicas (INEGI, 2005b), es decir, sólo el 55.4% de la población total tiene acceso a servicios médicos de carácter público (Tabla 7).

Tabla 7. Número total de derechohabientes a los servicios de salud pública

MUNICIPIO	TOTAL MUNICIPAL	NO DERECHOHABIENTE	DERECHOHABIENTE
Burgos	4,782	3,128	1,654
Cruillas	2,268	1,069	1,199
Méndez	4,785	2,569	2,216
San Fernando	57,756	24,293	33,463
TOTAL	**69,591**	**31,059**	**38,532**

V.3. Hidrografía

El área comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se ubican dentro de la Región Hidrológica No. 25 (RH-25) San Fernando-Soto La Marina, teniendo como principal afluente, el Río Conchos, además de la influencia del Río San Lorenzo (Salado). Asimismo algunos Arroyos de gran importancia como el Burgos, Chorreras, Los anegados, El Atascaso, La Resaca y Contreras, todos ellos unidos para conformar el sistema costero de La Laguna Madre (Figura 2).

El Río Conchos, nace en el Estado de Nuevo León, al unirse a los Ríos Linares, Potosí y Conchos; entra al Estado de Tamaulipas por el Municipio de Burgos y Méndez, donde se une al Río San Lorenzo (Salado), atraviesa la Cabecera Municipal de San Fernando y desemboca en la Laguna Madre.

La Laguna Madre es el cuerpo de agua más importante para el Municipio de San Fernando; con una extensión de 250 Km paralelos al mar y una superficie aproximada de 200 mil hectáreas.

Para información más detallada sobre hidrografía, se recomienda consultar el apartado de Inundación perteneciente a este documento.

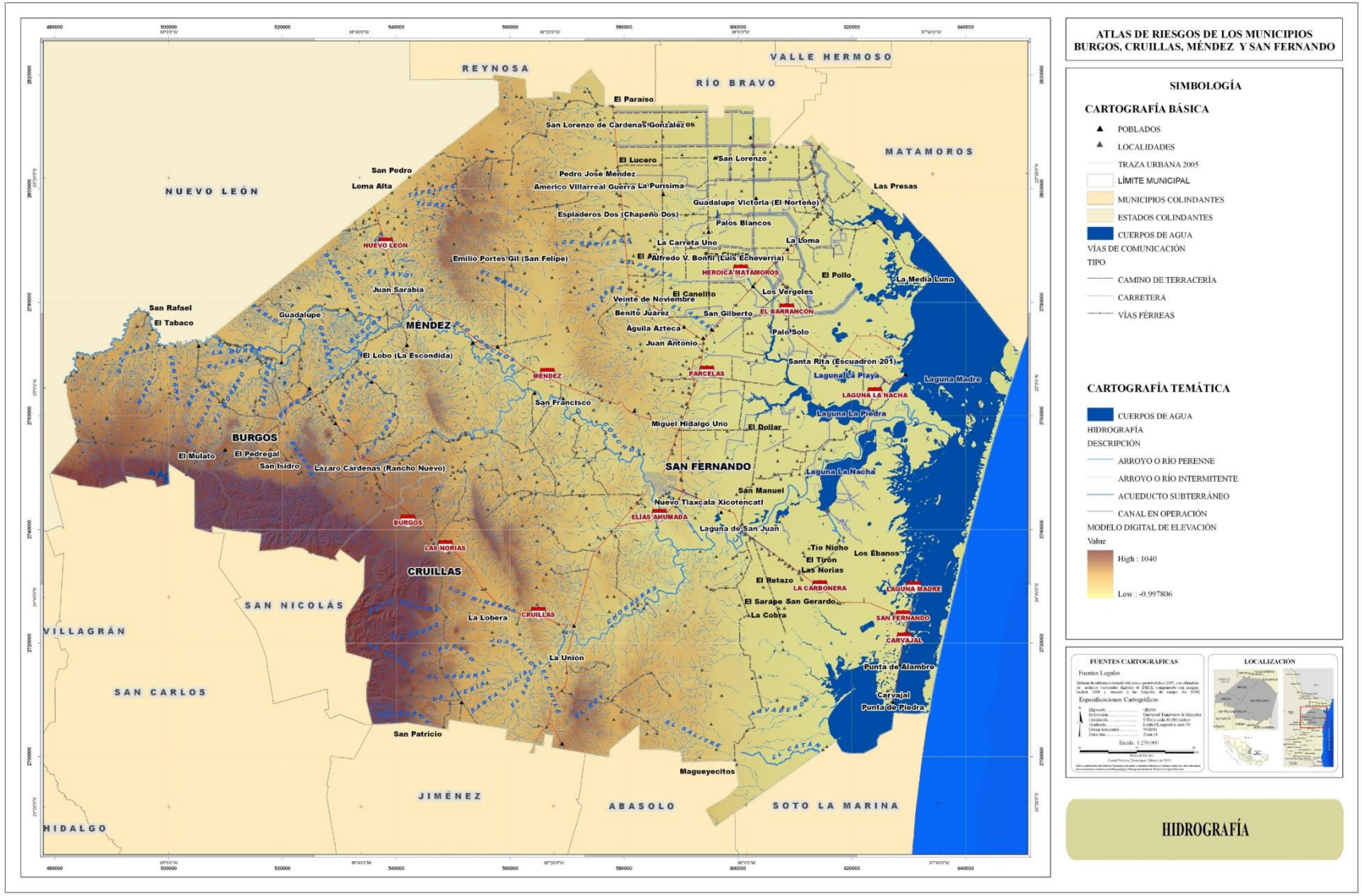


Figura 2. Hidrografía de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

V.4. Geomorfología

El Estado de Tamaulipas se caracteriza por la presencia de extensas planicies que se elevan unos cuantos metros sobre el nivel medio del mar, seguido por algunos lomeríos de baja altura. En parte de la superficie Estatal se observa un contraste en el relieve topográfico, lo anterior por la presencia de cadenas montañosas altas y alargadas correspondientes a la Sierra Madre Oriental y elevaciones de menor tamaño representadas por las sierras de Tamaulipas y San Carlos. Existen zonas donde al interior de cuerpos elevados se presentan amplios valles, cañadas profundas, llanos, etc., mientras que en los flancos de las principales sierras se observan extensas zonas de pie de montes.

Los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, se localizan dentro de dos Provincias Fisiográficas denominadas Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte; la primera constituye un área de 4,484.4 Km^2 y se distribuye principalmente en los Municipios de Burgos, Méndez, al Norte de Cruillas y en menor porción en el Municipio de San Fernando. La Provincia Llanura Costera del Golfo Norte se distribuye casi en su totalidad en el Municipio de San Fernando, al Norte del Municipio de Méndez y en la porción Sur de los Municipios de Burgos y Cruillas, el área que cubre esta Provincia es de 8,753.57 Km^2 del territorio Estatal.

La Provincia Grandes Llanuras de Norteamérica se caracteriza por presentar un sistema de topoformas de lomeríos de laderas tendidas con pendientes que oscilan de 5º a 15º, así como algunos rasgos de sierra baja ubicados al Este de las Cabeceras Municipales de Burgos y Cruillas, cuyas altitudes máximas no sobrepasan los 360 m.

Para el Municipio de San Fernando y parte de Méndez se presentan extensas llanuras aluviales de diferentes características. En San Fernando predominan las topoformas de llanuras aluviales inundables y salinas, cuyo origen se debe a la acreción por sedimentación de materiales terrígenos provenientes de los acarreos fluviales y distribuidos por las corrientes marinas, así como a la evaporación de los diferentes cuerpos de agua que se localizan en el área. Estos rasgos geomorfológicos son característicos de la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte.

Para el Sur de los Municipios de Cruillas y Burgos principalmente, la morfología cambia, se pueden observar lomeríos y mesetas aisladas constituidas de material conglomerático en el primero; mientras que en el segundo el cambio es aún más drástico, pues por su cercanía con la Subprovincia Fisiográfica Sierra de San Carlos se ubican topoformas de Sierra Alta.

En la Tabla 8 se muestra la descripción de los rasgos geomorfológicos existentes en el área, así mismo en la Figura 3 se ilustra la distribución.

Tabla 8. Principales rasgos geomorfológicos.

RASGO GEOMORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Llanura Aluvial	Superficies relativamente plana con pocas variaciones en sus alturas, además de tener contacto con medios sedimentarios que incorporan materiales en su superficie.
Lomerío	Comprende las elevaciones del terreno de tamaño y altura menor respecto a una sierra, comprende estructuras como cerros y lomas.
Meseta	Superficie llana cortada por valles, con pendientes irregulares y escarpadas, generalmente son el resultado de la erosión de estratos dispuestos horizontalmente.
Playa o Barra	Playa, es el la acumulación de sedimentos no consolidados por acción del oleaje. Barra, depósito submarino de arena de forma alargada, situado en el curso de una corriente.
Sierra	Se refiere al conjunto de estructuras montañosas elevadas y alineadas, generalmente son parte de una cordillera.
Valle	Superficies llanas rodeadas por sierras o geoformas elevadas.

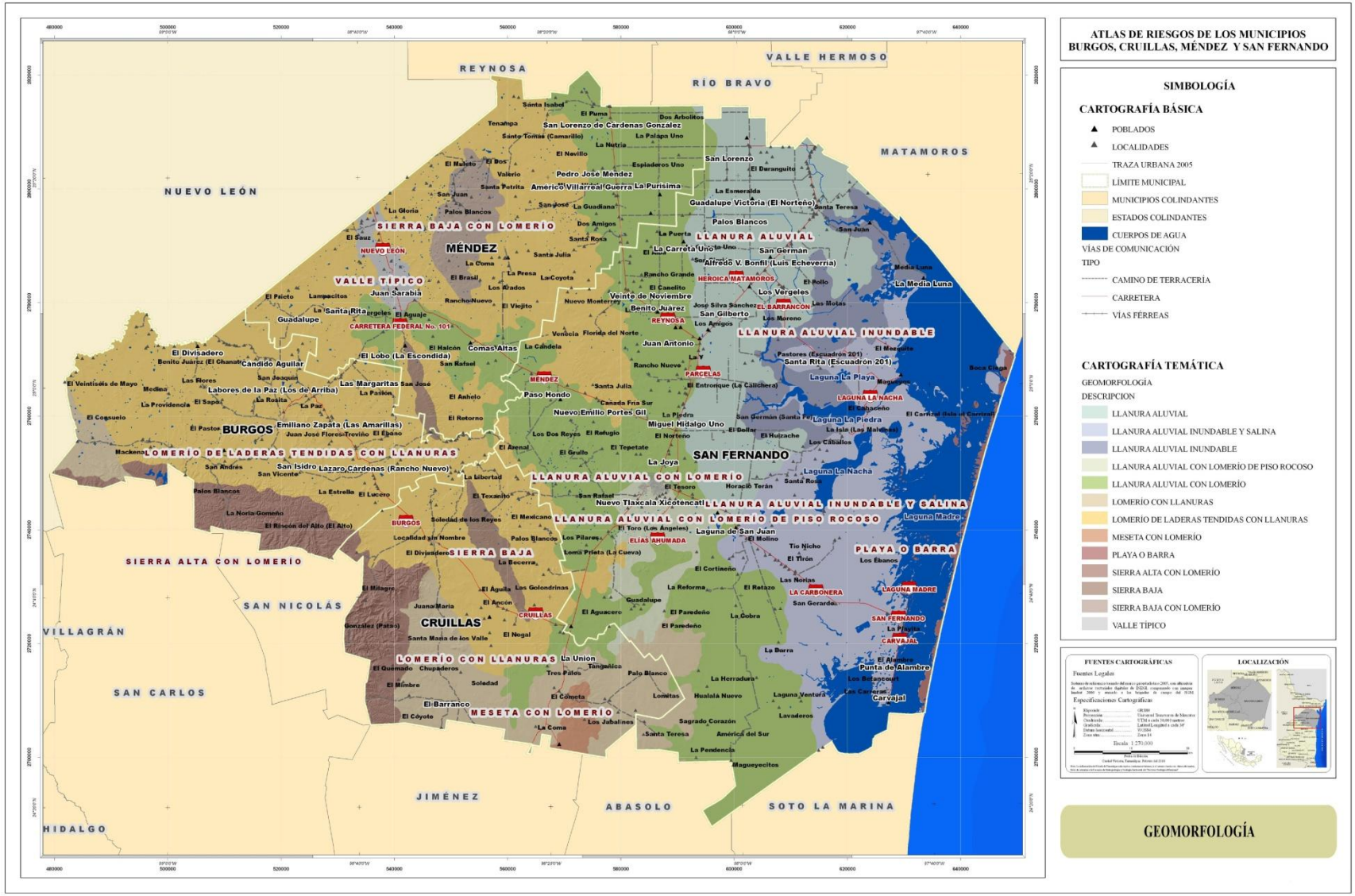


Figura 3. Mapa Geomorfológico de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

V.5. Vegetación y Uso de Suelo

Los campos de cultivo ocupan la mayor área de la región (Tabla 9), se encuentran distribuidos en los cuatro Municipios, principalmente en la zona Centro Norte y Sur de San Fernando. La zona cubierta por matorrales, de los tipos submontano y espinoso tamaulipeco, se encuentran al Centro Este de Burgos, Centro Oeste de Cruillas y algunos manchones al Centro y Sur de Méndez para el primer caso, el segundo tipo de matorral se encuentra en los cuatro Municipios, de manera preferencial en la zona Sureste y suroeste de Cruillas y San Fernando.

La clasificación, otros tipos de vegetación, se compone de bosque de galería, mezquital, vegetación de duna costera y halófila, ubicada al Este y Oeste, en los Municipios de Burgos, Méndez y San Fernando. Vegetación conformada por pastizal, del tipo cultivado, inducido y halófilo, se ubica al Centro, Sur, Norte, Oeste y en menor extensión al Este de la región.

Los cuerpos de agua están ubicados en gran parte de los Municipios de Burgos, Méndez y principalmente al Oeste de San Fernando. En menor extensión la zona se encuentra cubierta por bosques del tipo encino, encino-pino y de pino, ubicados al Oeste de Cruillas.

Las zonas urbanas y zonas sin vegetación, se ubican en pequeñas áreas de Burgos, Cruillas, Méndez y de manera preferente en San Fernando, para el primer caso, se encuentran distribuidas al Centro Norte y Sureste de San Fernando, el segundo caso se ubica al Este de la región, en la zona costera de San Fernando (Figura 4).

Tabla 9. Vegetación y uso de suelo

VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	ÁREA (Km^2)	PORCENTAJE (%)
Área Agrícola	4,391.52	33.20
Área sin Vegetación	43.70	0.30
Bosque	50.00	0.40
Matorral	4,331.47	32.70
Otros tipos de Vegetación	1,694.61	12.80
Pastizal	1,495.62	11.30
Zona Urbana	45.69	0.30
Cuerpos de Agua	1,185.36	9.00
Total	**13,237.97**	**100.00**

V.5.a. Edafología

Los suelos con mayor extensión son los vertisoles (Tabla 10), presentan una estructura masiva y alto contenido de arcillas con baja susceptibilidad a la erosión, se ubican al Oeste de Méndez, Sur de Cruillas y principalmente al centro, Sur y Norte de San Fernando. Los suelos del tipo rendzina, se ubican al Sur, Oeste y Noroeste de la región, se caracterizan por su alta pedregosidad y poca profundidad, estos suelos son moderadamente susceptibles a la erosión.

Los suelos del tipo litosol se ubican en ciertas áreas al Norte de Méndez, Centro Oeste de Burgos Oeste de San Fernando y gran parte de Cruillas, se caracterizan por su profundidad menor a 10 cm, limitada por la presencia de roca.

En el caso de suelos del tipo castañozem se ubican al Centro, Sur y Noroeste de Méndez al igual que la zona Centro y suroeste de San Fernando y Cruillas, son suelos alcalinos, generalmente con una capa rica en materia orgánica y moderadamente susceptibles a la erosión.

Los suelos del tipo Chernozem se ubican principalmente al Norte de Méndez y Noreste de San Fernando, se caracterizan por presentar una capa superior de color negro, rica en materia orgánica y nutriente. Para el caso de suelos del tipo xerosol se ubican en una pequeña porción al Sur y Norte de San Fernando, al Sureste y Este de Cruillas, zona Centro y Oeste de Méndez y una mínima porción al Oeste de Burgos son característicos de zonas áridas y semiáridas, por lo general presentan bajo contenido en materia orgánica, su productividad agrícola está en función de la disponibilidad de agua para riego y presentan baja susceptibilidad a la erosión.

En una mínima proporción se encuentran los siguientes tipos de suelo: regosol, sólonchak, feozem, fluvisol y gleisol, cuyas características y ubicación se presentan a continuación. El primer tipo, generalmente son pobres en materia orgánica, someros y con fertilidad variable, se ubican en la línea costera de San Fernando, y algunas zonas al Centro de Burgos, Cruillas y Méndez. El segundo tipo, caracterizados por su alta salinidad, se ubican de manera aledaña a la zona lagunar de San Fernando. En el caso de suelos del tipo fluvisol conformados por materiales acarreados por ríos y corrientes de agua se encuentran en una franja al Sur de Cruillas, Centro, Oeste de Méndez y pequeños manchones al Este y Norte de San Fernando, para el caso del último suelo, se ubica al Sureste de san Fernando, al límite de la zona lagunar.

Tabla 10. Tipo de suelo de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y san Fernando.

TIPO DE SUELO	AREA (Km^2)	PORCENTAJE (%)
Xerosol	433.39	3.59
Vertisol	3,904.52	32.31
Sólonchak	389.05	3.22
Rendzina	2,780.15	23.00
Regosol	396.66	3.28
Litosol	1,846.70	15.28
Gleysol	20.51	0.17
Fluvisol	19.94	0.16
Feozem	84.10	0.70
Chernozem	571.23	4.73
Castañozem	1,639.55	13.57
Total	**12,085.80**	**100.00**

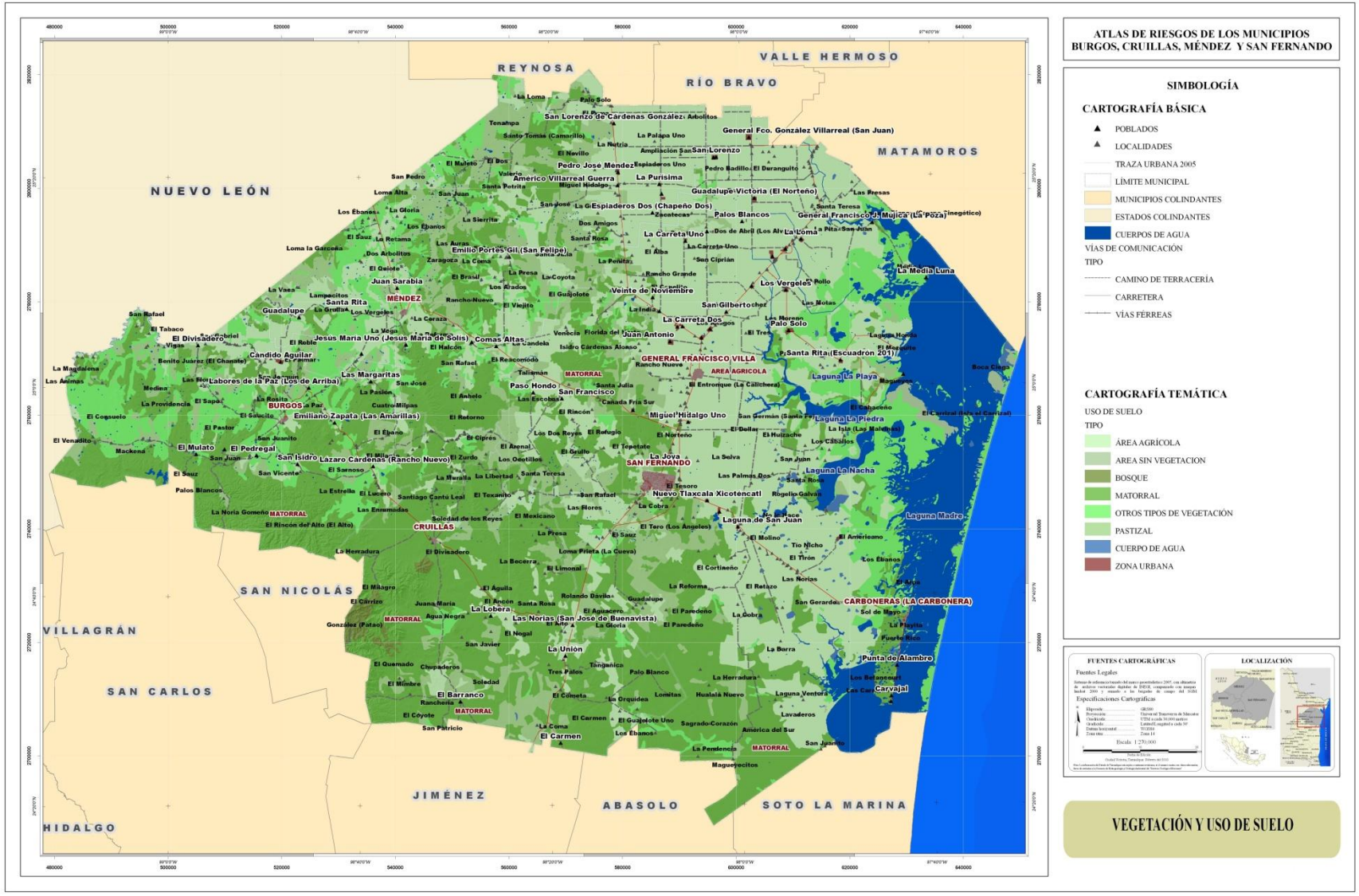


Figura 4. Mapa de vegetación de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Frenando.

V.5.b. Climatología

En los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando prevalecen los climas $BS_1(h')(x')$, $BS_1(h')w$, $(A)C(w_0)x'$ y $(A)C(w_0)$; según la clasificación de Köppen, las dos primeras clasificaciones se refiere a climas áridos y semiáridos (García, 1973), (la evaporación excede las precipitaciones prevaleciendo un déficit hídrico) característico de un clima de estepa cálida o clima árido continental (Pastrana, 2009). Y, los dos últimos, hace referencia a un clima Semicálido, templado subhúmedo, donde la temperatura media anual es mayor de 18°C. La temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. El comportamiento de la precipitación anual es entre 500 - 2,500 mm y la precipitación del mes más seco es de 0 – 60 mm con lluvias de verano mayores al 10.2% anual (CONABIO, 2010).

Particularmente, la descripción de los conceptos de temperatura y precipitación, en base al Sistema de Información Geográfica de dicho estudio, para los climas BS_1 (h') (x') y BS_1 (h') w son:

- Temperatura.- árido, cálido, la temperatura media anual es mayor de 22°C y la temperatura del mes más frío es mayor de 18°C.

- Precipitación.- lluvias repartidas en todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual. Para el clima, BS_1 (h') w, este concepto se define como: Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 – 10.2% del total anual. Respecto a los registros de precipitación reportados en este tipo de clima; en este estudio se obtuvieron valores de precipitación media anual del orden de 600 – 850 mm, en base a los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) estatal donde se reportan registros entre los años de 1979 – 2007.

Para el clima, $(A)C(w_0)x'$ y $(A)C(w_0)$, se describen de la siguiente forma:

- Temperatura.- Semicálido subhumedo del grupo C, temperatura media anual es > 18°C, temperatura del mes más frío es < 18°C y la temperatura del mes más caliente es > 22°C.

- Precipitación.- Precipitación del mes más seco < 40 mm; lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal > 10.2 % del total anual. Para el clima $(A)C(w_0)$, en comparación con el clima $(A)C(w_0)x'$, las lluvias de verano presentan un índice P/T < 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 – 10.2% del total anual.

- Respecto a los registros de precipitación reportados en este tipo de clima; en este estudio se obtuvieron valores de precipitación media anual del orden de 600 – 850 mm, en base a los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) estatal donde se reportan registros entre los años de 1979 – 2007.

El clima de tipo BS_1 (h') (x') se localiza al Norte del Municipio de Méndez y Noroeste del Municipio de San Fernando, el clima $BS_1(h')w$ abarca la mayor parte de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y una parte al Suroeste y Noroeste de San Fernando, el clima denominado $(A)C(w_0)x'$ se presenta al Sur de Burgos, Centro y Suroeste de Cruillas; y la gran mayoría del Municipio de San Fernando. Finalmente, el clima $A)C(w_0)$ se localizan en pequeñas proporciones al Sur de Cruillas y San Fernando, como se ilustra en la Figura 5.

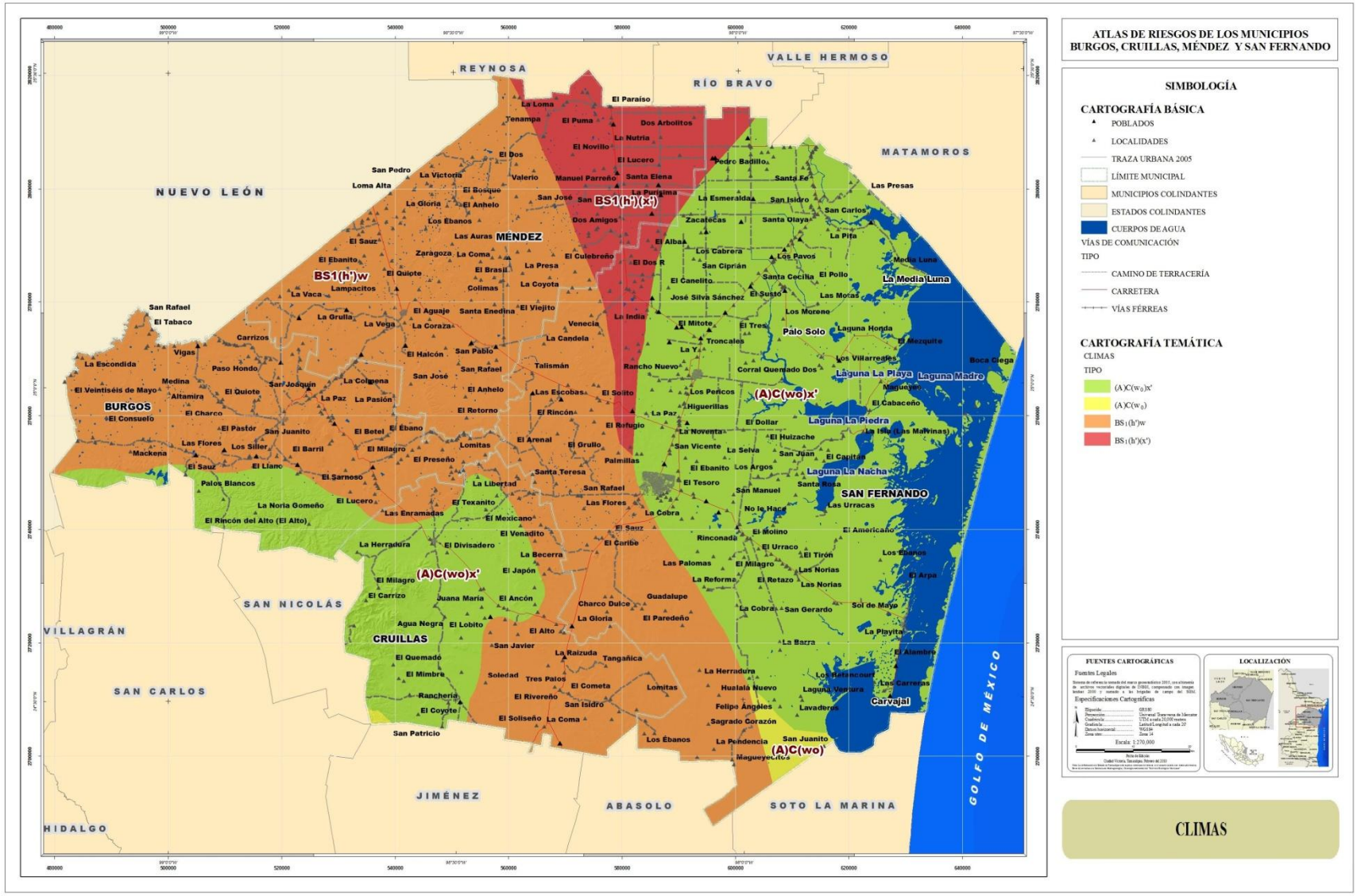


Figura 5. Distribución de climas en los Municipios Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

V.6. Geología

V.6.a. Estratigrafía

El área de estudio abarca los Municipios de Méndez, San Fernando, Cruillas y Burgos, afloran unidades de rocas ígneas y sedimentarias de edades Mesozoicas y Terciarias, en su mayoría lutitas, areniscas y calizas que ocasionalmente son cubiertas por depósitos de origen aluvial del Cuaternario. En la Figura 6 se hace una breve descripción de las principales características de cada unidad litológica, de la más antigua a la más reciente.

La información descrita en el presente informe, fue tomada de la columna litológica de las cartas Geológico-minera de Linares G14-11 (SGM, 2004), Río Bravo G14-08 (SGM, 2003a) y Matamoros G14-9-12 (SGM, 2003b) a escala 1:250,000 y de la carta geológica del Estado de Tamaulipas escala 1:500,000 (2006), elaboradas y publicadas por el Servicio Geológico Mexicano, (Figura 7).

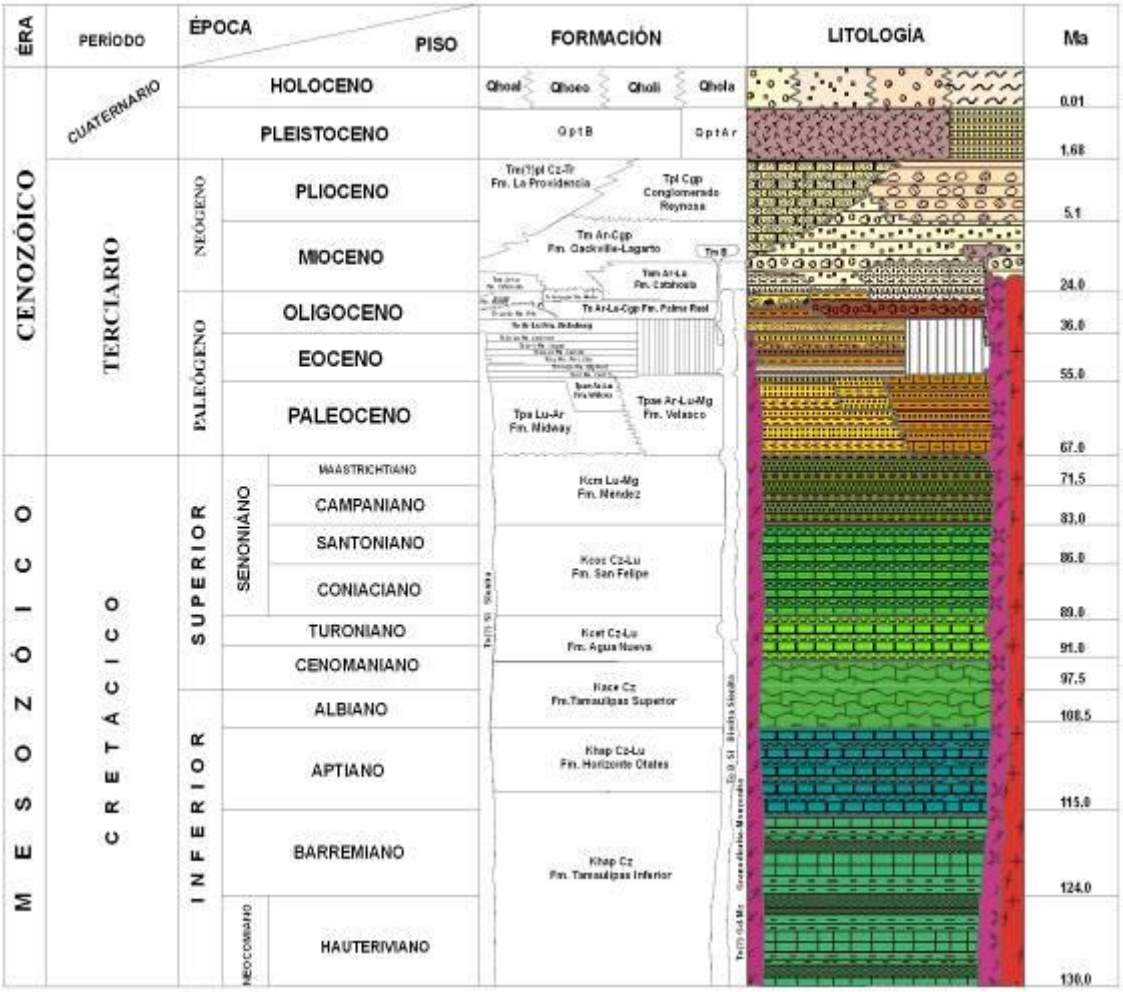


Figura 6. Columna Estratigráfica de los Municipios Méndez, San Fernando, Cruillas y Burgos.

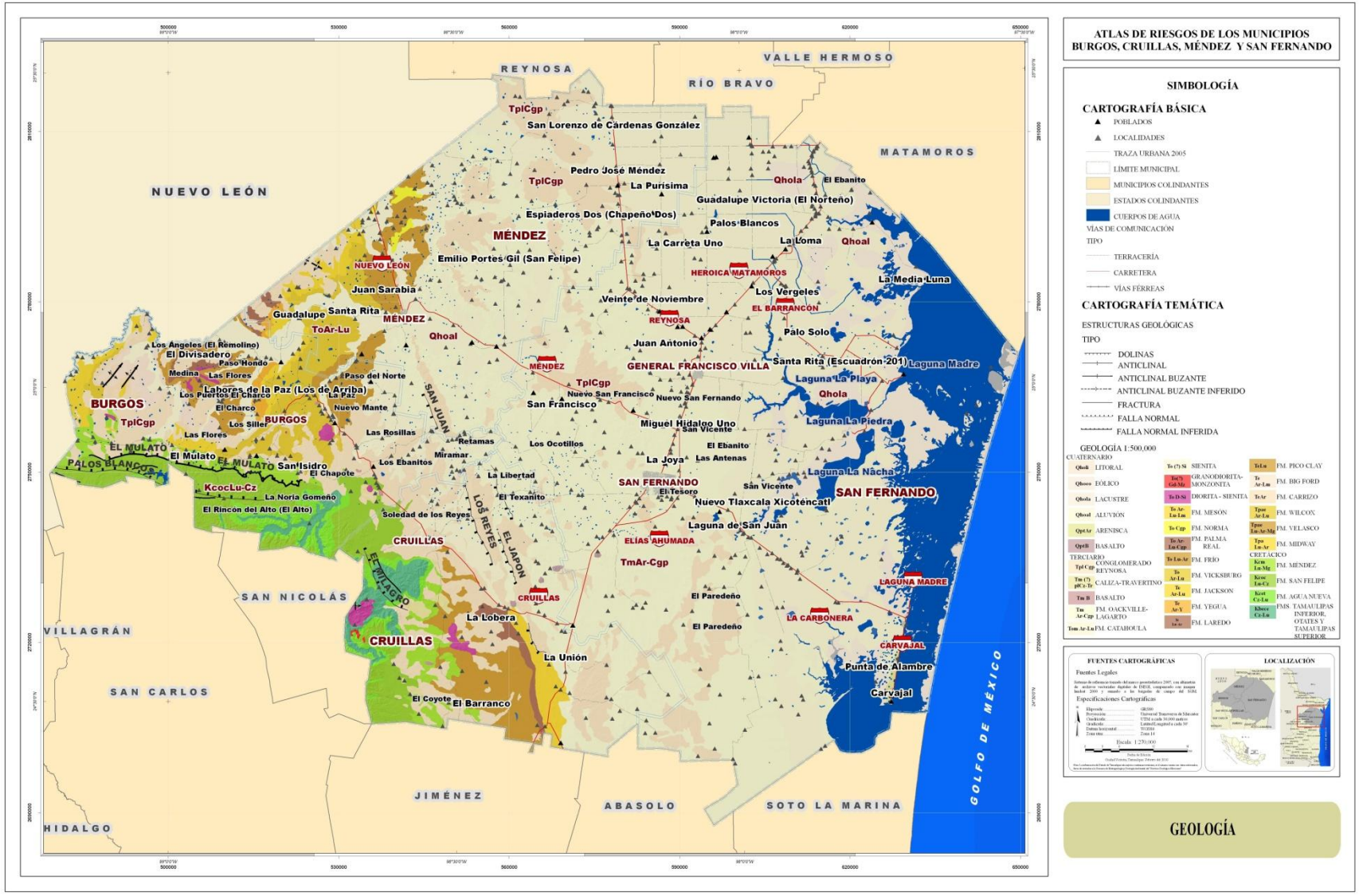


Figura 7. Distribución de unidades geológicas

Cretácico

Formación Tamaulipas Inferior (Khap Cz). Unidad de estratos gruesos de calizas con horizontes arcillosos y fuerte presencia de calcita recristalizada en vetillas perpendiculares y paralelas a la estratificación, además de bandas de pedernal y estructuras estilolíticas.

El afloramiento se observa al Suroeste del área de estudio, en la sierra de San Carlos, en las localidades El Milagro en el Municipio de Cruillas y El Rincón del Alto (El Alto) del Municipio de Burgos en donde la caliza se observa de estratificación gruesa a masiva de textura packstone a wackestone en estratos de 1.2 m, con bandas y lentes de pedernal. Las características litológicas de esta formación sugieren que fueron depositadas en un ambiente de mar abierto de baja energía con aporte de sedimentos terrígenos. Subyace concordantemente al Horizonte Otates.

Horizonte Otates (Kap Cz-Lu). Secuencia arcillo-calcárea que separa a las formaciones Tamaulipas inferior y Tamaulipas superior. Se encuentra constituida por calizas en estratos medianos intercalados con lutitas y limolitas, presenta bandas de pedernal así como estratos arcillosos y cristales de marcasita diseminados, se observa una alternancia de mudstone y lutitas, por lo que se infiere su depósito en un ambiente de transgresión marina sobre áreas continentales con una progradación abundante de terrígenos hacia la cuenca de sedimentación.

Aflora al Suroeste del área entre las localidades El Rincón del Alto (El Alto) y El Milagro en los Municipios de Burgos y Cruillas respectivamente. Sobreyace a la formación Tamaulipas inferior y en un cambio brusco concordante marcado por la presencia de arcillas y capas de pedernal, subyace de la misma manera a la formación Tamaulipas Superior.

Formación Tamaulipas Superior (Kace Cz). Calizas en estratos medianos con intercalaciones de arcillas, pedernal y pirita. Son estratos ondulados con líneas estilolíticas paralelas a los planos de estratificación. Aflora al Sureste de área de estudio, se observa una caliza de estratificación media con nódulos de pedernal y ferruginosos.

Su depósito se efectuó en una cuenca de mar abierto de baja energía, la presencia del pedernal marca la concentración de sílice producto de las corrientes marinas provenientes de zonas donde abundan los radiolarios. Estratigraficamente sobreyace al Horizonte Otates y subyace a la formación Agua Nueva, ambas de manera transicional y concordante, lateralmente las facies de cuenca de esta unidad cambia a facies de talud de la formación Tamabra, así como a facies arrecifal y pos-arrecifal de la formación El Abra. Es correlacionable con las formaciones Cuesta del Cura y El Abra.

Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu). Está constituida por calizas arcillosas en estratos tabulares de espesores variables, alterna con lutitas carbonosas a arenosas con abundancia de fósiles, presenta capas de bentonita de espesores de 20 a 30 cm. Se expone al Sur de Burgos en la localidad La Noria y al Oeste del Municipio de Cruillas, donde consiste de lutitas negras interestratificadas con calcilutitas. Tiende a distribuirse en franjas interrumpidas sobre los flancos de las sierras que se hallan al frente de la Sierra Madre Oriental.

Se depositó en un ambiente de borde de plataforma, su espesor varía desde unos centímetros hasta cerca de 30 m. Cubre concordantemente a la formación Tamaulipas superior y subyace a la formación San Felipe. Cabe mencionar que al depositarse esta Formación culmina el largo intervalo de depósitos predominantemente calcáreos de la Sierra Madre Oriental.

Formación San Felipe (Kcoc Lu-Cz). Unidad con alternancia de calizas y lutitas, hacia la cima las calizas se vuelven arcillosas y en algunos casos alternan con capas de margas, marcando su zona transicional con la formación Méndez. En su base está constituida por calizas ligeramente arcillosas, lutitas calcáreas y bentonita, aflora en la porción Suroeste del área de estudio, principalmente al Este de la Sierra de San Carlos al Oeste del municipio de Cruillas por el poblado El Mimbre y al Sur de Burgos en los alrededores de Palos Blancos.

Se depósito en un ambiente de mar abierto, sus espesores varían de 60 a 150 m. Sobreyace concordantemente y en forma transicional a la formación Agua Nueva y subyace de igual manera a la formaciones Méndez.

Formación Méndez (Kcm Lu-Mg). Secuencia de lutitas, lutitas calcáreas y margas calcáreas en estratos delgados y láminares alternando con capas de bentonita, presenta fractura concoidal y es deleznable, su principal afloramiento se observa entre los limites de Sierra de San Carlos y Llanuras de Coahuila y Nuevo León en el margen de los Municipios de Burgos y Cruillas por las localidades de San Juan y Chupaderos respectivamente, con espesores que varían entre 5 y 1,000 m.

Esta unidad se depositó en un ambiente marino profundo de aguas tranquilas, donde la sedimentación calcárea disminuye y se incrementa el aporte de materiales terrígenos. Descansa concordantemente sobre la formación San Felipe, y subyace de igual forma a la formación Velasco, ocasionalmente se encuentra cubierta por depósitos de aluvión y derrames basálticos.

Terciario

Formación Midway (Tpa Lu-Ar). Formada por sedimentos arcillo–arenosos, caliza microcristalina, arcillosa y fosilífera, con una arenisca sub-arcosa. Se trata de una secuencia rítmica de lutitas y areniscas calcáreas en estratos delgados con coquinas. Aflora al Oeste del Municipio de Burgos en la localidad de Francisco I. Madero.

Esta unidad se depositó en un medio que varía de litoral a nerítico volviéndose más profundo hacia el Oriente. Cubre discordantemente a la formación Méndez, su contacto superior es concordante y transicional con la formación Wilcox.

Formación Velasco (Tpae Ar-Lu-Mg). Está formada por areniscas interestratificadas con lutitas físiles cementadas por carbonato de calcio, presenta horizontes de bentonita intercalados con margas. Aflora al Sur del área de estudio al Centro Sur del Municipio de Cruillas por las localidades Soledad, Cieneguilas, Agua Negra, entre otros.

Sus sedimentos se depositaron en aguas moderadamente profundas, en estratos delgados y ondulantes, por su composición arcillosa se alteran fácilmente y forman suelos residuales, en algunos afloramientos se observa la alternancia de lutitas y areniscas calcáreas. Su espesor promedio es de 70m. Sobreyace concordantemente a la formación Méndez y se correlaciona en edad con la formación Wilcox.

Formación Wilcox (Tpae Ar-Lu). Secuencia rítmica de areniscas y lutitas, que se sitúa al Oeste de Burgos. Contiene horizontes de yeso y calizas de textura boundstone con material lignítico. Se trata de areniscas con micas arcillosas variando a una arenisca limolitica, presenta concreciones de sílice interestratificadas con lutita arenosa, de igual forma en ocasiones presenta horizontes de lutita plástica.

La unidad fue depositada en aguas litorales de alta energía, sus espesores varían entre de 150 a 250 m. Sobreyace concordantemente a la formación Midway, a la vez que subyace de la misma forma a la formación Carrizo.

Formación Carrizo (Te Ar). Está compuesta por areniscas masivas de estructura semicompacta, constituida por un conglomerado conformado por cuarzos, feldespatos, muscovitas y óxidos de fierro. Contiene algunas arcillas y en la parte superior estas reducen y aumentan las areniscas, presenta estratificación cruzada. Su afloramiento se ubica al Oeste de del Municipio de Burgos en las localidades de San Rafael, El Tabaco, La Esperanza, entre otros, con un espesor que varía entre 90 y 150 m.

Se considera que estos sedimentos fueron depositados por un sistema fluvial sobre una amplia planicie costera. Se encuentra subyaciendo concordante y transicionalmente a la formación Big Ford y sobreyace concordante a la formación Wilcox.

Formación Big Ford (Te Ar-Lm). Se encuentra constituida por una secuencia de areniscas, limolitas y lutitas, hacia su base predominan las areniscas en capas delgadas, en su parte media se observa estratificación cruzada, además presenta estructuras de tipo huellas de oleaje y pistas de gusano. En su parte superior las areniscas son de grano fino con horizontes de limolitas. La formación aflora al Oeste del Municipio de Burgos entre las localidades de Medina y El Pastor, con espesores que varían de 100 a 250 m.

Los sedimentos fueron depositados en un sistema deltáico en una facies lagunar. Sobreyace a la formación Carrizo y subyace a la formación Pico Clay ambas de manera transicional.

Formación Pico Clay (Te Lu). Secuencia de lutitas y areniscas con estratificación cruzada y marcas de oleaje, se encuentra en capas de 30 a 40 cm interestratificadas con lutitas láminares, en su parte superior se tiene una secuencia rítmica de lutitas con horizontes de limolitas y areniscas. Aflora al Noroeste de Burgos en los alrededores de las localidades de Las Flores, El Quiote, Benito Juárez entre otros.

La unidad indica que se formó a partir de depósitos deltáicos de facie lagunares y planicie de inundación. Sobreyace concordantemente a la formación Big Ford y subyace a la formación Laredo.

Formación Laredo (Te Lu-Ar). Se encuentra representada por una secuencia de areniscas y lutitas con estratificación cruzada, concreciones calcáreas, bioturbaciones, restos fósiles y madera petrificada. Aflora al Suroeste de Méndez en la cercanía de la localidad La Vaca, y al Noroeste de Burgos. Su espesor varía de 250 a 270 m, fue depositada en un ambiente litoral de alta energía. Subyace concordantemente a la formación Yegua y de igual manera sobreyace a la formación Pico Clay.

Formación Yegua (Te Ar-Y). Está compuesta por una secuencia de areniscas y lutitas carbonosas. Entre sus características principales destaca la presencia de estratificación cruzada, láminas de yeso, horizontes de coquina y nódulos de pirita. Aflora al Oeste del área de estudio al Suroeste de Méndez y al Noroeste de Burgos en las localidades La Rosita, Miradores y El Saucito. Su espesor varía entre 150 a 200 m. La unidad fue depositada en una planicie costera y barras costeras. Descansa concordantemente sobre los sedimentos de la formación Laredo y subyace a la formación Jackson.

Formación Jackson (Te Ar-Lu). Está compuesta por una serie de depósitos lagunares, costeros y marinos, con horizontes de arcillas tobáceas, fragmentos de carbón, madera petrificada y horizontes de ostreas. Las areniscas se encuentran en capas delgadas de 10 a 15 cm, presentan estructuras en forma de espirales y bioturbaciones. Aflora en forma de manchones formando una franja con rumbo preferente Noreste-Suroeste al Oeste de Burgos y Suroeste de Méndez, en las localidades de El Tabaco y La Polvadera respectivamente, entre otros poblados, con un espesor que varía entre los 1000 y 1500 m.

Fue depositada en un medio continental y litoral, dentro de un frente deltáico progresivo de alta energía con gran influencia marina en aguas someras. Sobreyace concordante y transicionalmente a la formación Yegua y subyace discordantemente por erosión a la formación Vicksburg.

Formación Vicksburg (To Ar-Lu). Secuencia rítmica de arenas y lutitas con abundancia de foraminíferos, se observan lechos de cenizas y microfósiles. Una de sus principales características es un horizonte arenoso que separa la unidad en dos miembros; uno superior depositado en aguas salobres y uno inferior en aguas marinas. La formación se distribuye al Centro-Norte de Burgos en los alrededores de las localidades El Divisadero, El Llano, La Loma (La Loma del Norte), sólo por mencionar unos, y al Suroeste de Méndez en localidades como Las Tazas y El Ebanito.

Los sedimentos de esta formación fueron depositados en un medio marino cercano a la línea de costa. Sobreyace concordantemente a la formación Jackson, de igual forma subyace a la formación Frío.

Formación Frío (To Lu-Ar). Secuencia de lutitas arcillosas con areniscas y algunos horizontes de bentonita, se encuentran cementados por carbonatos, con un espesor que varía entre 40 y 50 m. Aflora en las comunidades Paso del Norte, Dos de Abril al Norte del Municipio de Burgos, asimismo, en localidades como Los Ébanos, La Gloria, Dos arbolitos, entre otros, al Suroeste del municipio de Méndez.

Sobreyace concordantemente a la formación Vicksburg, a la vez que subyace discordantemente a la formación Norma.

Fue depositado en un ambiente caracterizado por transgresión del mar con vaivenes locales, después de este ocurrió el depósito de sedimentos subcontinentales de aguas someras y lacustres.

Conglomerado Norma (To Cgp). Se encuentra representada por un conglomerado constituido por clastos de calizas, areniscas, fragmentos de rocas ígneas y pedernal, de redondeado a subredondeados, con lentes alargados de areniscas arcillosas algo bentonìticas muy deleznable englobados en una matriz calcoarcillosa con espesor que varían entre 10 a 500 m; aflora en forma de manchones al Oeste del Municipio de Méndez. Indican que son depósitos continentales por procesos fluviales, que se depositaron en paleocanales de Ríos. Se correlaciona con la parte superior con la formación Frio.

Formación Palma Real (To Ar-Lu-Cgp). Secuencia de lutitas con intercalaciones de areniscas, éstas últimas se encuentran recristalizadas y con alto contenido de fósiles, formada por fragmentos de plagioclasa, cuarzo y pedernal con un cementante calcáreo. La unidad tiene un espesor promedio de 180 m, su afloramiento se encuentran en una franja paralela a la línea de costa, con dirección preferente Norte-Sur en el Municipio de Cruillas en los alrededores del poblado La Obrera. Su depósito ocurrió en un ambiente costero de aguas someras con un aporte de material volcánico evidenciado por la presencia de tobas. Se correlaciona con la formación Frío.

Se trata de una unidad representada por procesos fluviales que generaron paleocanales. La unidad se encuentra sobreyaciendo discordantemente a la formación Frió, a la vez que está cubierta por la formación Catahoula.

Formación Mesón (To Ar-Lu-Lm). Está compuesta por lutitas y margas arenosas que subyacen una arenisca calcárea, en la parte superior contiene una coquina en una matriz calcárea. Destaca su distribución sobre una franja paralela a la línea de costa, sobre el Municipio de Cruillas, con un espesor promedio de 140 m. Esta unidad se desarrolló en una zona sublitoral interna y externa de aguas tropicales. Descansa concordantemente sobre la formación Palma Real, se correlaciona en edad con las formaciones Palma Real y Norma.

Diorita-Sienita (To D-Si). Rocas de textura porfídica (diorita y sienita), de grano grueso con fenocristales de plagioclasa, feldespato, ferromagnesianos y biotita. Forma parte de la Provincia Alcalina Mexicana Oriental, la cual a su vez está integrada en el cinturón de cuerpos intrusivos y extrusivos con dirección preferencial Noroeste-Sureste. Esta litología se encuentra en pequeñas áreas al Centro de Cruillas y al Centro y Oeste de Burgos en la localidad González (Pato) y cerca de Santa María de los Valles. Generalmente es afectado por diques de composición variada, de tipo lamprófidos, aplíticos, dioríticdos, entre otros.

Granodiorita-Monzonita (To(?) Gd-Mz). Corresponde a granodiorita con diferenciaciones a monzonita, textura porfídica con fenocristales de plagioclasa, feldespato y fuerte presencia de minerales ferromagnesianos. La unidad representa una intrusión posterior al emplazamiento que dio origen a la Sierra de San Carlos. Aflora al Oeste del municipio de Cruillas.

Sienita (To(?) Si). Pórfido de sienita color gris oscuro, de textura fanerítica, esta compuesta por minerales como son labradorita, (augita, augita disposidica) hornblenda, biotita, entre otros. La relación estratigráfica que guarda esta roca es cortante y a veces se comporta como sills, de acuerdo con lo anterior se encuentra intrusionando a las areniscas y lutitas de la formación Pico Clay, habiendo en el contacto entre estas dos unidades una zona de hornfels. La roca aflora al Noroeste de Burgos. El origen de esta roca corresponde a un ambiente ígneo intrusivo, posiblemente asociado a los plutones granodioríticos-graníticos del segundo cinturón de intrusivos del Estado de Coahuila, emplazados durante el Cretácico-Eoceno.

Formación Catahoula (Tom Ar-Lu). Consiste en una interestratificación de lutitas, areniscas, horizontes de tobas y algunos lentes conglomeráticos con forma de paleocanales. Hacia su parte inferior predominan lutitas y limolitas, las areniscas tienen concreciones férricas, en la parte media se presentan horizontes de tobas y hacia la parte superior se vuelve más arcillosa, su espesor varía de 80 a 130 m.

Se observa en una franja orientada Noroeste Sureste en la cual inicia al Noroeste del Municipio de Cruillas hasta en Noroeste de Méndez, intersectando al Municipio de Burgos, se le puede encontrar en las localidades La Soledad de los Reyes, Los Rodríguez y El Betel. Esta unidad fue depositada a lo largo de una zona costera de aguas poco profundas y se correlaciona con la formación Oakville-Lagarto.

Formación Oackville - Lagarto (Tm Ar-Cgp). Secuencia sedimentaria constituida por depósitos de arenas, gravas y arcillas, contiene gran cantidad de calcita, fragmentos de cuarzo y conchas. Presenta estratificación cruzada además de horizontes de conglomerados polimícticos. Aflora sobre una franja orientada al Noroeste-Sureste, en la cual abarca gran parte de área del Municipio de San Carlos por lo cual se puede observar en los poblados La joya, Miguel Hidalgo, Nuevo Emilio Portes Gil, asimismo, abarca una porción del Municipio de Cruillas, se puede encontrar en el poblado La Unión y una pequeña parte al Oeste de Burgos, también abarca gran parte del Municipio de Méndez por lo que aflora en el poblado de Emilio Portes Gil (San Felipe) entre otras localidades. Su espesor promedio se estima en 80m.

Se depositó en un medio deltaico en facies continentales litorales y lagunares con influencia volcánica por la presencia de algunos piroclastos. Sobreyace concordante a la formación Catahoula y discordante a la formación Mesón, está cubierta discordantemente por las formaciones Reynosa y Providencia.

Basalto (Tm B). Se trata de un basalto compacto y denso, el cual se presenta en forma de derrames, lajas, etc., su estructura es fluidal con fractura irregular, presenta textura afanítica a porfídica, con fenocristales de plagioclasa, se observan pequeñas amígdalas y cristales de olivino. La roca se presenta cloritizada y hematizada. El afloramiento se localiza en una pequeña área al Suroeste del Municipio de Cruillas y en tres áreas que presenta una alineación con dirección Noroeste-Sureste al Oeste del municipio de Burgos cerca a las localidades como La Paz, Lucero y el Sarnoso.

Formación La Providencia, Caliza – Travertino (Tm (?)pl Cz-Tr). Se compone de caliza con travertino, resultado de la disolución del carbonato de calcio. Su espesor es superior a 150 m, aflora en dos pequeñas zonas al Suroeste del Municipio de Burgos, una se encuentra en la localidad de El Lucero, también aflora en pequeñas porciones al Oeste del municipio Cruillas se puede observar en la localidad El Mimbre.

Conglomerado Reynosa (Tpl Cgp). Se encuentra constituida por sedimentos continentales con granulometrías que varían de gravas a arcillas, son fragmentos de calizas, areniscas, pedernal, rocas ígneas, etc., englobados en una matriz arcillosa y cementados por carbonatos, sus espesores varían de 10 a 30 m. Se distribuye ampliamente en el Municipios de Méndez aflorando en las localidades Miguel Hidalgo, Polvorín Santa Isabel, Santa Julia, La Sierrita, Loma La Garceña, entre otros, en Burgos se sitúan en las localidades como El Milagro, Juan José Flores Treviño, El Llano, sólo por mencionar algunos, así también en el Municipio de Cruillas en San Isidro, Santa Teresa, San Javier, Chupaderos, Soledad, El Quemado, entre otras localidades, y por último se distribuye en diversas áreas al Oeste del Municipio de San Fernando como en las localidades de Fuerte de los Ébanos, Santa Catalina Numero Dos, El Paredeño, San Francisco, Santa Julia, Nuevo San Francisco, Los Cabrera, El Canelito, entre otros.

Su depósito se efectuó en un medio continental donde Ríos y Arroyos acarrearon los sedimentos hacia las partes bajas dando origen a grandes abanicos deltaicos. Tiende a formar mesetas aisladas sobreyaciendo en forma discordante a las formaciones Méndez, Agua Nueva y San Felipe, así como la mayor parte de las unidades terciarias.

Cuaternario

Basalto (Qpt B). Lava basáltica fisural, densa, compacta, de textura afanítica, con minerales de plagioclasa, olivino y ferromagnesianos. Se observa formando bloques, mesetas y coronando casquetes. Aflora en cuatro pequeñas áreas alineadas con un rumbo Noreste-sureoeste al Sur de la zona de estudio, entre los límites de los Municipios de Cruillas y San Fernando, en Este último aflora en la localidad Loma Prieta (La Cueva). La unidad tiende a formar pequeñas estructuras circulares.

Arenisca (Qpt Ar). Areniscas constituidas por fragmentos de plagioclasa, cuarzo, calcita y yeso, con presencia de fósiles. La unidad generalmente está cubierta por arenas que constituyen el depósito litoral, presenta estratificación cruzada y bioturbaciones. El ambiente de depósito corresponde a un medio sedimentario de litoral. Aflora en forma de una pequeña franja paralela a la costa en el poblado de Punta de Alambre al Sureste del Municipio de San Fernando.

Aluvión (Qhoal). Esta unidad está representada por clastos de diferentes granulometrías, desde arcillas a cantos de hasta 20 cm. Se distribuye en grandes zonas en el Municipio de San Fernando por los poblados de Palo Sólo, Los Vergeles, San Antonio, La Loma, Palo Blanco, La Carretera Uno, Guadalupe Victoria (El Norteño) entre otras localidades, así también aflora en el Municipio de Méndez por las comunidades como San Lorenzo de Cárdenas González, La Purísima, Pedro José Méndez, Luis Echeverría Álvarez, Comas Altas, entre otros, y en la zona Noroeste del Municipio de Burgos por los poblados Cándido Aguilar y El Divisadero, entre localidades, principalmente sobre las márgenes de Arroyos y en las zonas de planicies, básicamente es producto de la desintegración de rocas preexistentes, principalmente calizas e ígneas.

Sedimentos lacustres (Qhola). Se trata de una intercalación de limos, arenas y arcillas que ocasionalmente presenta horizontes yesíferos. Estos depósitos se ubican paralelamente a la línea de costa en el Municipio de San Fernando en cual se encuentra limitando a la Laguna Madre aflorando en los poblados como General Francisco J. Mújica (La Poza), La Media Luna, El Barranco del Tío Blas (El Barrancón), así como al Sureste en las localidades de El Huizache, Santa Rosa, Rogelio Galván, entre otras.

Depósitos eólicos (Qhoeo). Constituidos por arenas finas compuestas principalmente por fragmentos de conchas, plagioclasa, pedernal, cuarzo, etc. Los sedimentos están depositados en un ambiente de alta energía, formando dunas paralelas a la línea de costa con alturas que varían de 2 a 4 m y generalmente se encuentran cubiertos por vegetación halófita. Dichos sedimentos se mezclan con los arcillo-limosos de la laguna, formando estructuras sedimentarias tales como estratificación cruzada, gradual, de corte y relleno, se encuentran acumulados principalmente a lo largo de la línea costera del Municipio de San Fernando.

Litoral (Qholi). Unidad compuesta por depósitos de arenas con fragmentos de conchas, varían de litarenitas feldespáticas a sublitarenitas bien clasificadas y de tamaño grueso. Las estructuras sedimentarias que presentan son características de ambientes de alta energía que imperan en la playa, donde el viento es el medio dominante. Estos materiales se depositan prácticamente a lo largo de toda la línea de costa del Municipio de San Fernando.

V.6.b. Geología Estructural

La superficie que cubre el Estado de Tamaulipas ha sido afectada por diversos procesos tectónicos, gran parte de la morfología actual es el resultado de la Orogenia Laramide, ocurrida durante finales del Cretácico e inicios del Terciario, dando como resultado el levantamiento y plegamiento de grandes depósitos de rocas sedimentarias, así como un proceso de fallamiento y fracturas con orientaciones preferente Norte-Sur, generando a su vez bloques y fosas donde posteriormente fueron depositados rellenos sedimentarios.

Con base cartografía geológica con que se dispone y que se integra el presente Atlas de Riesgo, así como las cartas Geológico-Mineras de Matamoros, Río Bravo y Linares en escala 1:250,000 se tiene que para los Municipios Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, los rasgos característicos como la Sierra de San Carlos correspondientes a la cuenca de Tampico Mizantla, y llanuras que corresponde a la cuenca de Burgos. En la Figura 8 se observan las distribuciones de las distintas estructuras geológicas.

Para lo que respecta a la Sierra de San Carlos se observan anticlinales de tipo domino alargado, afectadas por una serie de intrusiones terciaras, que originaron una serie de estructuras de menor magnitud con orientaciones de Este–Oeste. Los sedimentos terciarios marinos, presentan un echado regional hacia el Este e infiriéndose que conforman cortas estructuras anticlinales, las cuales presentan por lo general una orientación similar a la sierra de San Carlos.

Las estructuras geológicas que presenta la región de estudio, son fracturas ubicadas al Centro y Suroeste, y fallas de tipo normal que se sitúan al Suroeste, esta última se asocia a deformación frágil debido a los procesos tectónicos distensivos postlaramídicos, a consecuencia de la deformación se crearon las fallas como El Milagro, Los Reyes, El Japón, La Soledad, San Juan, Palos Blancos y El Mulato, que presentan diferentes orientaciones variables.

La Falla El Milagro se localiza al Suroeste de la región, al Suroeste de Cruillas en la localidad del mismo nombre con orientación NW 20º SE con una flexión en la parte Sur de la falla, en donde al dirección es de NW 56º SE, con buzamiento al NE su traza tiene una longitud aproximada de 14 Km. afectando a la formación Tamaulipas superior.

La Falla Los Reyes se encuentra a 8 Km al Este de Cruillas cerca a la localidad Soledad de los Reyes, forma parte de un sistema escalonado junto con las fallas La Soledad y El Japón, con dirección de WN 20º SE con buzamiento al SW de longitud aproximada de 15 Km afectando a la formación Reynosa.

Falla El Japón se ubica al Oriente del Municipio de Cruillas a 12 Km de dicha población, cerca a la localidad con el mismo nombre, la secuencia de la falla presenta una dirección de NW 20º SE con buzamiento al SW con una longitud de 10 Km, intersectando a la formación Reynosa.

Falla Soledad se localiza al Noroeste del municipio del párrafo anterior, en las localidades El Texanito y Cuatro Milpas, presenta una dirección NW 20º SE con buzamiento al SW de longitud 10 Km., la cual afecta a la formación Oackville-Lagarto.

Falla San Juan se encuentra al Sur de Méndez en los límites con el Municipio de Burgos por la localidad del mismo nombre, la estructura tiene una dirección de NW 20º SE de longitud aproximada de 8 Km que buza al SW afectando a rocas de la formación Reynosa.

Falla Palos Blancos se sitúa al Oeste de la región de estudio y al Suroeste del Municipio de Burgos pasando por las localidades Palos Blancos y Santa Lucinda (La Presita) atravesando la porción Noroeste de la Sierra de San Carlos; junto con la falla El Mulato forman un sistema escalonado presentando deflexiones donde sus trazas se consideran de dirección NW 10º SE y buzamiento al NE.

Falla Mulato se localiza paralela superior a la falla Palos Blancos al Poniente del Municipio de Burgos por las localidades El Chapopote, San Juan y Mackena pasando por la parte baja de la Sierra de San Carlos afectando a la formación San Felipe.

Por otra parte, también se observaron grupos de fracturas con un rumbo preferencial sensiblemente E-W, NE-SW y NW-SE ubicadas al Suroeste del Municipio de San Fernando cerca a las localidades de San Vicente, El Tesoro, Nuevo San Fernando, El Ebanito, Las Antenas, Los Ocotillos, El Paredeño; asimismo en los alrededores del Municipio de Cruillas por las localidades de la Libertad, Rancho Viejo, El Mexicano, El Milagro de los Reyes, El Coyote; y en el Municipio de Burgos en las inmediaciones de las localidades como El Rincón del Alto (El Alto), La Noria Gomeño, La Paz y El Charco.

Las estructuras geológicas como anticlinal y sinclinal de tipo normal, diques y dolinas se ubican al Suroeste de la zona de estudio, la primera se localiza en Burgos cerca a la comunidad El Veintiséis de Mayo, presenta una dirección NE-SW con una longitud aproximada de 5 Km y otra ubicada al Suroeste del mismo municipio, al Sur de la localidad Potrero de la Sierra a unos 3 Km de dicho poblado, se sitúa el anticlinal normal que presenta dirección preferencial de EW con una longitud de 7 Km, siguiendo al Sur de dicho poblado (Potrero de la Sierra), a una distancia aproximada de 5 Km, se localiza un sinclinal normal con dirección EW en la cual sobre ella se forma algunas dolinas de diámetro variable entre 400 a 700 metros, situadas sobre la formación San Felipe.

Al Suroeste de Burgos, al Sur de la localidad Las Flores se ubican dos diques, la primera se sitúa una a un kilómetro del poblado y la segunda a tres kilómetros, ambas presentan una orientación EW con longitud aproximada de 3.7 Km, en la cual se encuentra atravesando respectivamente a las formaciones Midway y San Felipe, por otro lado al Sureste del mismo municipio entre las localidades de San Andrés y Santa Lucinda (La Presita), se ubican en forma paralela dos diques en dirección NE-SW con extensión promedio de 3 Km que cruzan a la formación.

Las principales dolinas se encuentran al Suroeste de Burgos al Sur de la localidad Potrero de la Sierra, presentan un amplitud promedio entre 400 y 700 metros situados en la formación San Felipe.

El sistema de drenaje en la región es de tipo dendrítico, paralelo y subparalelo con lineamientos asociados a las fallas y fracturas, así como la presencia de diferentes unidades geológicas que indican cambios litológicos.

V.6.a. Tectónica

El Estado de Tamaulipas ha sufrido los efectos de varias orogenias. Inicialmente la Orogenia Apalachiana forma pilares y fosas, las cuales favorecen el depósito de sedimentos arcillo arenosos de la formación Huizachal. En seguida la Orogenia Palizada se manifestó a fines del Triásico, originando fosas que prevalecieron hasta el Jurásico temprano, donde se desarrollaron mares someros provenientes del Océano Pacífico. Posteriormente se registra la presencia de la Orogenia Nevadiana, manifestándose con basculamientos que levantan grandes porciones de sedimentos marinos que posteriormente son erosionados. Por último, la Orogenia Laramide da origen a los pliegues de la Sierra Madre Oriental y al levantamiento de las Sierras de Tamaulipas y San Carlos, cabe mencionar que esta orogenia está asociada a las principales estructuras y rasgos morfológicos actuales.

La región comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se sitúan dentro de las cuencas Tampico Mizantla y Burgos, la tectónica dentro del área de estudio está reflejada por varios eventos, durante el desarrollo de la cuenca Tampico Mizantla se depositaron sedimentos característicos de mares transgresivos que inundaron las tierras emergidas, desarrollándose plataformas y cuencas, donde se depositaron secuencias calcáreas las cuales constituyen las rocas más antiguas que afloran en el área y se ubican en la región Sur de los Municipios de Burgos y Méndez. Hacia el Cretácico superior la actividad volcánica que marca el inicio de la Orogenia Laramídica, se denota en los sedimentos depositados por medio de niveles bentoníticos, en la cuenca se forman las unidades Agua Nueva, San Felipe y Méndez. Esta secuencia de rocas calcáreo-terrígenas fue plegada y deformada durante la Orogenia Laramide dando origen a la Sierra de San Carlos.

La sedimentación en la cuenca de Burgos durante el Terciario se dio bajo un régimen de margen pasiva con relación directa de la apertura del la dorsal del Atlántico activa desde el Jurásico, continuando hasta el momento su evolución, lo que dio origen a un complejo patrón de depósitos sedimentarios desde el Paleoceno hasta reciente, mismos que afloran en los Municipios de Méndez y San Fernando y gran parte de Burgos y Cruillas. Contemporáneo a esta depositación, particularmente en el Mioceno, una actividad ígnea, se manifiesta con el emplazamiento de cuerpos intrusivos y derrames basálticos que se observan en los alrededores de Sierra de San Carlos, continuando el aporte a las cuencas en subsidencia (Tampico-Mizantla y Burgos).

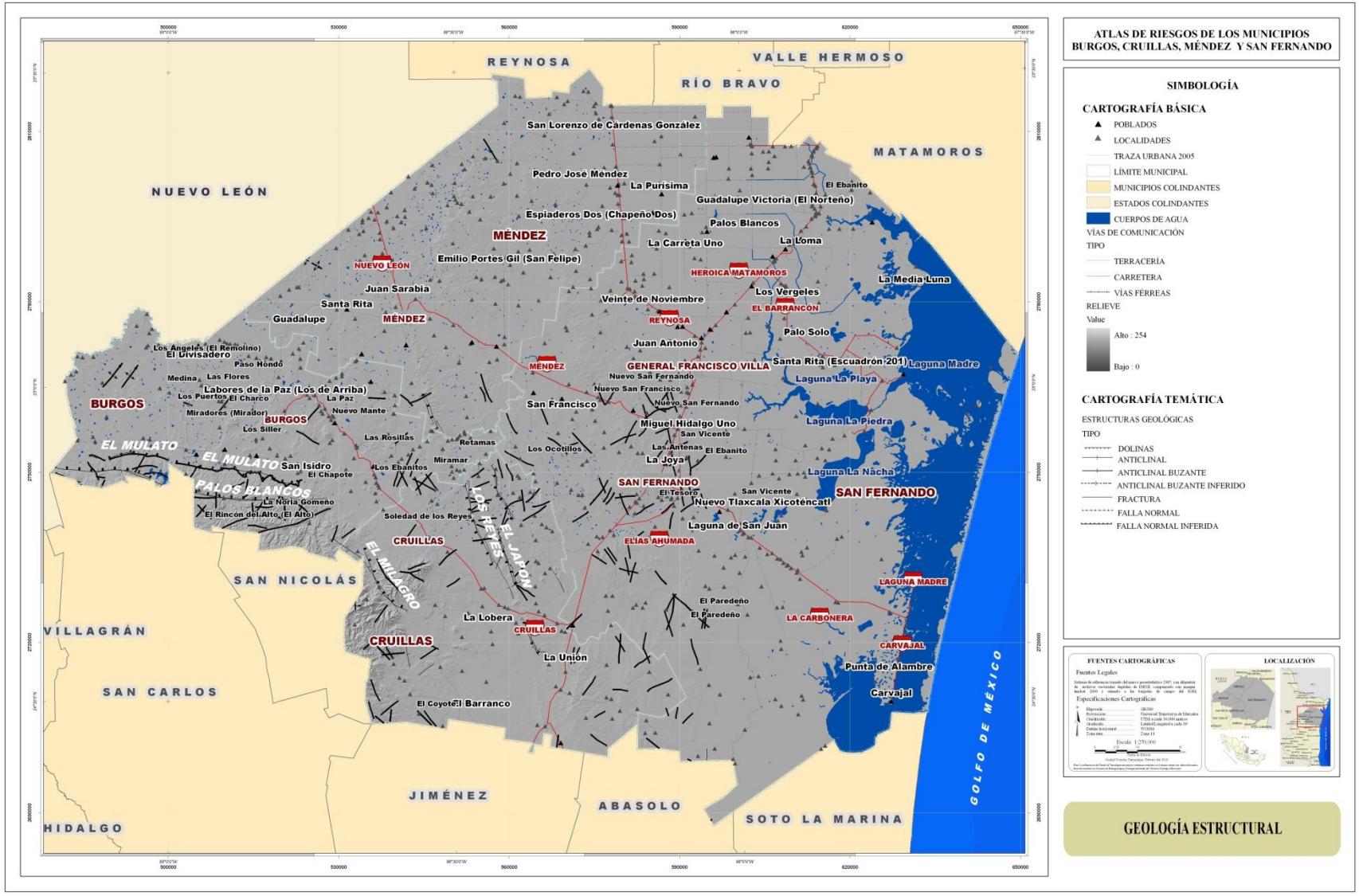


Figura 8. Estructuras geológicas dentro de los cuatro Municipios que conforman la zona de estudio

VI. **RIESGOS GEOLÓGICOS**

VI.1. Metodología

La metodología utilizada para el estudio de los Peligros Geológicos está dividida en tres fases: la primera fase comprende trabajos de gabinete preliminares (recopilación, revisión y clasificación de la información existente, elección de escala de trabajo, delimitación de la zona de estudio; interpretación de fotos aéreas y preparación de mapas base.

La segunda fase, consiste en el inventario de lugares afectados por peligros geológicos, mediante el uso de fichas de campo generadas por el SGM, donde se acopian una serie de observaciones y datos geológicos, estructurales y geotécnicos.

Finalmente en la tercera fase Con los datos obtenidos, tanto en campo como en gabinete, se procede a la organización e integración de la información, digitalización de mapas, creación de tablas y base de datos que son utilizados para la preparación, desarrollo y análisis del Sistemas de Información Geográfica (SIG), a partir del cual se determinan las zonas de peligros geológicos.

Como apoyo para determinar la zonificación, se tomaron en cuenta los parámetros de pendientes, altura de las estructuras, litología, vegetación y aspectos estructurales a los cuales según la metodología de CENAPRED se les asignó un valor. Esta información como ya se menciono antes, es vaciada al SIG para obtener modelos de áreas susceptibles a algún peligro que junto con la información de las AGEBS permiten obtener los diferentes niveles de riesgos y valor de infraestructura expuesta.

VI.1.a. Peligro

VI.1.a.1. Remoción de Masas

Los procesos de remoción en masa son todos aquellos movimientos de materiales térreos, que pueden ser roca o suelos, pendiente abajo a través de la acción directa de la gravedad (CENAPRED, 2006).

De acuerdo a CENAPRED (2006a) existen varios tipos de inestabilidades que pueden afectar una ladera, entre los más comunes se encuentran: caídos o derrumbes, deslizamientos, flujos, expansiones laterales y movimientos complejos.

La metodología empleada para delimitar zonas que pudieran representar peligro por Remoción de Masas incluye una etapa donde se programan trabajos de prospección de campo a sitios previamente establecidos, de acuerdo al análisis de información disponible, tales como cartas topográficas de INEGI 1:50 000 e información Geológica-Estructural (Servicio Geológico Mexicano, escalas 1:250 000 y 1:500 000), en cada uno de ellos se verifican los rasgos característicos de las estructuras geológicas, litología, condiciones del relieve y tipo de inestabilidad. La información recabada en campo se plasma en fichas técnicas, las cuales se emplean como fundamento en la elaboración del presente trabajo.

Los datos estructurales compilados mediante el levantamiento de puntos de verificación en campo, incluyeron el azimut de la dirección de inclinación máxima del plano, así como su ángulo de inclinación. Dado que el comportamiento del macizo rocoso es también influenciado por las condiciones de las discontinuidades (fallas, fracturas, etc.), en el formato de la ficha de campo se incluyeron parámetros tales como la longitud, espaciamiento, apertura, rugosidad de las superficies, alteraciones y/o material de relleno si está presente, los cuáles contribuyen a aumentar o bien a decrecer la resistencia al corte de las discontinuidades.

El análisis e interpretación de la información recabada en campo, así como en gabinete, permitieron, con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la generación de mapas temáticos de los factores que influyen en la inestabilidad de laderas, esto con el objetivo de contar con

mapas de susceptibilidad a los procesos de remoción de masas, que a su vez sirvan como base para las primeras etapas de planeación y desarrollo de una metodología (Figura 9).

Para la evaluación de los peligros por Procesos de Remoción de Masas (PRM) se tomaron y adaptaron algunos de los criterios postulados por CENAPRED (2006a), en la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos".

La metodología es de naturaleza cualitativa y empírica, asimismo a cada parámetro involucrado se le asigna un valor que estará en función de su influencia en la generación de inestabilidad de laderas.

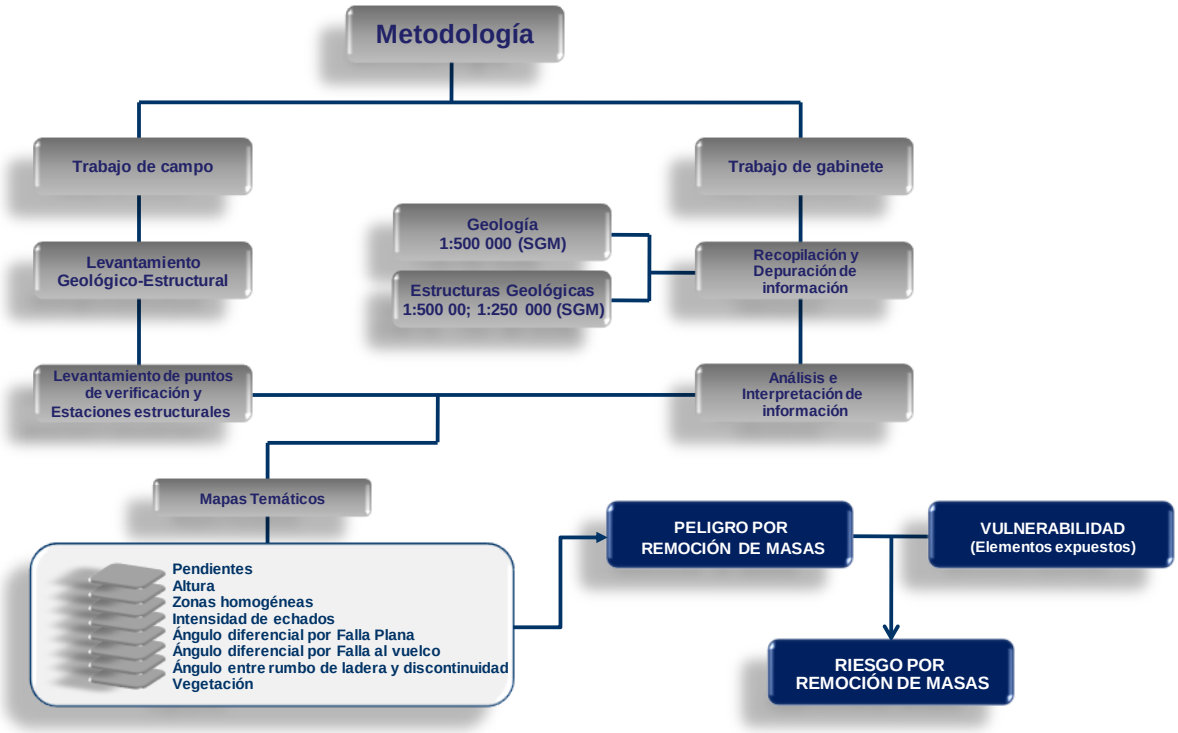


Figura 9. Diagrama conceptual de la Metodología por Peligros Geológicos.

Factores que Determinan la Inestabilidad de Laderas

Existe una gran variedad de factores que afectan la estabilidad de una ladera, en términos generales se dividen en internos y externos, los primeros están directamente relacionados con el origen y las propiedades del material que forma la ladera; mientras que los segundos son aquellos que perturban su estabilidad, ya sean fenómenos naturales: lluvias intensas, sismos, actividad volcánica, o actividades antropogénicas.

Un factor importante para la generación de movimientos en masa es la pendiente, generalmente las zonas con pendientes más pronunciadas tienen mayor probabilidad de que ocurran procesos de remoción; mientras que en zonas con pendientes suaves tienen una menor probabilidad de ocurrencia; sin embargo, esta variable no es una condicionante, pues deben incluirse otros factores como son: altura de las estructuras, tipo de roca, características estructurales de la ladera y vegetación.

Con el fin de facilitar la interpretación de la influencia de las distintas unidades geológicas en los procesos de remoción, fue conveniente agruparlas por zonas homogéneas, esto es la conjunción de unidades litológicas con comportamiento geomecánico similar. Las rocas sedimentarias, debido a su característica principal que es la estratificación, son las que presentan más sistemas de discontinuidad y por lo tanto son las más susceptibles a mecanismos de inestabilidad. Así mismo el arreglo geométrico entre las discontinuidades presentes en el talud o ladera determina el tipo de inestabilidad que se puede

presentar en un lugar determinado, por lo que es de suma importancia la relación del sistema discontinuidad-talud ó ladera.

El ángulo diferencial es la relación angular existente entre la pendiente natural del terreno o en su caso la inclinación del talud, con respecto a la inclinación de la discontinuidad principal, dependiendo de este valor así como del ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud, se conocerá el arreglo geométrico de la ladera.

El último factor involucrado en este proceso de estimación del peligro por inestabilidad de laderas es la vegetación, una zona con vegetación densa contribuye a una mejor estabilidad de la ladera, debido a que sus raíces actúan como anclas al macizo rocoso, además evita la erosión de los materiales que forman la misma ladera, por lo que una zona deforestada aunada a la combinación de los demás factores involucrados es más propensa a sufrir inestabilidad.

Para generar el mapa de susceptibilidad es necesario realizar la sobreposición de mapas temáticos de los factores involucrados en los movimientos de laderas, que para este caso son:

- Pendiente
- Altura
- Tipo de roca
- Características estructurales del sistema Ladera-discontinuidad
- Vegetación

A continuación se describen brevemente cada uno de los mapas temáticos involucrados en la determinación del mapa de susceptibilidad por remoción de masas:

Pendientes

El mapa de pendientes se elaboró con base al modelo digital de elevación del Estado de Tamaulipas, con curvas de nivel en zonas planas a cada 10 m y en zonas serranas a cada 20 m, proporcionadas por INEGI (2005c), posteriormente se reclasificó asignando los rangos manejados por CENAPRED (2006a) en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos” que se muestran en la Tabla 12.

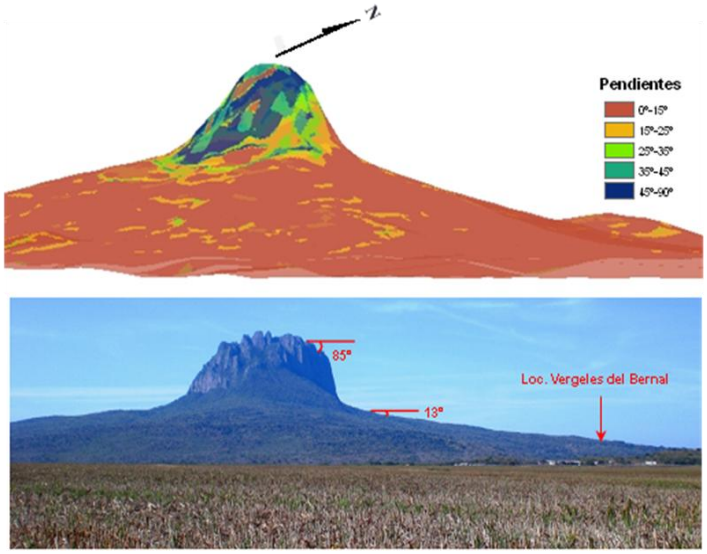


Figura 10. Representación de las pendientes en el Cerro del Bernal.

Lo anterior se ejemplifica mediante un modelo en 3D del Cerro del Bernal (Figura 10), donde se tienen pendientes suaves en su base (menores a 20°) y pendientes abruptas en la cima (mayores a 80°).

Altura

En este caso se considera como la diferencia existente entre la altura máxima y mínima de la estructura que se analiza y la zona del valle. El objetivo es identificar la relación entre la altura de la ladera e inestabilidad de la misma; lo que permitirá cuantificar el volumen de material con posibilidad de deslizamiento.

Para obtener la altura real de las laderas con respecto al nivel topográfico, se elabora el plano de diferencia de alturas, el cual se obtuvo mediante el plano de curvas de nivel (INEGI, 2005c) restando la cota más alta con respecto a la cota más baja que se tiene en el área (Figura 11).

Esto permite zonificar en rangos establecidos según la metodología a seguir en cada trabajo, para este caso se tomó en cuenta los establecidos en la Guía metodológica de (2006a), la cual maneja rangos de alturas menores a 50 m, de 50 a 100 m, de 100 a 200 m y mayores a 200 m, siendo este ultimo el de mayor valor en el análisis.

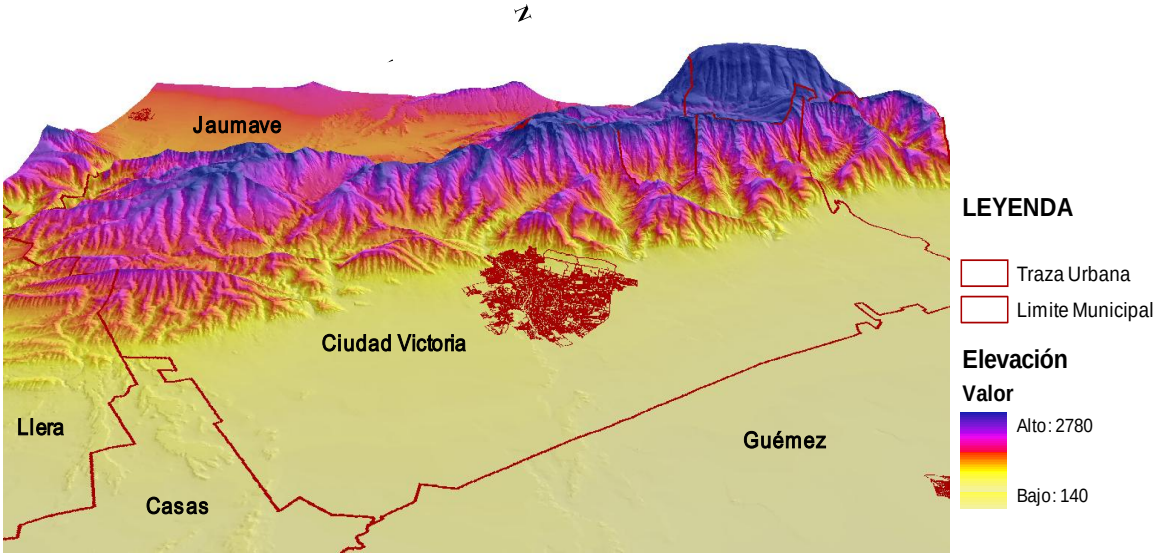


Figura 11. Modelado de La Sierra Madre Oriental en el Municipio de Ciudad Victoria.

Tipo de Roca

La importancia de contar con una carta Geológica radica en conocer y definir qué tipo de material es el más susceptible a sufrir inestabilidad, en conjunto con la combinación de los demás parámetros involucrados, ya que el comportamiento geológico determina la potencialidad de movimientos en los diferentes tipos de materiales rocosos y suelos.

El Estado de Tamaulipas se observa gran diversidad de unidades litológicas, afloran desde rocas metamórficas, sedimentarias, así como ígneas intrusivas y extrusivas, formando un total de 58 unidades geológicas, por lo que resulta complejo el análisis de cada una, por lo cual fueron agrupadas en zonas homogéneas según sus propiedades geomecánicas y litología (Figura 12). En este caso parte de los datos obtenidos de Armas (2004), quien realizó una carta de zonas homogéneas en el Valle del Huizachal, así como de datos de la resistencia a la compresión simple de las rocas (González *et al.*, 2002) permitieron agrupar las unidades de la siguiente manera:

- Zona I Suelos.- Material fácil de erosionar, inestable, en algunas ocasiones los fragmentos no están bien soportados y al entrar en contacto con el agua, ya sea producto de precipitación o por alguna

causa antropogénica, la cohesión entre sus partículas decrece, aumentando así su potencialidad a colapsar.

- Zona II Rocas Clásticas.- Están compuestas de intercalaciones ó bancos de conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, en estratos laminares a medianos. Corresponden a macizos de baja a media calidad en cuanto a resistencia se refiere, cabe señalar que están expuestas a procesos de secado y humedecimiento, lo cual provoca que sean altamente erosionables y susceptibles a fallar.

- Zona III Calizas con intercalaciones.- Generalmente presentan una estratificación delgada a media con intercalaciones de otro material como lutitas, arcillas y bandas de pedernal. La combinación de diferentes tipos de litologías puede crear inestabilidad ya que el macizo rocoso no se comporta de manera homogénea. En sí, los bancos de caliza presentan una calidad media a buena, mientras que las intercalaciones son fácilmente intemperizables, produciendo mecanismos de descalce. En el caso donde se tienen intercalaciones de material arcilloso, y dependiendo de la disposición geométrica del macizo, estos pueden actuar como superficies de despegue para el deslizamiento a favor de los planos de discontinuidad.

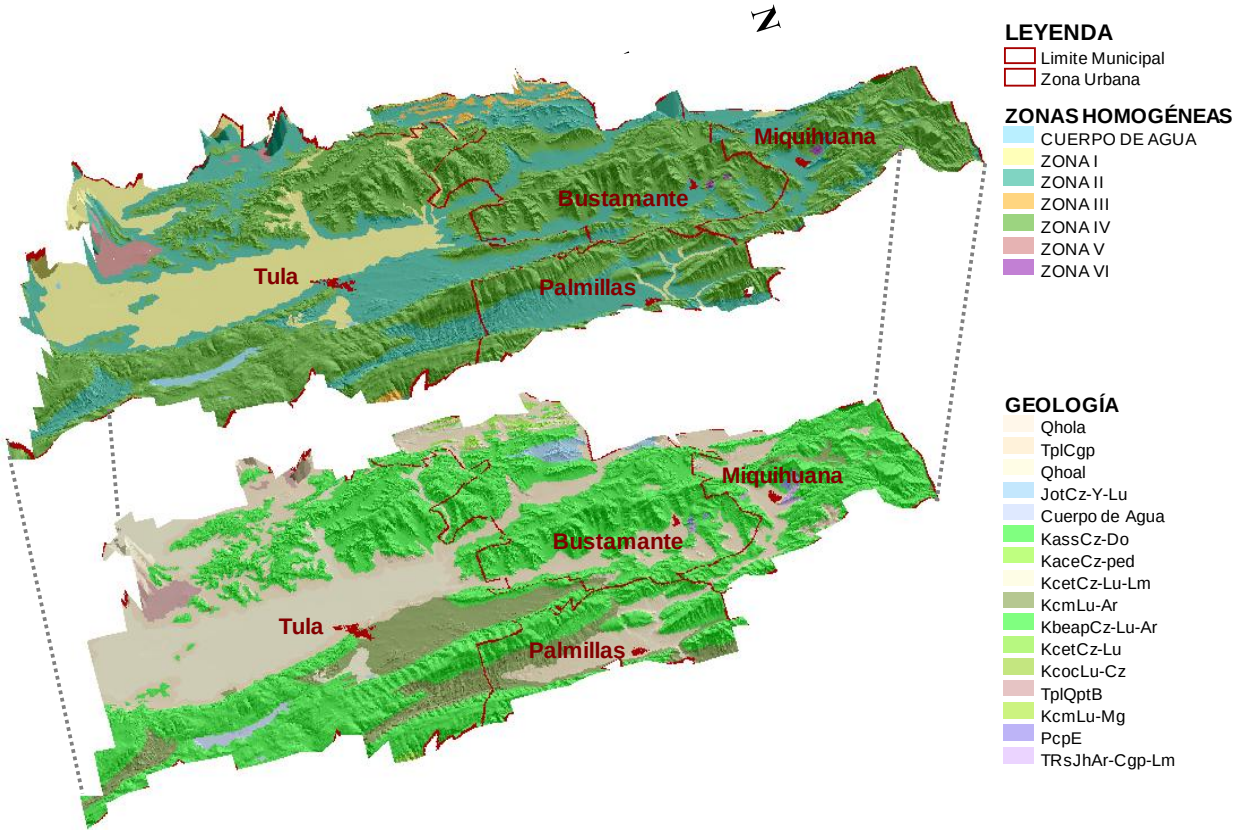


Figura 12. Delimitación de Zonas Homogéneas.

- Zona IV Calizas masivas.- Normalmente afloran en estratos gruesos a masivos con pequeñas intercalaciones de arcillas. Algunas de estas Formaciones presentan carsticidad y estructuras estilolíticas. Generalmente presentan pocas familias de fracturas y tienen una resistencia a la compresión simple alta, es decir, soportan esfuerzos de rotura por agentes externos.

- Zona V Rocas Ígneas.- Este tipo de rocas no presentan planos de estratificación, pero están expuestas al diaclasamiento y a la meteorización. Por lo general presentan una resistencia alta cuando se analiza un macizo de roca sana, pero esta resistencia va a depender del grado de alteración que presente este tipo de rocas.

- Zona VI Rocas Metamórficas.- En el área afloran 2 tipos de rocas metamórficas de características geomecánicas diferentes, el gneis en estado sano, que es más estable, a diferencia del esquisto, sin embargo dependerá del grado de alteración que esté presente. Estas unidades afloran en una porción muy pequeña en los Cañones del Novillo y Peregrina por lo que se agruparon en una sola zona, pero sin dejar de lado las condiciones en que estas rocas se presenten.

Cada una de estas zonas tiene un valor atendiendo al grado de influencia que tiene la litología en el análisis de estabilidad en una zona en particular.

Características Estructurales del Sistema Ladera-Discontinuidad

Cuando se estudia el fenómeno de remoción de masas resulta importante conocer el comportamiento de una ladera, esto con base en las relaciones geométricas que guardan entre sí, la ladera o talud y la discontinuidad principal, la cuál puede ser la estratificación, fallas ó fracturas, ya que esta relación define el tipo de mecanismo de inestabilidad que se presentara en el caso que exista algún tipo de peligro.

Conocer estas características es de utilidad al momento de prever la posibilidad de falla de una ladera o bien, al momento de definir el tipo de medida de remediación o mitigación. Cabe mencionar que de entre los datos más importantes destaca la diferencia angular existente entre el echado de la discontinuidad principal, en este caso la estratificación, y la inclinación del talud o pendiente de la ladera se le conoce como ángulo diferencial (Figura 13).

Figura 13. Relación entre el echado de las discontinuidades y la inclinación de la ladera.

En la Figura anterior se muestra un valor resultante de ángulo diferencial positivo y otro negativo, cabe mencionar que cada uno de ellos atiende a ciertas condiciones estructurales. Esto significa que si el echado de la discontinuidad es mayor que el echado de la ladera, entonces se habla de un ángulo diferencial positivo que es aplicable para el mecanismo de inestabilidad por falla plana; por el contrario, si la pendiente sobrepasa el echado de la discontinuidad, el ángulo diferencial resultante será negativo, entonces se tendrán condiciones favorables al volteo.

Las fallas tipo planas ocurren a lo largo de una superficie preexistente, esta puede ser sedimentaria como la estratificación ó tectónica como una falla o diaclasa, por lo cual se analizan como un problema en dos dimensiones. Para el análisis de este mecanismo entre más se acerque el valor del ángulo diferencial a los 90º, el bloque será más estable que si se acerca a 0º; es decir, si el ángulo diferencial es de 0º, el talud o la ladera tenderán a ser estables porque no habrá ninguna diferencia angular. Una de las condiciones para que este movimiento sea genere es que el plano de la discontinuidad buze a favor de la cara del talud o a favor de la pendiente. En este caso el mapa de ángulo diferencial por falla plana resulta de la resta del mapa de inclinación de los echados y el mapa de pendientes.

Las fallas al vuelco ocurren en macizos de roca fracturados en bloques a favor de sistemas de discontinuidades ortogonales entre sí, las cuales presentan un buzamiento contrario a la inclinación del talud y con un rumbo aproximadamente paralelo a la superficie del mismo. En este tipo de falla la columna de roca puede rotar sobre un punto base localizado en la esquina inferior del bloque. Para que ocurra un desprendimiento por volteo es necesario que la discontinuidad buze en contra a la pendiente, en este caso estos valores resultantes del ángulo diferencial que más se acerquen a los 0º representaran casos inestables, por el contrario entre mayor sea el valor del ángulo, el macizo rocoso tendera a recuperar estabilidad. El mapa de ángulo diferencial por vuelco resulta de la suma del mapa de inclinación de los echados y el mapa de pendientes.

Para el caso de rocas ígneas y metamórficas donde no se presentan planos de discontinuidad bien definidos, como la estratificación, se tomaran en cuenta las diaclasas o bien los planos de esquistosidad, según se presente una superficie bien definida. En el caso de que se encuentren altamente fracturadas y tengan aspecto caótico por lo que no sea posible tomar datos estructurales de las discontinuidades. En este caso se dará un mayor peso al grado de alteración de la roca.

Otro factor a considerar es el ángulo entre rumbos, es decir la relación angular existente entre la dirección de buzamiento de la ladera y la dirección de buzamiento de la estratificación. Para la evaluación de este ángulo es necesario agrupar los valores azimutales de las direcciones de buzamiento de la ladera (mapa de aspecto) y la estratificación (mapa de rumbo del echado) en intervalos de 45º, por lo que se obtienen ocho direcciones preferenciales que pueden ser comparadas entre sí con la finalidad de conocer su influencia en la generación de inestabilidad (Tabla 11).

Una vez comparada la relación entre las variables anteriores, los resultados se presentan las siguientes formas:

- Paralelos a favor.- la ladera y los estratos se inclinan en la misma dirección y sin diferencia angular.
- Oblicuos a favor.- ambos elementos buzan con direcciones a 45° entre sí.
- Perpendiculares.- situación en la que existe un ángulo horizontal de 90° entre ambos
- Oblicuos en contra.- la diferencia angular de dirección de buzamiento es de 135°.
- Paralelos en contra, donde la diferencia de direcciones de buzamiento es de 180°.

Para el desprendimiento por falla plana, tanto la ladera como la discontinuidad, deben inclinarse hacia la misma dirección, es decir que estas direcciones de buzamiento sean paralelas u oblicuas entre sí, (Figura 14), mientras que para el desprendimiento por volteo, la dirección de buzamiento entre ambas, la discontinuidad y la ladera, debe ser opuesta, esto es, paralelo en contra, oblicuo en contra o perpendicular (SGM-IPN-ITESM-UANL, 2009).

Tabla 11. Reclasificación de los mapas de rumbo del echado y aspecto.

AZIMUTH	RUMBO	VALOR
0-22.5	Norte	1
22.5-67.5	Noreste	2
67.5-112.5	Este	3
112.5-157.5	Sureste	4
157.5-202.5	Sur	5
202.5-247.5	Suroeste	6
247.5-292.5	Oeste	7
292.5-337.5	Noroeste	8
337.5-360	Norte	1

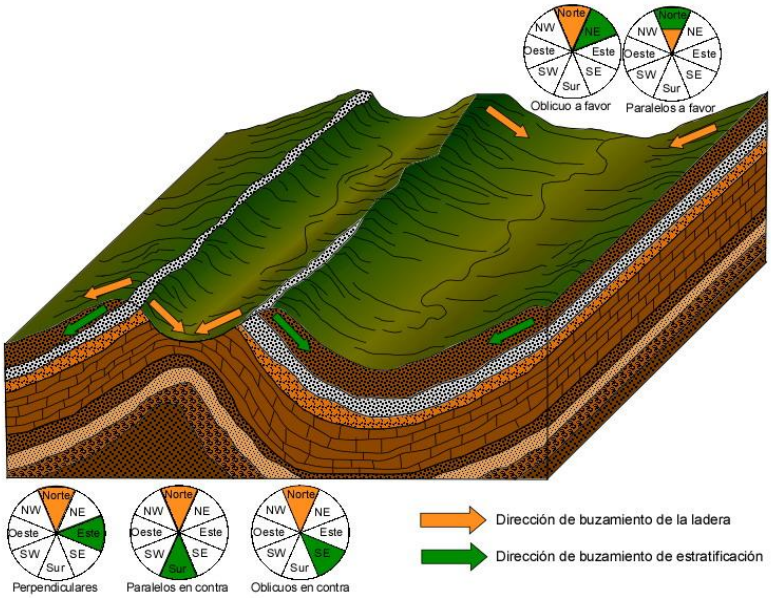


Figura 14. Relación angular entre las direcciones de buzamiento de ladera y de estratificación.

Vegetación

El objetivo de conocer la distribución de la vegetación es definir las áreas que presenten una cobertura vegetal considerada, adicionalmente deben incluirse las áreas expuestas o desprovistas de vegetación. La vegetación juega un papel importante en la zonificación debido a que cumple dos funciones principales, por un lado tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces (Suárez, 1998).

El contar con una vegetación densa contribuye a regular las infiltraciones, y posteriormente gracias a su capacidad de evapotranspiración actúa como secador del suelo. Otro efecto positivo de la vegetación es que sus raíces actúan como anclajes, entre más profundas sean sus raíces el efecto será mejor ya que reforzaran la ladera al unir materiales inestables a otros más estables, sin embargo, sí estas son cortas existe la posibilidad de se movilicen junto con el material más superficial ya que no estarán sujetas al macizo rocoso (Figura 15).

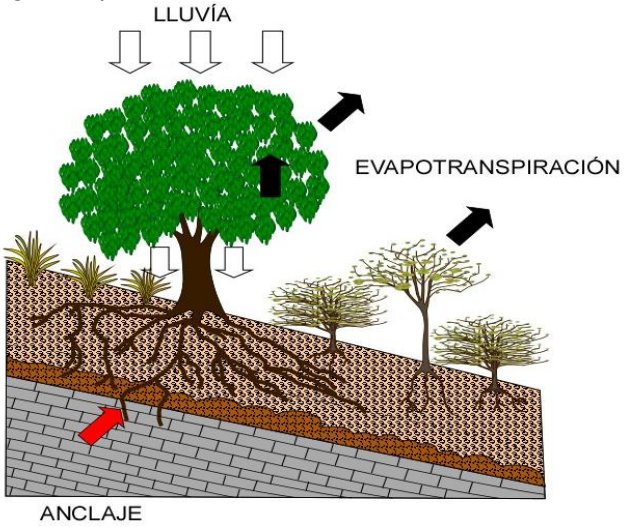


Figura 15. Efectos de la vegetación sobre la inestabilidad de una ladera (Suárez, 1998).

La mayor importancia de la vegetación radica en que actúa como controlador de la erosión, por el contrario la ausencia de vegetación complica la estabilidad de una ladera ya que la hace más propensa a la erosión y más susceptible a sufrir procesos de remoción en masas, de ahí la importancia de cartografiar zonas deforestadas.

Para el presente trabajo se tomó como base la información de vegetación y uso de suelo de INEGI (2005c), a su vez esta se reclasificó con los valores asignados para este rubro según la Tabla 12 y se realizó el Plano de Vegetación (Figura 16).

En la Figura 16 se muestra un ejemplo de una zona donde el tipo de vegetación fue procesada y reclasificada, así como una fotografía de la misma zona mostrando el uso de suelo de una manera general. En este caso a la cobertura vegetal se le asigna un valor con base a la clasificación de CENAPRED (2006a). A fin de consultar con mayor detalle la distribución de vegetación en el Estado se recomienda al lector consultar el apartado V.5.

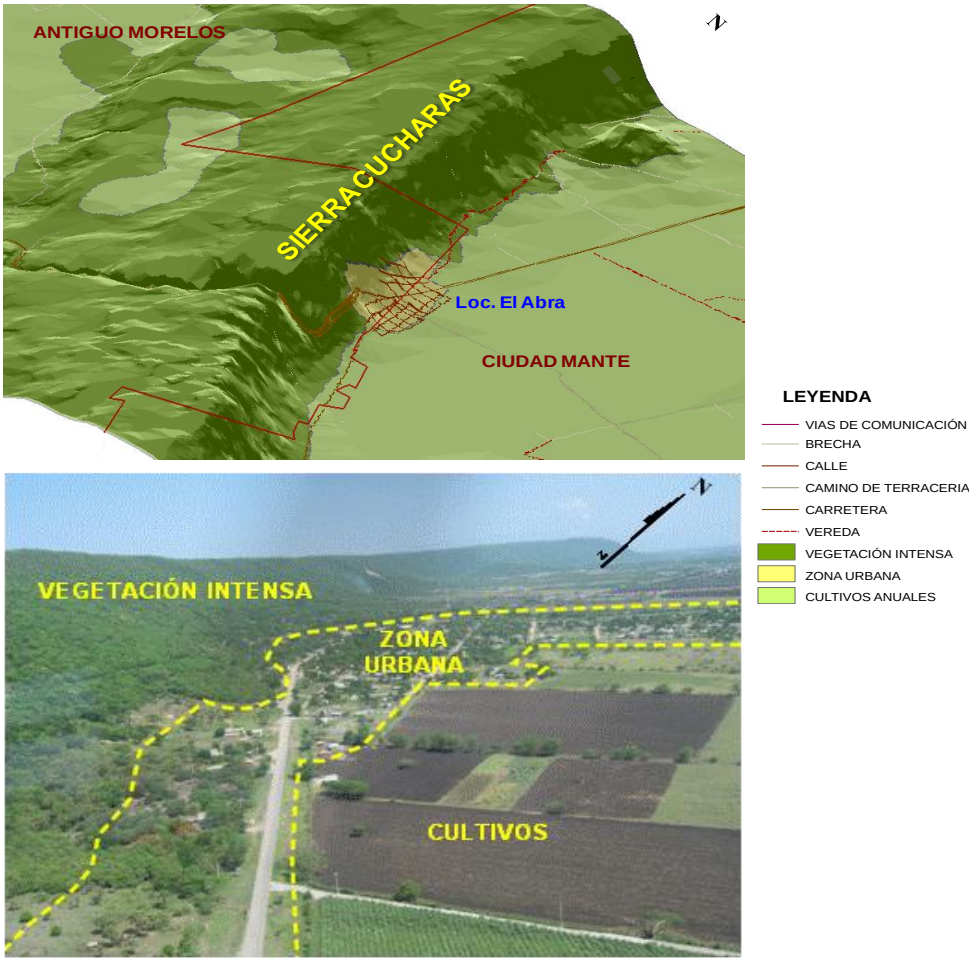


Figura 16. Representación gráfica de los tipos de vegetación y uso de suelo.

Cada uno de los factores antes descritos comprende un rubro dentro del formato para la estimación de peligro de deslizamientos de laderas (Tabla 12) marcado por CENAPRED (2006a). Cabe señalar que la Tabla 12 se ha modificado y adaptado a las condiciones presentes en la región a evaluar y a la disposición de información con la que se cuenta, esta modificación arrojó la necesidad de asignar nuevos valores a cada rubro sin alterar sus resultados, por lo que fue necesario hacer una reclasificación y multiplicar cada valor por un numero entero, en este caso el 10. Por otro lado se agregaron factores que se considera tienen relevancia en la generación de inestabilidad. A cada uno de los parámetros

involucrados le fue asignado un valor numérico con base al grado de influencia que ejerce cada uno en la generación de procesos de remoción de masas.

Tabla 12. Formato para la estimación del peligro de deslizamiento de laderas. Modificado de CENAPRED (2006a).

FACTORES TOPOGRAFICOS				
Factor	**Intervalos o categorías**		**Atributo relativo**	**Reclasificación**
Pendientes	Más de 45º		2.0	20
	35º a 45º		1.8	18
	25º a 35º		1.4	14
	15º a 25º		1.0	10
	Menos de 15º		0.5	5
Altura	Menos de 50 m		0.6	6
	50 a 100 m		1.2	12
	100 a 200 m		1.6	16
	Más de 200 m		2.0	20
FACTORES GEOTECNICOS				
Tipos de Suelos o Rocas	Rocas Metamórficas	Multiplicar por 2 a 4 Según Grado de Meteorización	0.6	6
	Rocas Ígneas		0.8	8
	Rocas Sedimentarias (Masivas)	Multiplicar por 1.2 a 1.5 Según Grado de Meteorización	2.7	27
	Intercalaciones		2.4	24
	Rocas Clásticas		2.2	22
	Suelos	Multiplicar de 1.2 a 1.5 Según Grado de Meteorización	1.2	12
Aspectos Estructurales en Formaciones Rocosas	Echado de la Discontinuidad	Menos de 15º	0.1	1
		15º a 25º	0.2	2
		25º a 35º	0.3	3
		35º a 45º	0.5	5
		Más de 45º	0.7	7
	Ángulo Diferencial	**Falla Plana** / **Falla por Volteo**		
		(0) a (-15º) / 0º a 15º	1.0	10
		(-15º) a (-30º) / 15º a 30º	0.8	8
		(-30º) a (-45) / 30º a 45º	0.7	7
		(-45) a (-60) / 45º a 60º	0.5	5
		(-60) a (-90) / 60º a 90º	0.3	3
	Ángulo entre el Rumbo de las Discontinuidades y el Rumbo de la Dirección del Talud	**Falla Plana**		
		Paralelos a Favor	0.6	6
		Oblicuos a Favor	0.4	4
		Falla por Volteo		
		Paralelos en Contra	0.5	5
		Oblicuos en Contra	0.3	3
		Perpendiculares	0.2	2
FACTORES AMBIENTALES				
Vegetación y Uso de Suelo	Zona Urbana		2.0	20
	Cultivos Anuales		1.5	15
	Vegetación Intensa		0.0	0
	Rocas con Raíces de Arbustos en sus Fracturas		2.0	20
	Vegetación Moderada		0.8	8
	Área Deforestada		2.0	20
			SUMATORIA	*

* El resultado dependerá de la combinación de factores que reflejen la condición actual del área de estudio.

Este análisis de susceptibilidad requiere de la modelación de interacciones entre los factores descritos en la Tabla 12.

El uso de los sistemas de información geográfica resulta una herramienta muy útil para generar estos modelos ya que por medio de ellos se puede zonificar una determinada área como susceptible, debido a que permite el almacenamiento y manipulación de la información referente a los diferentes factores que intervienen en un análisis como capas de datos. El procesamiento de la información contenida en el presente Atlas se llevó a cabo con ayuda del Software Arc Map versión 9.3, cabe señalar que se requirió hacer una reclasificación de los valores asignados a cada factor para su procesamiento.

La sobreposición de los mapas temáticos arroja valores según la sumatoria de los rubros, cuyos resultados fueron reclasificados por medio de quiebres naturales tomando en cuenta cinco grados de peligro según CENAPRED (2006a); muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Esto es, que en el caso de un escenario de peligro muy alto significa que la mayoría de los parámetros arrojó resultados elevados, lo que se traduciría a pensar en una zona que presentara elevaciones considerables con pendientes arriba de los 45º, desprovista de vegetación, cuya litología y arreglo estructural favorezca a la ocurrencia de un tipo de inestabilidad ya sea por falla plana, en cuña o volteo.

Cabe señalar que en esta clasificación no se han tomado en cuenta los factores externos lo que conlleva a que si la ladera cae dentro de un rango de peligro alto con la influencia de estos agentes desestabilizadores en el caso de algún evento extraordinario puede alcanzar un peligro muy alto.

VI.1.a.2. Fallas y Fracturas

Una falla es una discontinuidad que involucra un desplazamiento debido a fuerzas estructurales que superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano. El movimiento causante de la dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas

Las fallas se clasifican en tres tipos en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques:

- **Falla inversa**. Este tipo de fallas se genera por compresión (Figura 17A). El bloque del techo se encuentra sobre el bloque del piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento inferior a 45º, estas toman el nombre de cabalgamiento.

- **Falla normal**. Se generan por tracción (Figura 17B). El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de piso.

- **Falla de desgarre o Transversal**. Son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal (Figura 17C). Son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: derechas e izquierdas, también se les conoce como fallas transversales o de rumbo.

La fractura se entiende como la ruptura sobre una unidad litológica por influencia de esfuerzos estructurales, sin implicar un desplazamiento entre sus bloques. Las fracturas aparecen generalmente en grupos denominados sistemas.

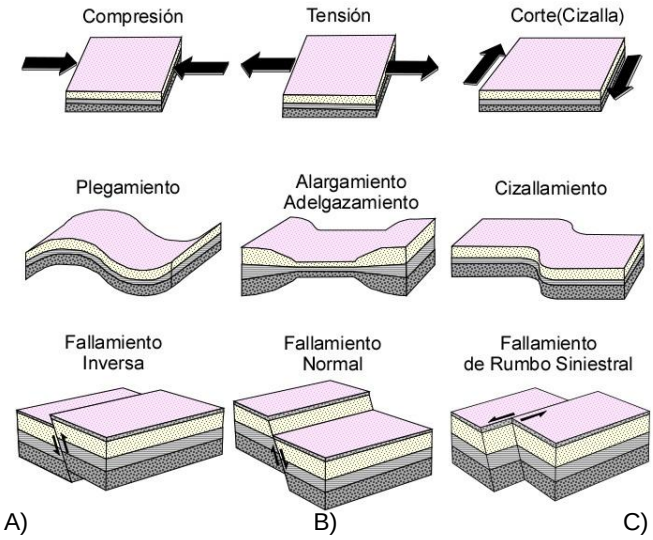


Figura 17. Tipos de fallas geológicas

En la Figura 18 se muestra un diagrama que simplifica la metodología que se utilizó para la elaboración del mapa de intensidad de fracturamiento, el cual es el resultado de la integración de los rasgos estructurales obtenidos a partir de la información de las cartas Geológico-Mineras del Estado de Tamaulipas (SGM, 2006), de la interpretación de lineamientos estructurales y los datos del levantamiento en campo. Una vez recopilada la información, se generó un mapa con la ubicación de las principales fallas y fracturas, asignando un radio de afectación de 20 m en el caso de las fracturas y 50 m en el caso de las fallas, estas distancias para ambos lados a partir de la línea de su traza.

De esta manera, en las zonas en las que coincidan dos o más rasgos estructurales habrá mayor intensidad de fracturamiento y fallamiento, lo que se traduciría a tener una mayor probabilidad de que se genere inestabilidad de los macizos rocosos o bien que estas lleguen a afectar infraestructura como vías de comunicación, ductos, zonas urbanas, etc.

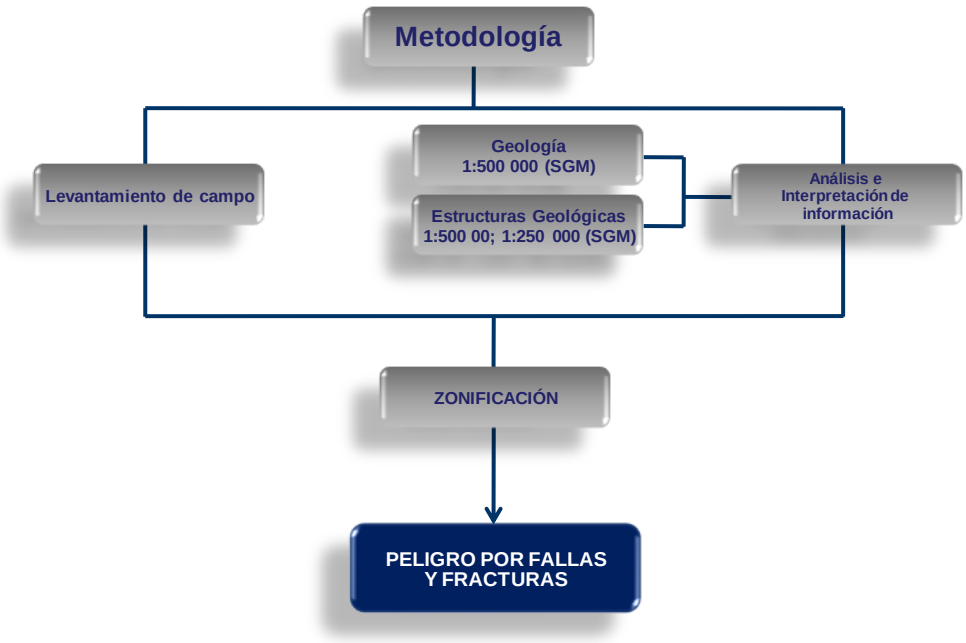


Figura 18. Metodología empleada para el estudio de peligro por de fallas y fracturas.

VI.1.a.3. Hundimientos

Los hundimientos son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Estos procesos se caracterizan por ser movimientos repentinos y de componente vertical. Generalmente se encuentran asociados a procesos de disolución en rocas carbonatadas y evaporíticas, pudiendo también generarse por actividades antrópicas.

El resultado en superficie de los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, las cuales son depresiones de forma más o menos circular, cuyos diámetros y profundidades son variables. Existen dos tipos de dolinas, las originadas por disolución y las de hundimiento. Las primeras son consecuencia de una perdida lenta y paulatina de material disuelto por las aguas pluviales que se encharcan y luego se infiltran, lo que da como resultado morfológico dolinas con paredes mas tendidas y suaves; mientras que las segundas se forman al desplomarse el techo de alguna cavidad cárstica, generalmente se trata de un movimiento repentino, donde la morfología característica de este tipo de dolinas son sus paredes escarpadas (Figura 19).

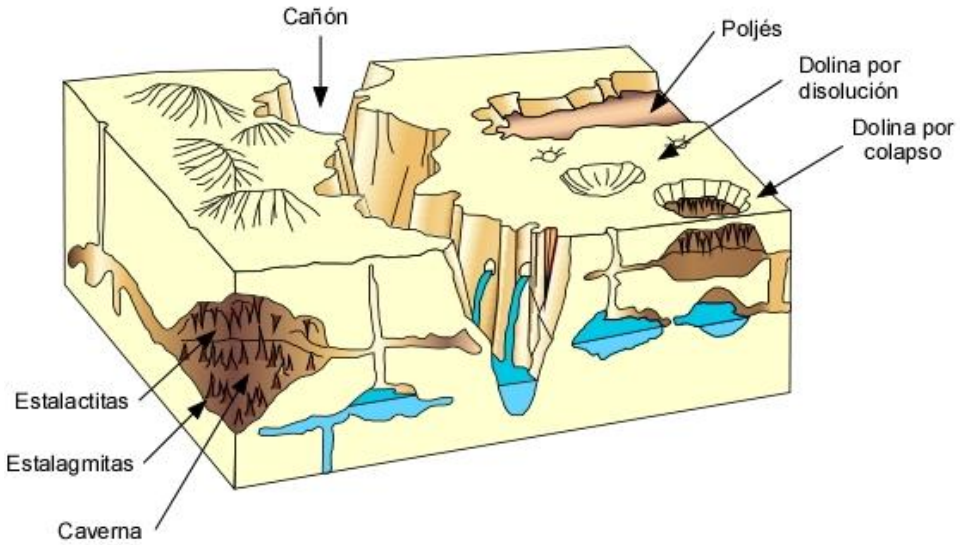


Figura 19. Tipos de estructuras cársticas.

En el caso de hundimientos generados por dolinas, no existe una metodología desarrollada o validada por CENAPRED, por lo cual la metodología aquí empleada se generó específicamente para el desarrollo del presente Atlas de Riesgo.

La zonificación por hundimientos se realizó en dos fases, la primera consistió en trabajo de interpretación en gabinete, delimitando estructuras de depresión obtenidas de las cartas Geológico-Mineras esc. 1:250 000 (1996,1998,1999 y 2004) y 1:500 000 (2006), editadas por el SGM, así como de las cartas topográficas esc. 1:50 000 de INEGI (2005c). El diagrama que se observa en la Figura 20 representa la metodología empleada para establecer el Riesgo por Hundimientos.

Dado que no se contó con información suficiente que llevara la delimitación a detalle de zonas de peligro por dolinas, y a partir de la escala en la que se desarrolla el presente trabajo, se determinó un radio de afectación de 300 m, los cuales se dividieron en 3 diferentes grados de peligro a partir del borde de la dolina.

Al primer radio de influencia catalogado como peligro alto se le asignó un valor de 50 m, para los siguientes dos rangos de peligro (medio y bajo), se agregaron 50 m a cada uno, dando por resultado un radio de influencia de 100 y 150 m (Tabla 13).

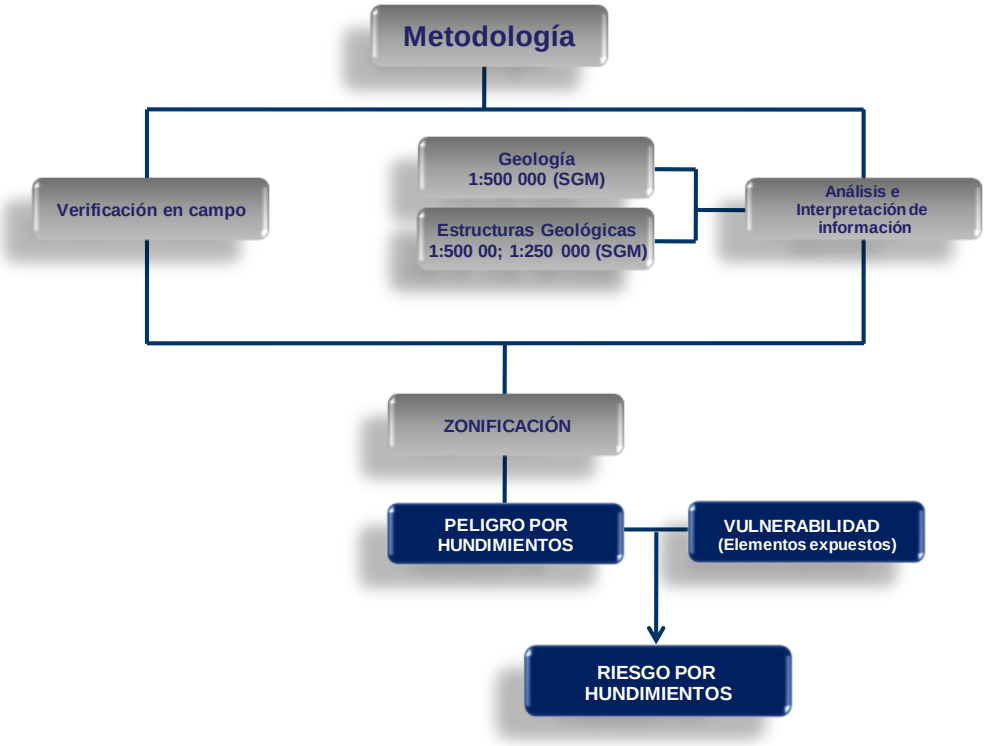


Figura 20. Metodología para determinar Riesgo por Hundimientos.

Tabla 13. Delimitación de radios de afectación por peligros por Hundimientos.

PELIGRO	ZONIFICACIÓN
Muy Alto	Superficie de la Dolina
Alto	50 m
Medio	100 m
Bajo	150 m

VI.1.b. Vulnerabilidad

Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas (CENAPRED, 2006b). El análisis de vulnerabilidad requiere de un conocimiento detallado de la densidad de población, infraestructura y los efectos de un determinado fenómeno sobre estos elementos en riesgo (Suárez, 1998).

Una vez que se determina el grado de peligro o bien la amenaza de un fenómeno perturbador, se calcula la vulnerabilidad con base a los elementos expuestos en determinada área (Figura 21). A fin de lograr lo anterior se le asignó un valor a cada poblado y manzana con base a la tipología de vivienda (Modificado de CENAPRED, 2006), el valor corresponde al costo unitario de vivienda, por lo que se multiplicara el número de casas que hay en una localidad o zona urbana por el costo unitario del tipo de vivienda que se tenga en esa área determinada, además en base al nivel de peligro en el que se encuentre la obra de infraestructura se le asignara un índice de vulnerabilidad que va de 0 a 1, donde 1 representa la pérdida total. Para conocer más detalles de la tipología de vivienda empleada en el presente trabajo, así como los costos unitarios es recomendable consultar la Tabla 2 en el apartado IV.2 (Metodología General).

El resultado de este proceso es el costo por infraestructura expuesta, es decir el valor total de perdida expresado en pesos ante un evento catastrófico. Esta herramienta es de gran utilidad al momento estimar los recursos que deberían ser destinados a la zona afectada.

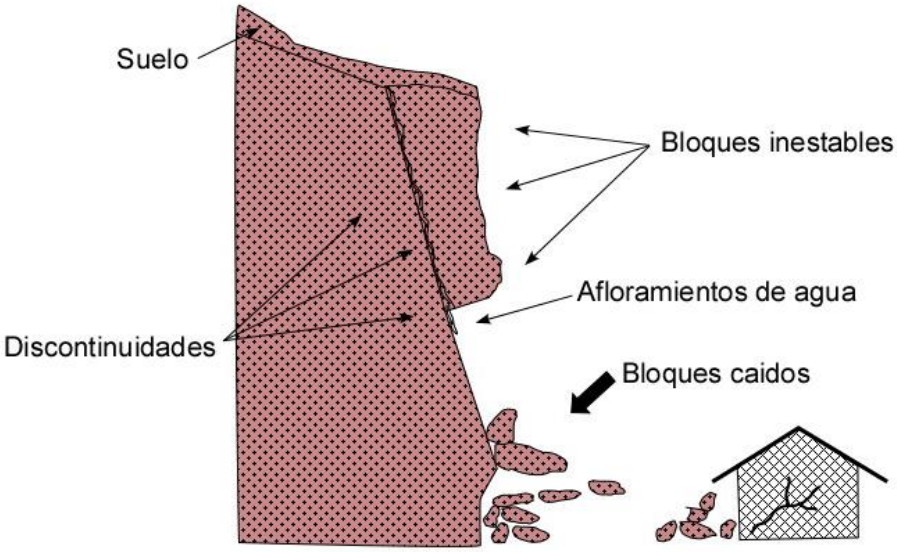


Figura 21. Esquema de un escenario donde se presenta Peligro por caída de bloques y los elementos expuestos.

VI.1.c. Riesgo

Se entiende por Riesgo la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores (CENAPRED, 2006a).

El riesgo puede establecerse de forma cuantitativa y cualitativa, para este estudio se trabajó de forma cualitativa mediante el uso de una matriz de Peligro y Vulnerabilidad (DINAPRE, 2006), la cual involucra las variables ya antes mencionadas (apartado IV.2). Esta matriz se basa en la combinación e interacción de estas dos variables según los tipos de escenarios que se presenten, es decir si se tiene un peligro alto y una vulnerabilidad muy alta, el Riesgo (R) será muy alto (apartado IV.3).

La importancia de contar con un mapa de Riesgo es identificar las zonas en donde, para un fenómeno con intensidad dada, las consecuencias del daño sean máximas, medias o mínimas (CENAPRED, 2006a). Así como contar con una herramienta que permita mejorar la toma de decisiones en relación con planes de desarrollo urbano, ya sea para reubicar localidades en riesgo o bien en las primeras etapas de obras de infraestructura.

VI.2. Análisis de Susceptibilidad a los Procesos de Remoción de Masa

La inestabilidad de laderas se presenta frecuentemente en zonas donde se tiene un relieve accidentado. Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando en su mayoría se caracterizan por la presencia de extensas planicies interrumpidas por algunos lomeríos de pendientes que oscilan entre los 10º y 30º.

Los Municipios de Méndez y San Fernando, se ubican sobre una llanura de la cual sobresalen lomeríos como Loma Taurino Aguirre, Loma San Juan y la Sierra Panoramas en el primero, mientras que en San Fernando se ubican mesetas constituidas de material conglomerático. Fuera de estos rasgos orográficos, la zona se ubica en una planicie donde predominan las pendientes suaves, menores a cinco grados, lo anterior debido a la influencia de la planicie costera.

La parte Sur del área de estudio, específicamente los Municipios de Burgos y Cruillas, presenta manifestaciones de lomeríos de elevaciones considerables y más frecuentes, cuyas pendientes sobrepasan los 45º, por lo que son las zonas más susceptibles a la generación de Procesos de Remoción de Masas (PRM).

Según el Modelo Digital de Elevación las elevaciones máximas para el área son de 1,040 msnm y se ubican en lo que constituye la Sierra de San Carlos dentro de los Municipios de Burgos y Cruillas, mientras que para la parte Norte los lomeríos más significativos alcanzan elevaciones de 270 msnm y se ubican en el municipio de Méndez en la denominada loma San Juan (Figura 22).

Durante la prospección de campo en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se identificaron fenómenos de remoción de masas, entre los más comunes se observaron las caídas de bloques y deslizamientos, estos últimos asociados a la erosión fluvial y debido a la litología del material circundante.

De acuerdo a la metodología empleada por CENAPRED (2006a), en su Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales, se tomó una serie de factores que contribuyen a la generación de los procesos de remoción en masa, mismos que se mencionan a detalle en el apartado de Metodología. La combinación de estos factores tanto topográficos, geotécnicos y morfológicos da como resultado cinco niveles de peligro, los cuales están en función de la suma del factor asignado a cada variable

En caso de tener una zona de peligro alto significa que esta presentará las condiciones más críticas para que se suscite un fenómeno asociado a remoción de masas, por el contrario un peligro muy bajo se considera cuando se tienen situaciones que favorecen a la estabilidad, por lo que las probabilidades que se genere un PRM son casi nulas.

VI.2.a. Peligro

Como se mencionó anteriormente, las zonas montañosas son las más propensas a la generación de deslizamientos, es por eso que estos se registran en las partes más elevadas de la región, en zonas con pendientes escarpadas que favorecen a los movimientos gravitatorios.

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera (CENAPRED, 2006a). Por la forma de la superficie de falla, se distinguen en:

Rotacionales: Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava (forma de cuchara), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad.

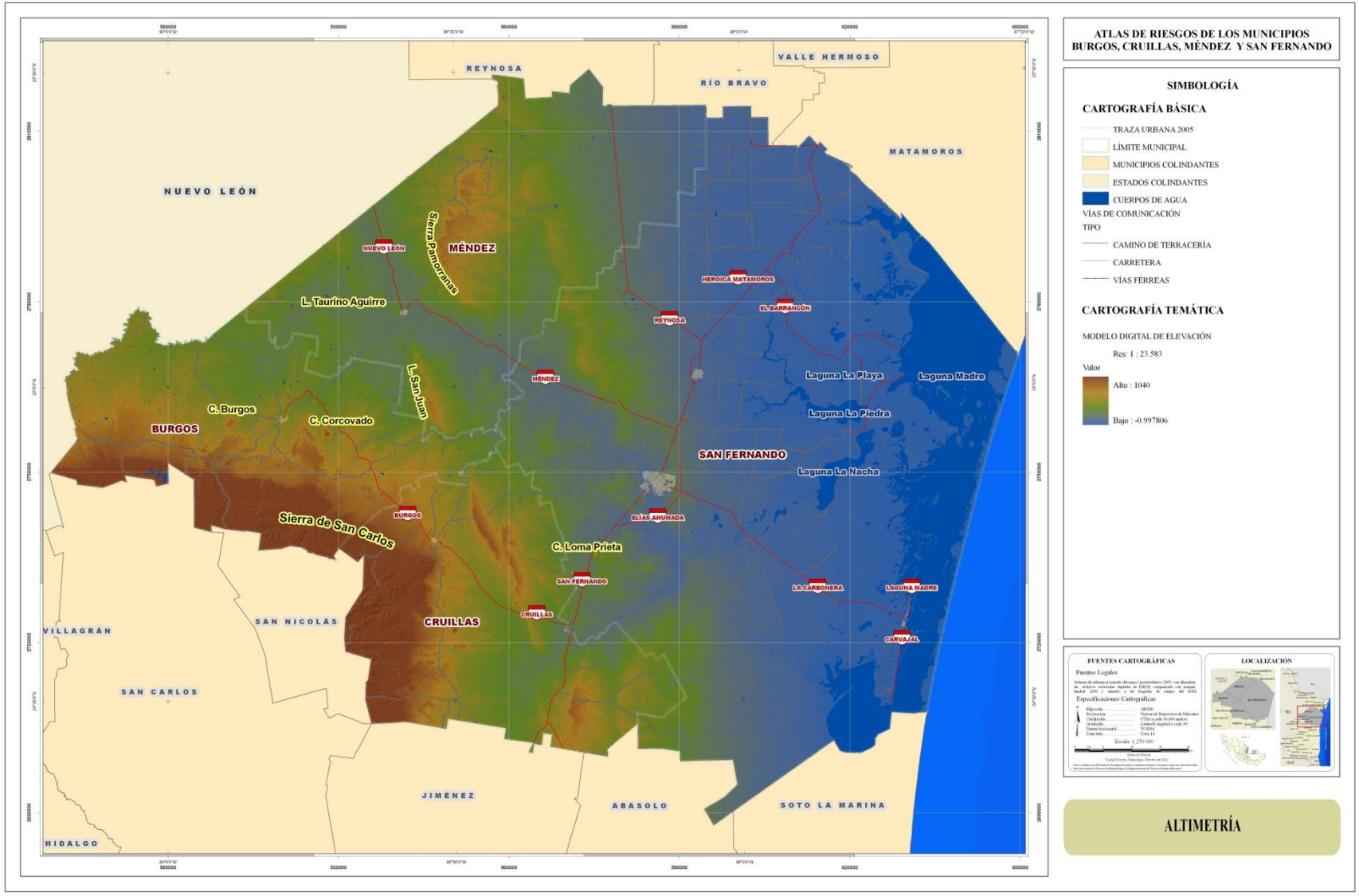


Figura 22. Plano de elevaciones de los Municipios que conforman la zona de estudio.

Traslacionales: Deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo.

Para la zonificación por deslizamientos de falla plana ó deslizamientos traslacionales, se tomaron en cuenta los parámetros descritos a detalle en la metodología (apartado VI.1.a), en este caso el factor determinante para que se generen este tipo de movimientos es la relación estructural, por lo que aún cuando todos los parámetros involucrados resulten desfavorables si no se cumplen las condiciones de que el buzamiento de la discontinuidad principal sea menor que el de la pendiente o talud, se incline a favor de ella y que los rumbos entre estos sean paralelos o subparalelos (± 20º), el movimiento resultante no será de tipo de falla plana.

El análisis por deslizamiento planar arrojó como resultado zonas que podrían ser propensas a que este tipo de inestabilidad se presente, las cuales se registran en los Municipios de Burgos y Cruillas bordeando la Sierra de San Carlos, circundantemente afloran rocas del Cretácico como son las formaciones Tamaulipas inferior, Horizonte Otates, Tamaulipas superior, Agua Nueva y San Felipe, constituidas de calizas, lutitas y alternancia de ellas. El hecho de presentarse rocas más carbonatadas supone planos de discontinuidad bien definidos que favorecen a algún mecanismo de inestabilidad, además que es la zona donde se registran las elevaciones más significativas del área con pendientes que sobrepasan los 45º.

En la Figura 23 se puede observar la zonificación por deslizamiento tipo planar, donde se ven áreas de peligro principalmente bajo a moderado para el municipio de Burgos, mientras que el área más susceptible a este tipo de problemática ocurre en la parte alta oriental de la Sierra de San Carlos correspondiente al municipio de Cruillas, en esta parte afloran rocas de las formaciones Tamaulipas inferior y superior a las cuáles se les asignó un valor más alto dentro del análisis por tratarse de rocas calizas de espesores que van de los 60 cm a 3 m aproximadamente. En este tipo de litología las discontinuidades se presentan más espaciadas lo que da origen a bloques de mayores dimensiones; sin embargo, en esta área no se registran localidades que pudieran resultar afectadas ante esta problemática.

Por otro lado, en la prospección de campo se localizaron zonas que son susceptibles a sufrir algún movimiento del terreno, este tipo de caso se presenta en varios puntos del municipio de Méndez, donde se tienen extensos valles aluviales que cubren discordantemente las formaciones Jackson y Vicksburg, constituidas de sedimentos areno-arcillosos, lo que las hace fácilmente erosionables al estar en contacto con el agua.

Esta problemática es la que se presenta en el Ejido Guadalupe, ubicado en las márgenes del río del mismo nombre, el cual posteriormente se une al río Conchos; el agua se encuentra erosionando la base de los taludes que se ubican al margen de esta corriente, por lo que el material suprayacente pierde soporte y cae por gravedad; así mismo la condición litológica de las unidades hace que los taludes se saturen y estos cambios de volumen se podrían ver reflejados en asentamientos diferenciales. Este tipo de erosión concentrada ha generado cárcavas cuya profundidad van de los 5 a los 10 m (Fotografía 1).

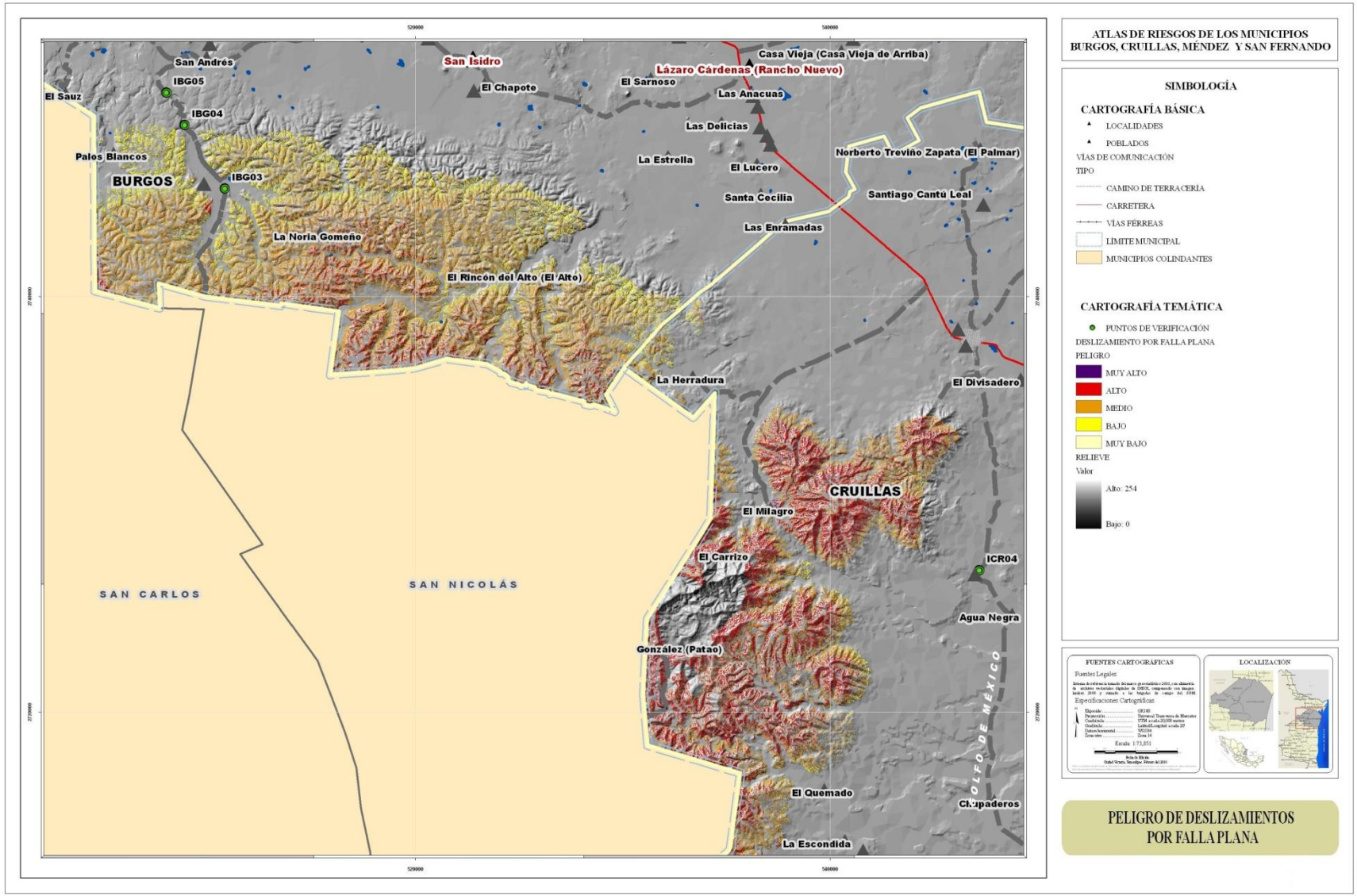


Figura 23. Mapa de peligro por deslizamientos por falla plana.

Fotografía 1. Ejido Guadalupe asentado sobre zona con cárcavas, Municipio de Méndez.

Otro tipo de peligro que se observó en el área con más periodicidad son los caídos de rocas. Los caídos o derrumbes son desprendimientos violentos de suelos y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes fuertes y acantilados, por lo cual el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando ó rebotando. La caída de bloques puede ser de dos formas, por medio de desprendimientos ó volteos; la primera es un movimiento de caída de libre producto de la erosión o de bloques rocosos debido a discontinuidades estructurales propensas a la inestabilidad; la segunda por caída de bloques rocosos con dirección en favor de la pendiente, propiciado por la presencia de elementos estructurales como grietas de tensión, formaciones columnares, fracturas, fallas, diaclasas (CENAPRED, 2006a).

Esta problemática se presenta con mayor frecuencia en zonas serranas, con laderas abruptas de las cuales se desprenden bloques de distintos tamaños, mismos que por la pendiente continúan descendiendo bajo influencia de la gravedad. Los derrumbes son más peligrosos, sobre todo en regiones de alta montaña, pueden desplazar grandes volúmenes de rocas que desciendan a gran velocidad hacia los valles y cañadas, arrastrando consigo vegetación y en algunos casos fragmentos de construcción.

El fenómeno de caída de bloques en el área, se presenta asociado a cuerpos intrusivos de composición dioritica-sienitica y granodioritica-monzonitica, los cuales son afectados por lineamientos con dirección preferente Noreste-Suroeste, esto aunado a los procesos erosivos a los que está expuesto la unidad litológica, da como resultado una roca mecánicamente mas incompetente ya que estas al estar intemperizadas de forma física y química, aceleran el mecanismo de inestabilidad por caída de bloques.

A fin de zonificar el peligro por caída de bloques fueron tomados en cuenta varios factores: datos de campo, tipo de roca, vegetación, sistemas de discontinuidades, estructuras geológicas y pendientes, entre otras. Con base a estas variables se realizó una sobreposición de mapas temáticos correspondientes a los factores antes mencionados. A partir del análisis de dichos factores, se obtuvo una zonificación cuyos rangos predominantes son de peligro bajo, sin embargo una buena parte de estas estructuras presenta peligro muy alto debido a que son zonas de mayor pendiente y en muchos casos desprovistas de vegetación lo que las hace más susceptibles a la erosión, acelerando así procesos de inestabilidad.

Dada la escala de trabajo algunos detalles que se observaron durante la prospección de campo no se registran en el Sistema de Información Geográfica, sin embargo están documentados en las fichas de campo y el informe. Entre estos se encuentran mecanismos de inestabilidad de caída de bloques por descalce, en estos casos la caída gravitacional de un bloque está relacionada con un sistema de discontinuidades, mismas que favorecen a la generación de bloques rocosos los cuales al excavarse o erosionarse la base, el material suprayacente pierde sustento y caen por gravedad.

El mecanismo de inestabilidad anteriormente mencionado se manifestó a lo largo del cañón El Aguamiel, en el Municipio de Burgos, donde los cortes dejan al descubierto una secuencia de estratos correspondientes a la formación San Felipe la cual está constituida por una alternancia de calizas con lutitas. La composición litológica juega un papel importante en el desarrollo de este tipo de inestabilidad, ya que al haber una roca más competente sobre una menos competente, en este caso las lutitas se erosionan fácilmente y como están en alternancia con rocas calizas estas pierden fácilmente el soporte.

En diversos tramos de esta área se levantaron estaciones estructurales (punto de verificación en campo) de los taludes que representaban condiciones más críticas, donde se tomó el mayor número de datos estructurales a fin de representar las condiciones estructurales del macizo rocoso y definir el tipo de mecanismo de inestabilidad presente. Asimismo se tomó en cuenta las condiciones en las que se encontraban las discontinuidades, esto es, longitud, apertura, rugosidad, material de relleno, entre otros factores importantes para conocer su comportamiento geomecánico.

Los datos estructurales tomados en campo se procesaron con ayuda del programa Stereonet, obteniendo un diagrama de densidades, tal como se muestra en la Figura 24a, en el cuál se definen tres familias de discontinuidades representadas por A= 315º/10º (estratificación); B= 167º/84º y C= 272º/82º.

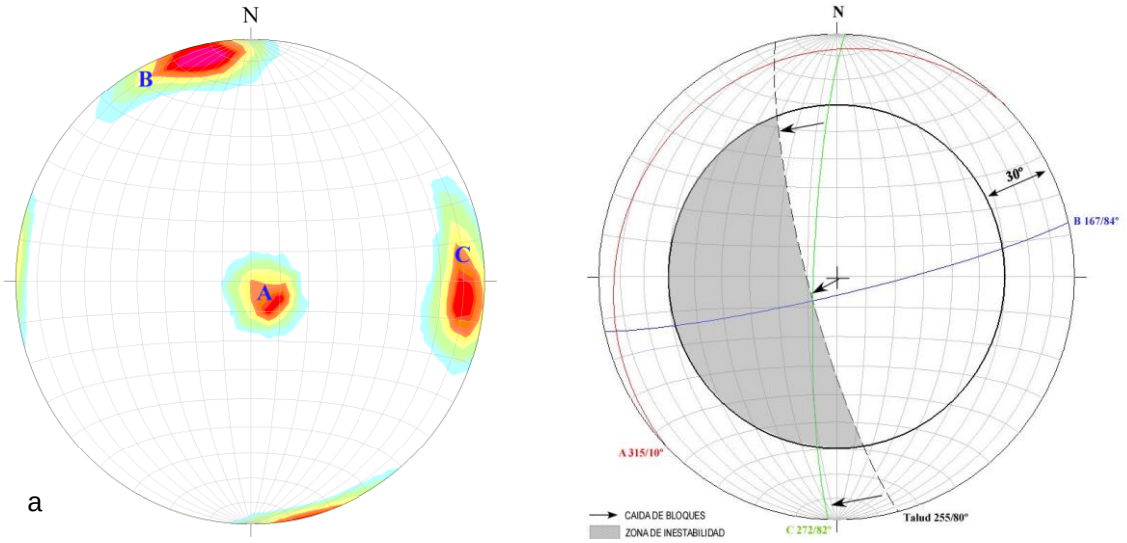
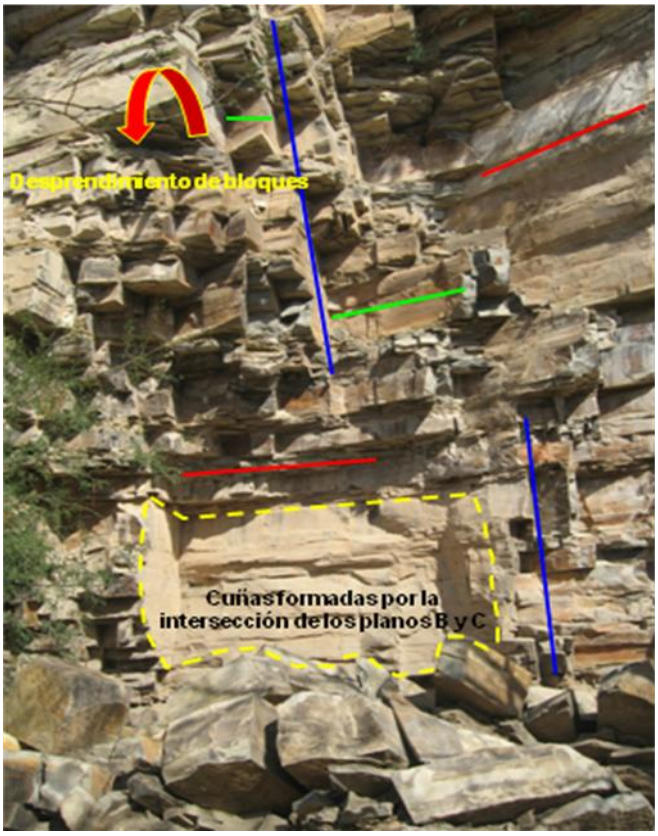


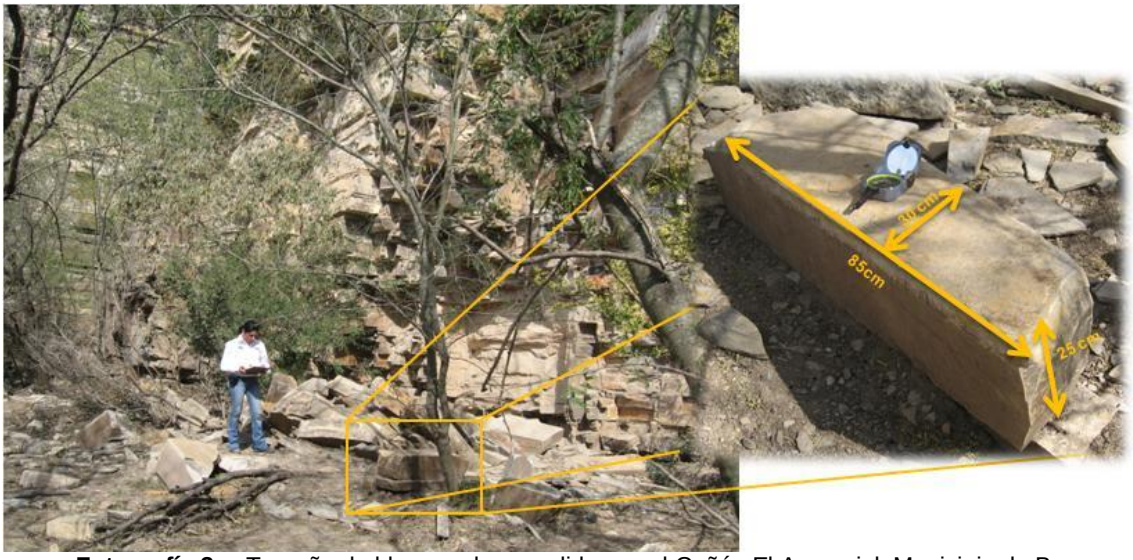
Figura 24. Análisis cinemático del Talud IBG04. a) Diagrama de densidades. b) Diagrama de ciclográfica ó círculos máximos.

En la Figura 24b se observa el diagrama que representa las ciclográficas de las tres familias que se obtuvieron del diagrama de densidades. El diagrama de ciclográficas muestra que la familia A correspondiente a la estratificación se encuentra en posición casi horizontal, estos planos son afectados por dos familias de discontinuidades, la familia B la cual corta casi perpendicularmente la estratificación mientras que el corte de la familia C es oblicuo a la misma, la relación geométrica existente entre estas familias de discontinuidades provoca que se generen pequeñas cuñas, sin embargo como éstas no buzan a favor de la dirección del talud, sino que caen por descalce es decir se pierde el soporte en la base del talud y los bloques caen gravitatoriamente por falta de sustento como se muestra en la Fotografía 2.



Fotografía 2. Caída de bloques por descalce en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos.

El talud presentaba un altura de aproximadamente 15 m y su inclinación era muy cercana a la verticalidad, lo que provoca una mayor susceptibilidad a la inestabilidad. En la Fotografía 3 se observa como los bloques se desprenden del talud, se apilan en su base, donde puede observarse la variedad en tamaños, llegando algunos incluso a ser de dimensiones significativas.



Fotografía 3. Tamaño de bloques desprendidos en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos.

Otro ejemplo de este tipo de inestabilidad se registra en un talud sobre este mismo cañón donde se levantó otra estación estructural (IBG05), la cual presenta las mismas condiciones de inestabilidad y un arreglo geométrico entre los planos de discontinuidad muy similar al anterior. En la Figura 25a se muestra el diagrama de densidades el cual arroja un total de cuatro familias de discontinuidades A=325/09º, B=150/86º, C=50/84º y D= 97/83º, en el diagrama de ciclográficas se ilustra el tipo de inestabilidad que se presenta en este punto, el cual corresponde caída de bloques por descalce debido a las intersecciones entre el plano de estratificación A y los sistemas de Fracturamiento C y D principalmente, ya que estas discontinuidades delimitan el tamaño de los bloques que se van a desprender (Figura 25b).

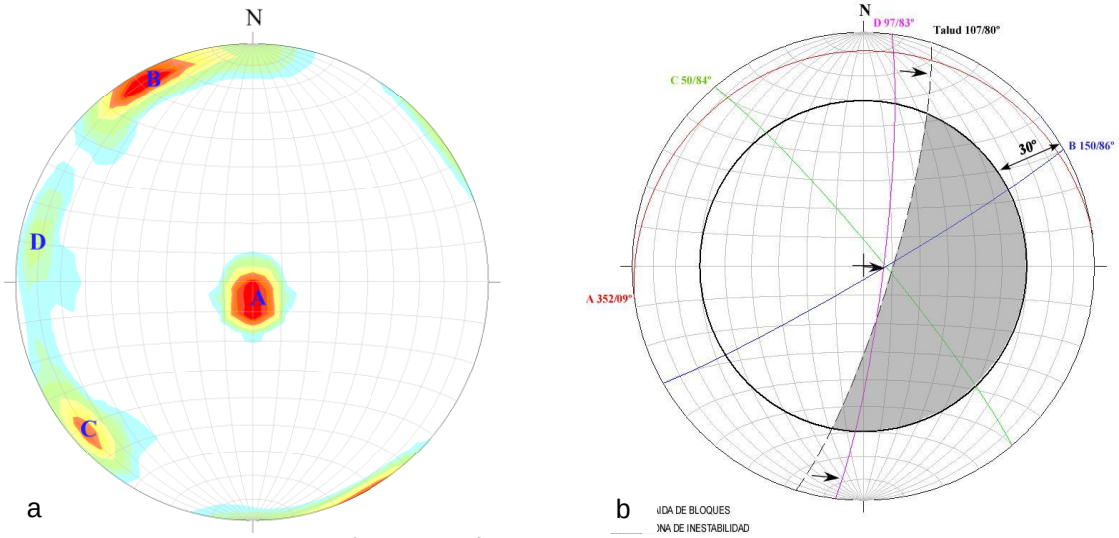
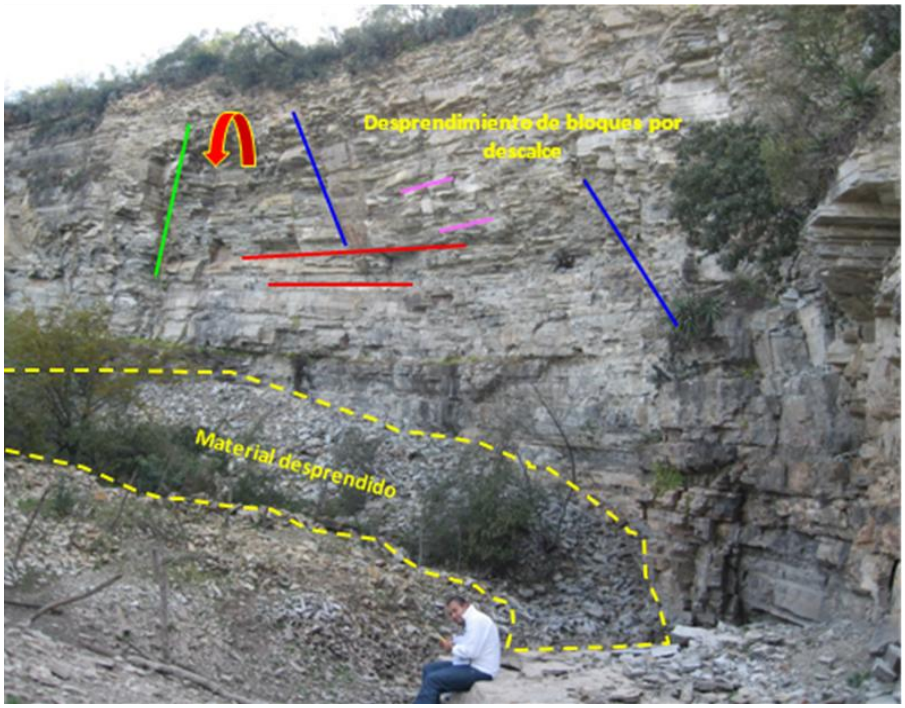


Figura 25. Análisis cinemático del talud IBG05. a) Diagrama de densidades. b) Diagrama de ciclográfica ó círculos máximos.

En la Fotografía 4 se observa el talud de aproximadamente 20 m de altura, el cuál presenta estratificación horizontal de espesores delgados a medianos, está a su vez se ve afectada por tres sistemas principales de Fracturamiento como se ilustran en la Figura 25; cabe señalar que el talud se encuentra altamente fracturado en algunos tramos, por lo que en este caso a diferencia del talud anterior el tamaño de los bloques es menor, sin embargo en donde los sistemas de Fracturamiento son mas espaciados se llegan a desprender bloques de grandes dimensiones (Fotografía 5).



Fotografía 4. Peligro por caída de bloques en el Cañón El Aguamiel, Municipio de Burgos.

Fotografía 5. Dimensión de bloques desprendidos del talud IBG05.

Cabe hacer mención, que este tipo de mecanismo de inestabilidad se presenta en ambos costados a lo largo del camino de terracería, sin embargo, aunque en la mayoría de los casos los taludes presentan alturas de más de 10 m, estos no se ubican a la orilla del camino, es decir existe una zona que sirve de amortiguamiento para que todo el material desprendido se deposite ahí y no represente peligro para los vehículos que transitan por este camino, así mismo en determinado momento facilitaría las acciones de limpieza de material.

VI.2.b. Riesgo

El impacto de los procesos de inestabilidad de laderas es muy variado; incluye la pérdida de vidas humanas, la generación de daños materiales cuantiosos, y la interrupción de caminos y líneas de transmisión, etc., es por eso que cobra importancia el estimar la vulnerabilidad, es decir, el grado de exposición en función de vidas o bienes materiales, pérdida de vidas o grado de daños de los elementos expuestos, a fin de establecer funciones de daño (CENAPRED, 2006a).

Como se mencionó anteriormente, en el área de estudio se presenta inestabilidad por deslizamientos y por caída de bloques, sin embargo en el primer caso no se registran localidades ni vías de comunicación afectadas, mientras que para el caso de caída de bloques si se presentan elementos expuestos. Las posibles afectaciones a localidades y vías de comunicación se dan dentro del Municipio de Cruillas, mientras que para los Municipios de Burgos, Méndez y San Fernando no se registran afectaciones.

Para establecer el costo de infraestructura expuesta, se consideró la información del costo unitario por vivienda que manejan las AGEB's proporcionadas por INEGI (2005a), así como el número de viviendas expuestas en la zonificación de los diferentes grados de peligro, según los cuales se les asignó un índice de vulnerabilidad que va de 0 a 1, donde este último representa pérdida total. Para mayor información consultar el apartado IV.2.a.

Cabe mencionar que se está considerando un escenario con probabilidades escasas de ocurrir, es decir, la cantidad será representativa si todas las viviendas sufriesen afectación en un mismo evento, sin embargo a partir de lo anterior se puede establecer el costo expuesto por vivienda, de tal forma que se pueda particularizar en el caso de resultar afectadas determinadas viviendas de una localidad.

La Tabla 14 muestra las dos localidades expuestas ante el peligro por caída de bloques, ambas pertenecientes al Municipio de Cruillas. La localidad González (Patao) presenta mayor número de viviendas y población, aunque relativamente se trata de localidades muy pequeñas que se ubican en las inmediaciones de la Sierra de San Carlos. Ambas localidades se localizan en zona de peligro bajo por caída de bloques, cuentan con una población de 25 habitantes distribuidos en siete viviendas, en las cuales predominan las clasificaciones de vivienda tipo I y II. Dado lo anterior se tiene un costo de infraestructura expuesta de $366,220.00 por caída de bloques en el Municipio de Cruillas.

Tabla 14. Viviendas y población expuestas por caída de bloques, Municipio de Cruillas.

TIPO DE PELIGRO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	NO. DE VIVIENDA	TIPO DE VIVIENDA	COSTO POR NÚMERO DE VIVIENDA ($)	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD					COSTO DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)
						1	0.8	0.6	0.4	0.2	
Caída de Bloques	El Carrizo	4	1	I	12,500.00				1		5,000.00
	González (Patao)	21	6	II	903,000.00				6		361,200.00
	Total	**25**	**7**		**915,500.00**				**7**		**366,200.00**

Para establecer el nivel de riesgo al que se encuentran expuestas las viviendas fue necesario adaptar las AGEB's a la tipología de vivienda establecida por CENAPRED (2006), a fin de asignarles un grado de vulnerabilidad, mismos que se combinaron con la magnitud de peligro en la matriz de Peligro y Vulnerabilidad (DINAPRE, 2006).

La Tabla 15 representa la cantidad de viviendas y población que se encuentran en riesgo para el Municipio de Cruillas, donde se tiene incidencia de peligros geológicos por caída de bloques, y cuyos resultados arrojan una localidad en riesgo alto y una en riesgo medio (Figura 26).

Tabla 15. Riesgo de población y vivienda en localidades en el Municipio de Cruillas.

TIPO DE PELIGRO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	NO. DE VIVIENDA	TIPO	RIESGO
Caída de Bloques	El Carrizo	4	1	I	Alto
	González (Patao)	21	6	II	Medio
Total		**25**	**7**		

Para identificar los distintos niveles vulnerables en vías de comunicación, fue necesario cuantificar los costos por kilómetros expuestos a un tipo de peligro, en este caso por caída de bloques en los caminos de terracería, carreteras estatales, carreteras federales, así como también los costos de las calles en las colonias, que por sus características geométricas se dividen en calles de primer, segundo, tercer y cuarto orden, las de primer orden son aquellas que forman un eje principal dentro de la zona urbana y unen poblaciones o desembocan en carreteras; las calles secundarias desembocan a las de primer orden y las de tercer y cuarto orden dan acceso a fincas.

Se hace mención que los valores en costo unitarios por tipo de vía de comunicación, son obtenidos con base a información de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT-IMT, 2007). Por otra parte, con la ayuda del Sistema de Información Geográfica se obtuvo la longitud en kilómetros de los tramos expuestos en los diferentes grados de peligro.

Por último, en relación a los procesos de remoción de masas por caída de bloques, se ubica en zona de peligro una longitud de 1.03 Km de caminos de terracería en el municipio de Cruillas, con un costo total por infraestructura vial expuesta de $239.03.

Aunque como se describe en este subcapítulo, no existe mucha infraestructura expuesta ni un gran número de localidades en riesgo, debido a que casi no se presentan asentamientos humanos en gran parte de la zona montañosa; este trabajo representa las condiciones que se tienen en la zona, lo que podría ser en determinado momento una herramienta importante en la toma de decisiones de la ubicación de nuevos asentamientos en áreas que presenten menos problemática.

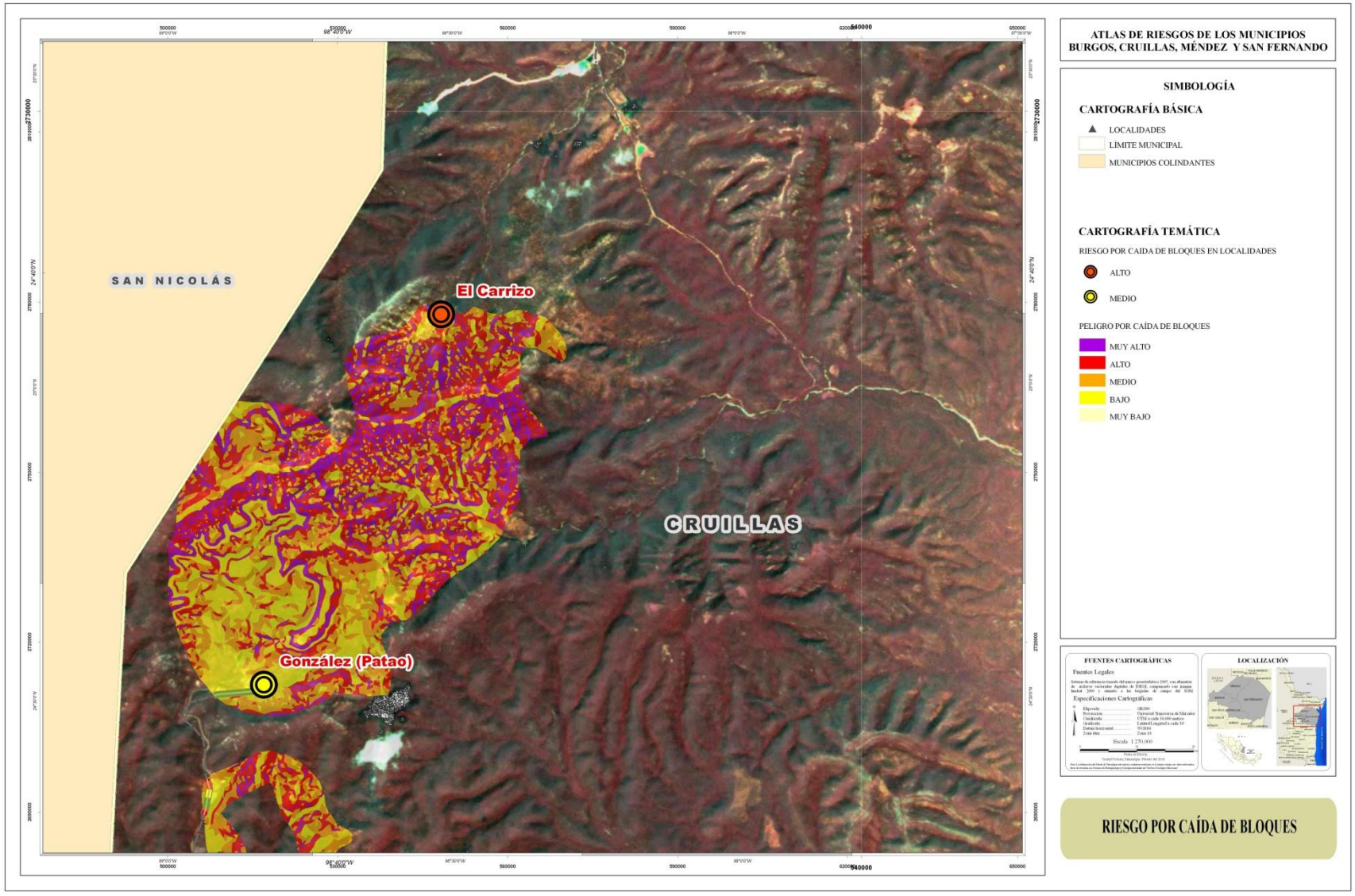


Figura 26. Riesgo por caída de bloques en localidades del Municipio de Cruillas.

VI.3. Análisis de Fallas y Fracturas

Las fallas y fracturas son planos de ruptura dentro de una unidad litológica, a pesar de estar consideradas como inactivas, crean bloques independientes susceptibles a tener movimiento por cambios en su entorno, como pueden ser la sobreposición o extracción de materiales pétreos, asentamientos urbanos, construcción de vías de comunicación y/o infraestructura, entre otros. En caso de que se llegara a dar un movimiento o reactivación, es capaz de provocar daños severos dependiendo de su intensidad y dirección, y de la superficie o infraestructura que afecte, en ocasiones cuando estos eventos se presentan dentro de una zona urbana, pueden poner en riesgo vidas humanas, viéndose acentuado este peligro cuando se involucran estaciones de gas, gasolineras e infraestructuras petroleras, como es el caso de los ductos.

En el análisis de peligro que puede causar una falla o una fractura, para su zonificación, se aplicó un radio igual a 50 m para fallas, ya que aunque son estructuras inestables, obedecen a procesos y escalas de tiempo geológico en millones de años, por lo que es imposible determinar una reactivación, lo anterior debido a que no deja de ser una superficie susceptible a movimiento. Para los sistemas de fracturas se consideró un radio 20 m, la diferencia de distancias respecto a las fallas se debe, a que una falla ya ha tenido un desplazamiento entre sus bloques y es más susceptible a continuar con este movimiento, en cambio la fractura, es únicamente una ruptura dentro de la unidad litológica.

Para la zonificación y el lineamiento de estas estructuras, para las fallas se consideró un nivel de afectación de “peligro alto”, mientras que para las fracturas será un nivel de “peligro medio”, cabe señalar que no fue desarrollado el análisis de la vulnerabilidad, ni riesgo, debido a que no es posible estimar el tiempo en el que podría darse algún tipo de desplazamiento entre estructuras, por lo cual únicamente se hace mención de la ubicación de estos sitios y la zonificación de las zonas de peligro, es decir, áreas susceptibles a ser afectadas.

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando presentan sistemas de fallas y fracturas con orientaciones preferenciales NW-SE y NE-SW, algunas sensiblemente E-W. En la parte Norte del área, en los Municipios de Méndez y San Fernando no se registran estos sistemas, sólo en la parte Sur y en los Municipios de Cruillas y Burgos en donde predominan los sistemas de fallas con orientaciones NE-SW y E-W (Figura 27).

Para su análisis se consultaron las bases de datos estructurales correspondientes a los informes finales de las Cartas Geológico-Mineras de Matamoros G14-9 12 (2003), Río Bravo G14-18 (2003), Linares G14-11 (2004) escala 1:250,000 y del Estado de Tamaulipas G14-2 (2006) escala1:500,000, así como la interpretación de lineamientos estructurales.

VI.3.a. Peligro por Fallas y Fracturas

La concentración de sistemas de fracturas se ubica principalmente en los Municipios de Burgos, Cruillas, Sur de San Fernando y muy escasamente en el municipio de Méndez, mientras que estructuras de origen distensivo, como las fallas normales El Mulato, Palos Blancos, El Milagro, Los Reyes, Japón y La Soledad se localizan principalmente en los Municipios de Burgos y Cruillas, bordeando la Subprovincia de la Sierra de San Carlos.

Como se mencionó anteriormente, es difícil el estimar el grado de peligro ante una falla o fractura, dado que no se puede determinar cuándo van a llegar a tener un movimiento que afecte la infraestructura, por lo que en este apartado sólo se menciona las posibles vías de comunicación, localidades y colonias que resultarían afectadas en caso de la ocurrencia de una eventualidad de este tipo. En la Tabla 16 se muestra el tipo de vía con posible daño por fracturas, así como la longitud expuesta ante este peligro.

Tabla 16. Vías de comunicación susceptible a presentar afectación por fallas y fracturas.

MUNICIPIO	ESTRUCTURA	PELIGRO	TIPO DE VÍA	NO. DE CARRETERA	LONGITUD (Km)
Burgos	Fractura	Medio	Camino de Terracería	NA	0.09
	Falla	Alto			0.43
Cruillas					2.24
	Fractura	Medio			2.72
			Carretera Estatal	22	0.04
			Carretera Federal	180	0.12
Méndez			Camino de Terracería	NA	0.05
San Fernando					0.75
			Carretera Federal	101	0.53
			Carretera Estatal	18	0.51
			Calle de Segundo Orden	NA	0.05
			Calle de Cuarto Orden		0.05

Como se puede observar en la tabla anterior, en la mayoría de los casos los espacios de posible afectación a las vías de comunicación no son muy representativos, se trata de tramos de menos de un kilómetro debido a que la traza de los sistemas de fracturas, cortan perpendicularmente las principales vías de acceso. Las longitudes de posible afectación más representativas son de alrededor de 2.5 Km y se localizan en el Municipio de Cruillas, el cuál presenta más sistemas de fallas y fracturas, cabe señalar que estos datos son el resultado de la suma de las diferentes secciones donde se intersectan las vías de comunicación con la traza estos sistemas. Un ejemplo de esto se refleja en la Tabla 16 donde caminos de terracería ubicados en el Municipio de Cruillas se intersectan en diferentes tramos con las fallas El Mulato, Los Reyes y La Soledad cuya orientación general es con dirección NW-SE, sin embargo, no se localiza infraestructura que pudiera resultar dañada por situarse estos sistemas lejos de la zona urbana.

Cabe mencionar que en la zona rural y urbana no se presentan afectaciones significativas; para el caso de la zona urbana sólo se tiene la Colonia La Valentina, en el Municipio de San Fernando, la cual pudiera resultar dañada por la traza de una fractura de orientación NW-SE; mientras que la localidad Santa Lucinda (La Presita), ubicada al Sur del Municipio de Burgos, se encuentra en peligro alto por situarse sobre la traza de la Falla normal Palos Blancos con orientación sensiblemente E-W. Las colonias y localidades con posible afectación ante la ocurrencia de algún movimiento del terreno o en caso de reactivación de estos sistemas de fallas y fracturas se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Colonias y Localidades con posible afectación

MUNICIPIO	ESTRUCTURA	PELIGRO	COLONIA
San Fernando	Fractura	Medio	La Valentina
MUNICIPIO	**ESTRUCTURA**	**PELIGRO**	**LOCALIDAD**
Burgos	Falla	Alto	Santa Lucinda (La Presita)

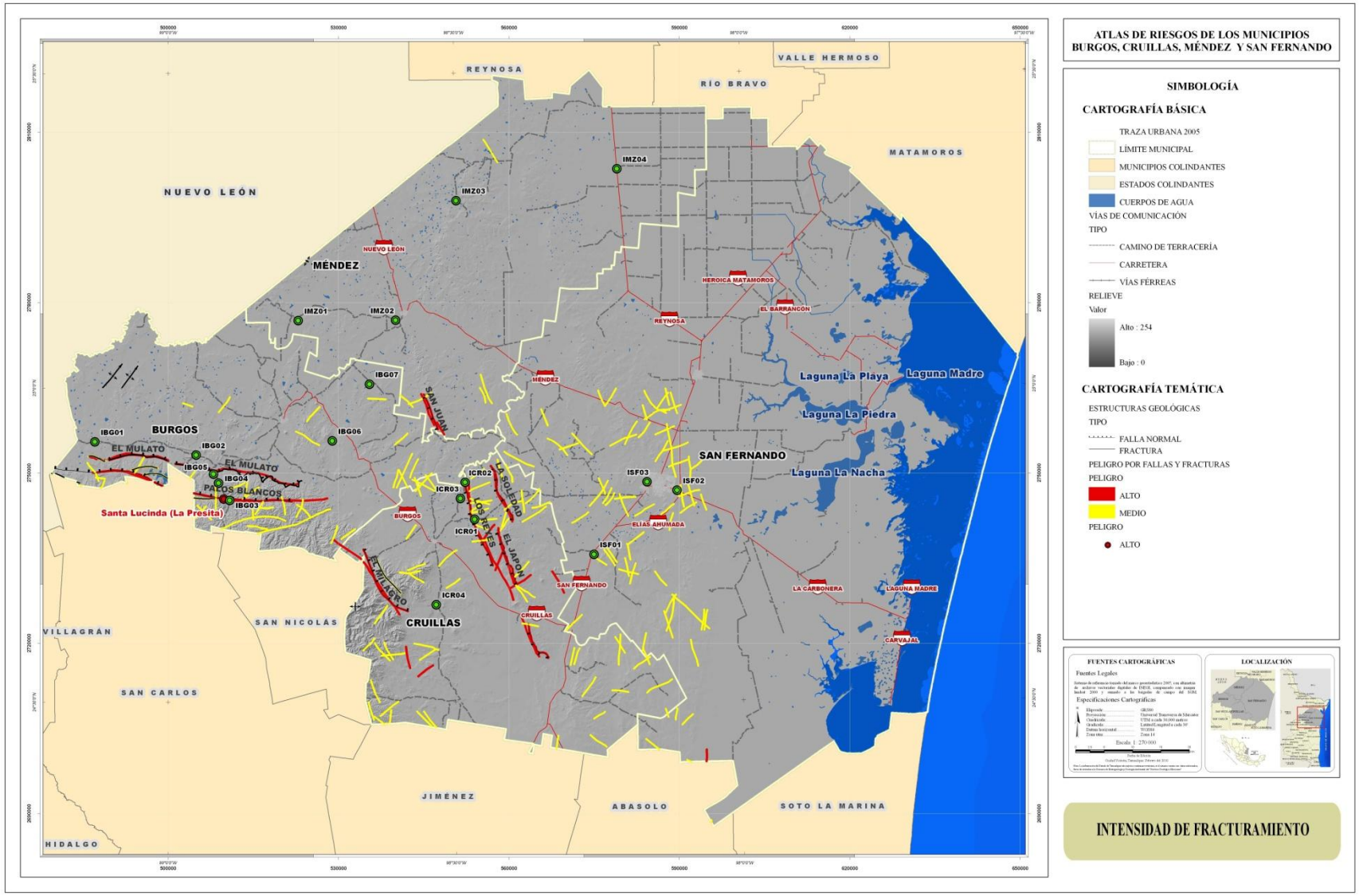


Figura 27. Mapa de Intensidad de fracturamiento.

VI.4. Hundimientos

El hundimiento es el movimiento vertical, ocasionado por acción y efecto de la gravedad, que afecta y desplaza el suelo, el terreno o algún otro elemento de la superficie terrestre. Estos movimientos verticales de terreno puede tener su origen por el colapso de cavernas en rocas calcáreas, llamado hundimiento cárstico, por compactación de materiales granulares o hundimiento diferencial, por la presencia de fallas geológicas (Olcina y Ayala, 2002). De igual forma el fenómeno puede generarse por actividades antrópicas como la sobreexplotación de acuíferos, entre otras.

A los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, aunque también pueden generarse por subsidencia de los suelos blandos que recubren morfologías cársticas. La morfología de estas estructuras es variada, tal es el caso de tipo cubeta, embudo, ventana y fondo plano con paredes escarpadas. Con base al análisis del Sistema de Información Geográfica, la cartografía básica de INEGI 2005c y la prospección regional realizada en campo, se establece que en los Municipios Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, ubicados en el extremo Noroeste del Estado, no se registran hundimientos por procesos cársticos en las zonas urbanas, sin embargo al Suroeste de la región en las inmediaciones de la sierra de San Carlos se ubicaron dolinas.

VI.4.a. Peligro

El hundimiento que experimenta el terreno durante el desarrollo de dolinas de subsidencia, puede provocar daños graves en distintos tipos de estructuras e incluso poner en peligro la vida de las personas cuando estas se generan de forma espontánea. Por otra parte las dolinas, por ser habitualmente vías de acceso a cavidades subterráneas, pueden imposibilitar el almacenamiento de agua en embalses (Milanovic, 2003) o propiciar la contaminación de acuíferos.

Para la zona urbana, en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando que comprenden la en área de estudio, no presentó peligro por hundimientos cársticos sin embargo, al Suroeste del área entre los Municipios de Burgos y Cruillas, se localizan algunas dolinas relacionadas a este tipo de hundimientos. A fin de dar certidumbre a lo expresado anteriormente y caracterizar el marco geológico representativo de las dolinas, mediante el uso del Sistema de Información Geográfica se sobrepusieron zonas de dolinas con la geología. Por otra parte de manera adicional se hizo la verificación mediante el uso de helicóptero, dada la complejidad en vías de acceso, ya que están situadas en zona serrana.

Se ubicaron cuatro dolinas situadas al Suroeste del área en la Sierra de San Carlos a unos kilómetros de la localidad El Sauz en el municipio de Burgos, formadas en rocas sedimentarias clasificadas como lutitas - calizas de la formación San Felipe, obedecen un comportamiento lineal, relacionado a estructuras geológicas como fallas y plegamientos (Figura 28). La morfología y dimensiones de las dolinas presentan extensiones entre 400 y 700 m; las de menor dimensión presentan predominantemente formas redondeadas y elípticas, mientras que el resto se presenta en forma irregular.

A fin de conocer con mayor detalle las características geológicas de la zona con presencia de dolinas se recomienda al lector consultar el apartado del subcapítulo de Estratigrafía, donde de manera concreta se tiene que los límites de la sierra de San Carlos al Suroeste de la zona de estudio está constituida por rocas caliza, caliza-travertino y caliza-lutita, según Simón *et al.,* 1998, estas rocas se caracterizan como un factor físico de los materiales en los procesos de hundimientos, junto con otros factores hidrológicos como la circulación y quimismo del agua subterránea, y las actividades humanas que modifiquen el entorno como la sobre explotación de los acuíferos, son elementos que pueden condicionar los procesos de hundimientos y desarrollo de dolinas aluviales.

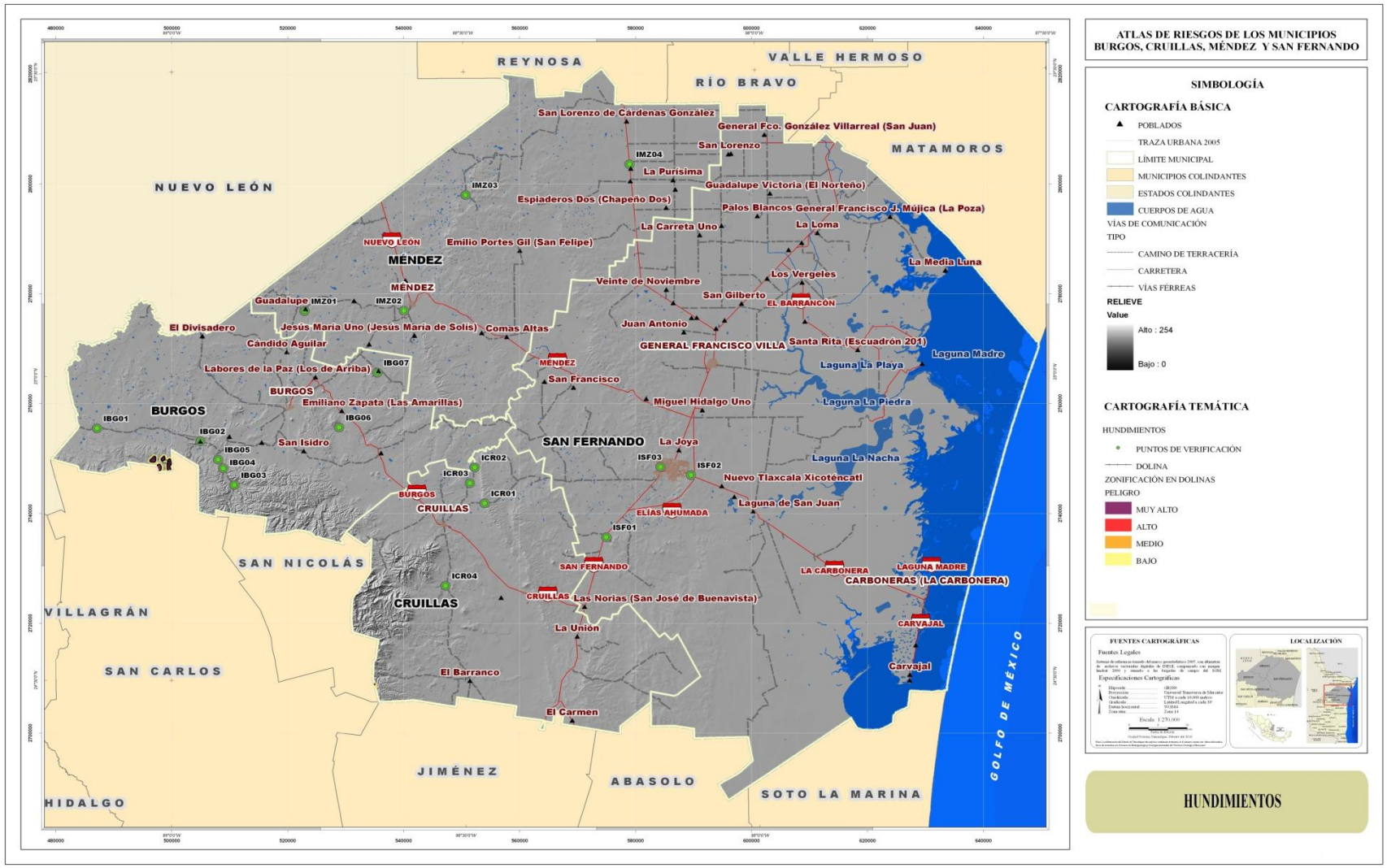


Figura 28. Zonificación de peligro por hundimiento de dolinas.

VI.4.b. Riesgo

El riesgo por hundimiento en zonas cársticas involucra la clasificación de peligros, así como la vulnerabilidad, esta última en función del tipo de viviendas. En este apartado la vulnerabilidad se analiza tomando en cuenta la distribución de dolinas preferentemente en zonas serranas, que no tienen efecto en ciudades, por lo cual los bienes expuestos se concentran a nivel población, es decir, se toma a la población en conjunto y se le asigna un valor único, lo anterior debido a que no se cuenta con información a detalle para separar a la población en calles o cuadras.

Las medidas expuestas que se asignaron corresponden a las ya definidas en el subcapítulo de metodología. Por lo cual una vez elaborada la zonificación de peligro por hundimiento en zonas cársticas, se determinó el riesgo en función de la vulnerabilidad asignada por tipo de vivienda, considerando así el valor de bienes materiales y número de vidas que pudiesen resultar afectadas. Sin embargo las dolinas que presenta el Municipio de Burgos, de acuerdo con la información de INEGI, no registra la exposición de alguna localidad como se observa en la Figura 29, por lo que el factor de vulnerabilidad no aplica para la determinación de riesgo.

Si bien en los Municipios incluidos en el presente Atlas, no se tiene la presencia de riesgo por hundimientos cársticos, no se descarta la posibilidad de manifestar, en la zona urbana, otros tipos de movimientos de suelo, como son los asentamientos diferenciales o uniformes.

Los asentamientos diferenciales o uniformes, pueden tener distintos orígenes, como la ausencia de compactación total del suelo, textura, incremento o disminución de la humedad en las capas de suelos, profundidad de construcción de cimientos, variaciones del nivel freático, movimientos del suelo por la cercanía a ríos o arroyos, entre otros. Los tipos de asentamientos se definen con respecto a la dirección, forma, amplitud, longitud y ubicación de las fracturas en las distintitas partes de la obra.

Las áreas urbanas que comprenden la zona de estudio, se sitúan sobre depósitos de aluvión y areniscas–lutitas, estos sedimentos presentan textura de granulometría fina a gruesa no consolidada. (Apartado V.6.a).

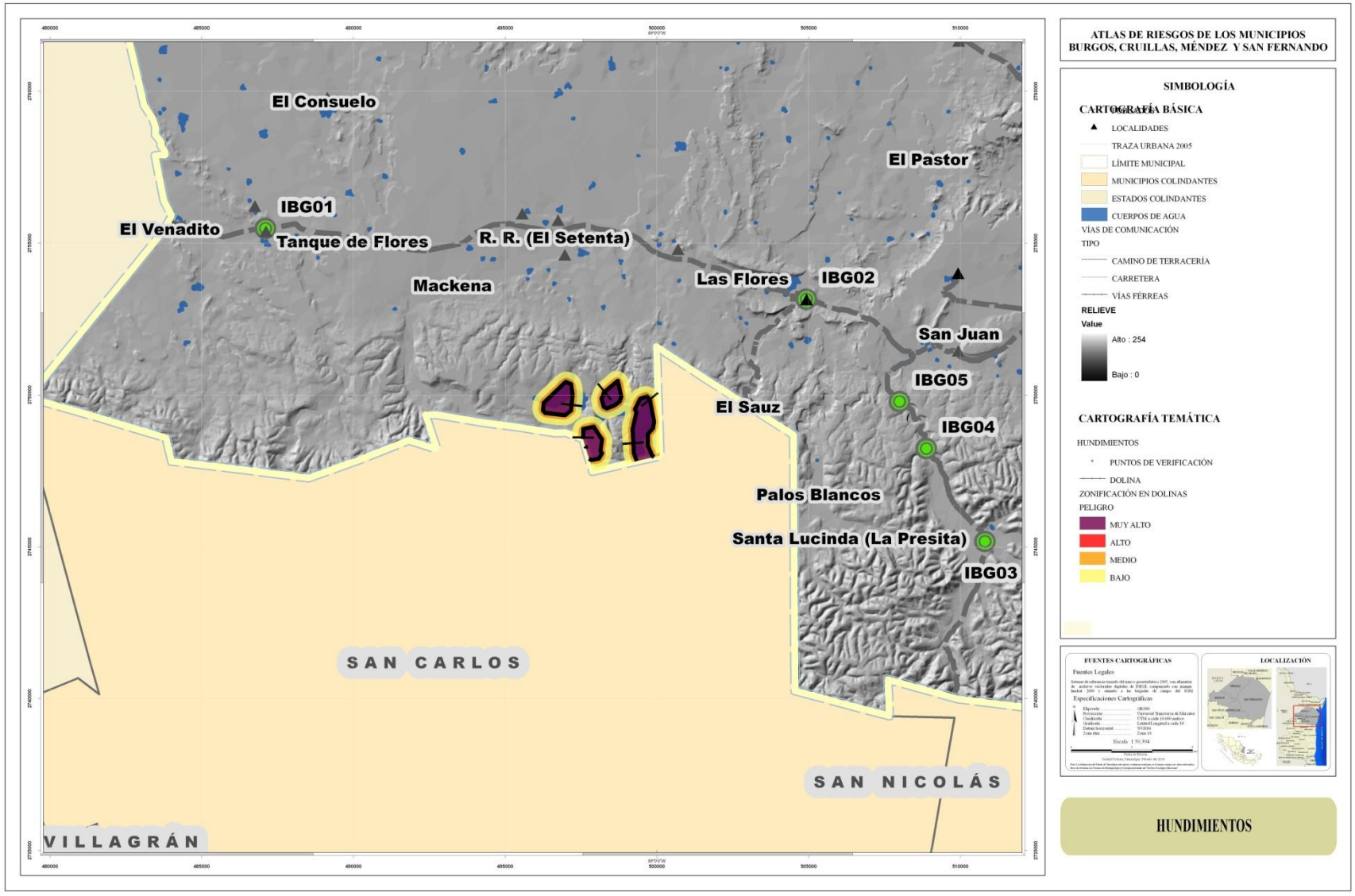


Figura 29. Dolinas cartografiadas al Suroeste del Municipio de Burgos.

VI.5. Sismicidad

La sismicidad es uno de los peligros derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado (CENAPRED, 2006a). El territorio nacional está clasificado en cuatro zonas según su nivel de aceleración sísmica, a esta clasificación se le conoce como Regionalización Sísmica (CFE, 1993). De acuerdo a la Figura 30, el Estado de Tamaulipas se ubica dentro de la zona A, donde registros históricos indican que no se han reportado sismos de gran intensidad en los últimos 80 años, por lo que se considera zona de baja aceleración sísmica.

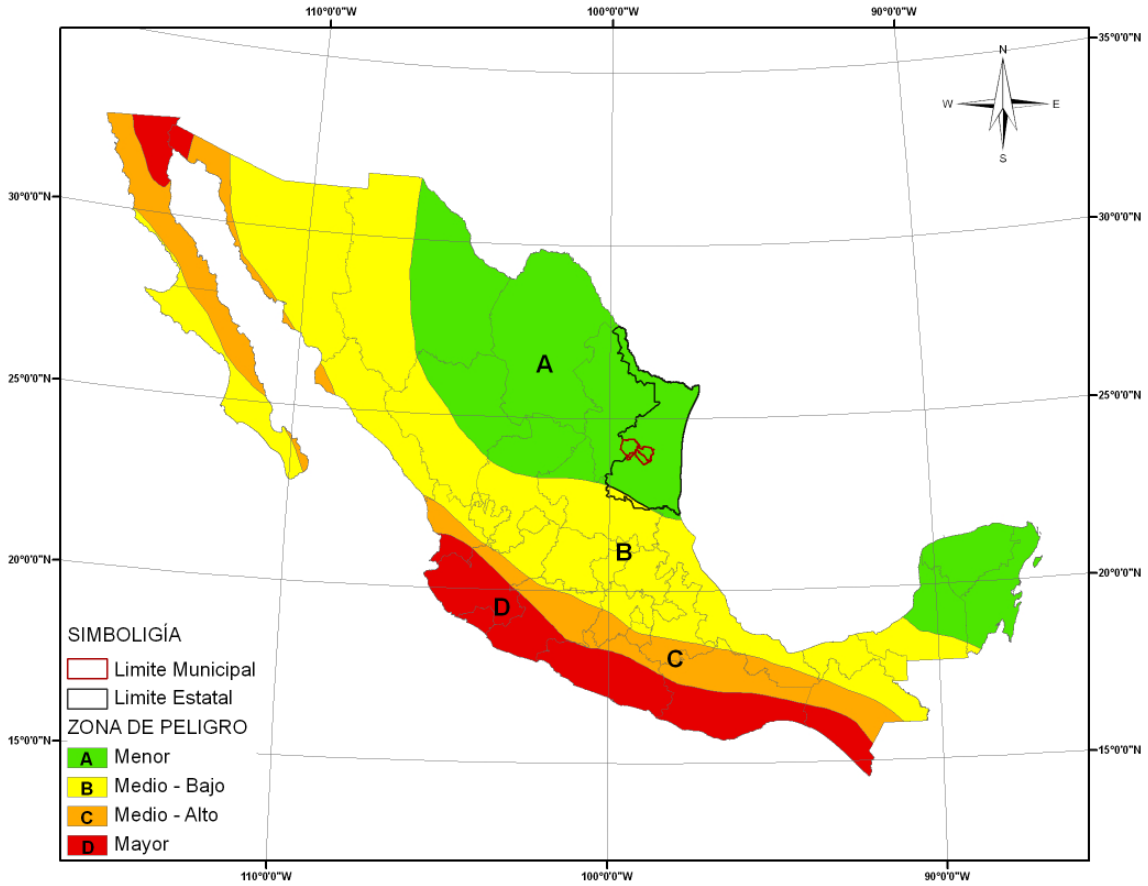


Figura 30. Regionalización Sísmica de México (CFE, 1993)

La ubicación geográfica de la región se sitúa en una zona de baja sismicidad, en la cual la *International Seismological Center* (tomado de Montalvo, 2008) mediante base de datos, registró un hipocentro o foco a 33 Km de profundidad, con un epicentro situado al Noreste del Municipio de Cruillas (Figura 31), por la profundidad a la que se originó, se considera como un temblor superficial, sin embargo no representó riesgo para los habitantes y difícilmente la perciben. Cabe mencionar que el peligro sísmico se describe mediante indicadores cuantitativos de las probabilidades de ocurrencia de movimientos de distintas intensidades durante lapsos dados (UNAM, 2003). Se utiliza para ello la tasa de excedencia de parámetros de intensidad sísmica instrumental, es decir, el numero medio de veces, por unidad de tiempo que ocurre un temblor con magnitud mayor (CENAPRED, 2006a).

Sin embargo en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, hasta la fecha, no han registrado sismos de magnitud mayor, lo que resulta que no se puede predecir la presencia de peligro sísmico, no obstante según el dato histórico podrían ocurrir sismos de baja magnitud, los cuales en algunos casos pueden ser percibidos por el ser humano, pero difícilmente llegan a representar un riesgo para la población ó causar daños severos a la infraestructura.

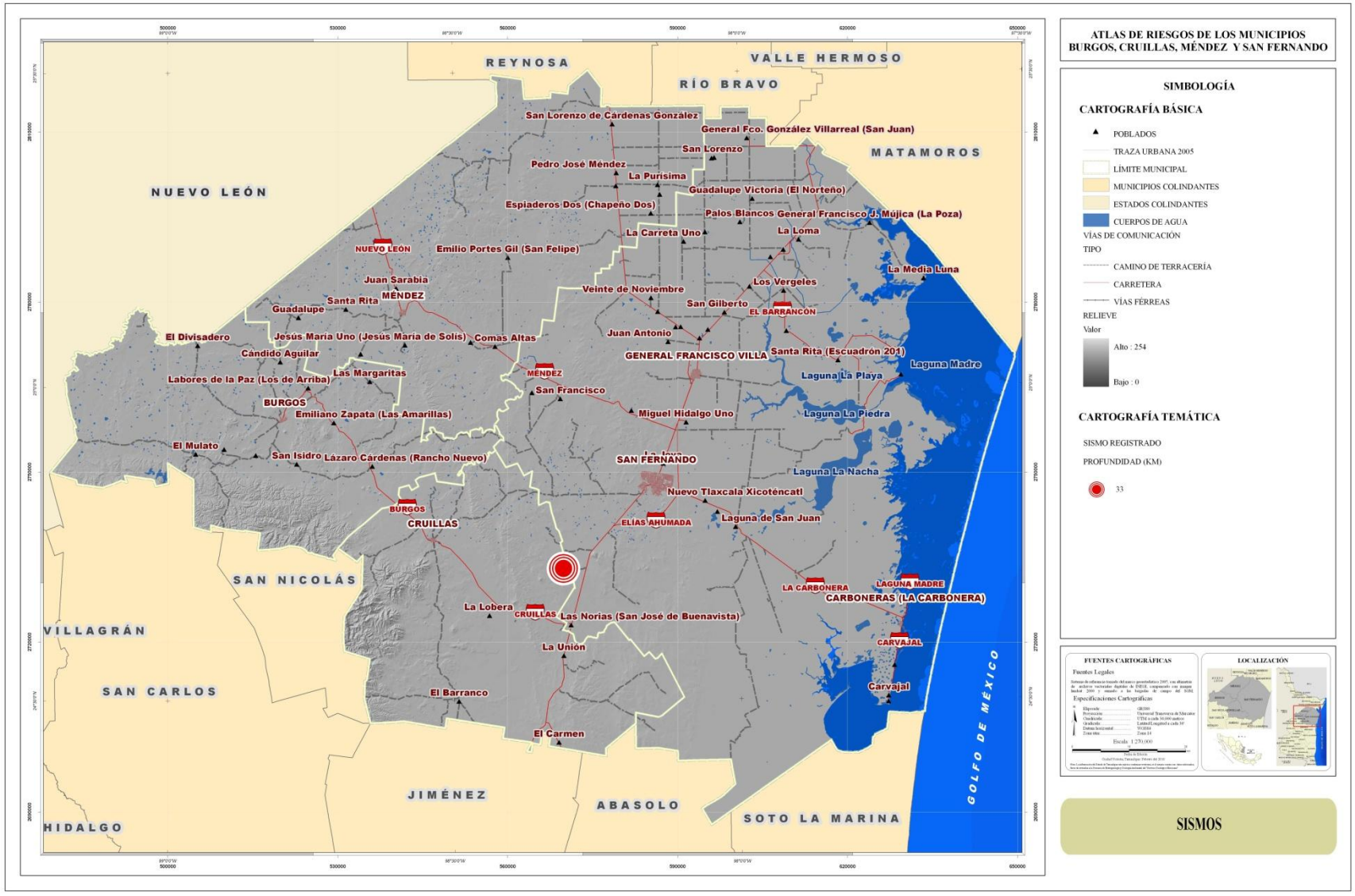


Figura 31. Sismo registrado en el Municipio de Cruillas, registrado por Incorporated Research Institutions (Montalvo-Arrieta, 2008).

VII. **RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS**

VII.1. Metodología

A continuación se describe de una forma breve la metodología utilizada para la definición de zonas de peligro por inundación, así como el análisis climatológico. Cabe mencionar que todos los factores aquí descritos se involucraron en el análisis, de manera adicional se presentan en las fichas de campo (Anexo II), o en la base de datos generada para el análisis.

VII.1.a. Peligro Por Inundación

Para la identificación de los peligros naturales, particularmente los Peligros por Inundación, se empleó la Guía para la **Elaboración de Mapas de Riesgo por Inundaciones y Avenidas Súbitas**, metodología elaborada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2006b).

Las inundaciones se generan cuando la precipitación provoca que el flujo de agua sea superior al área del cauce o cuerpo de captación, estás ocasionan catástrofes naturales desastrosas, ya que en temporada de lluvias cobran un número importante de víctimas a nivel mundial.

Las principales causas asociadas a las inundaciones son generalmente:

- La precipitación intensa, sobre todo cuando el terreno presenta pendientes considerables o zonas planas donde se anegan grandes cantidades de agua.
- La falta de filtración del agua en el terreno, asociado con el tipo de roca o suelo lo cual no permite su almacenamiento subterráneo, lo que provoca un volumen mayor de escurrimiento superficial y en consecuencia un aumento en el nivel de los ríos.
- La insuficiente capacidad y taponamiento en las redes de drenaje pluvial, superficies asfaltadas, urbanización en los cauces naturales de ríos y arroyos (Asociado principalmente a zonas urbanas).
- El aprovechamiento de recursos maderables es otro factor que contribuye a que se presenten las inundaciones, ya que con dicha actividad se debilita el suelo, aérea la superficie vegetal, se reduce la cantidad infiltrada, lo que se traduce en un incremento de la escorrentía que facilita las inundaciones y provoca desgajamientos y arrastre de sólidos que azolvan los cuerpos superficiales de agua.

Aunado a lo anterior, los tiempos de concentración de los escurrimientos dependen de las características fisiográficas de cada cuenca, debiéndose considerar los siguientes factores (Aparicio, 1999):

- Precipitación
- Pendiente
- Capacidad hidráulica de los ríos o arroyos
- Longitud del cauce

Estos factores permiten determinar sí las inundaciones se van a presentar de manera súbita natural, súbita antropogénica o en un proceso lento:

- **Súbita natural**: generalmente se presentan en cuencas con pendientes considerables, barrancas, valles y áreas montañosas.

- **Súbita antropogénica**: se deben al rompimiento de un bordo, cortina de presa o represa; para el caso específico asociado a zonas urbanas la poca capacidad de las redes de drenaje, así como el azolvamiento de las mismas. específico
- **Proceso lento**: en estos casos se puede pronosticar una posible inundación y prevenir pérdidas humanas principalmente.

Este tipo de peligros se relaciona directamente con los volúmenes de precipitación pluvial en la cuenca y las características topográficas del terreno circundante, por tanto es imprescindible conocer y si es el caso determinar los volúmenes de escurrimiento a partir de la precipitación que los origina; lo anterior se determina con base en un modelo lluvia-escurrimiento, así la secuencia metodológica del sistema de estimación de peligro por inundación divide la evaluación del peligro en un análisis hidrológico y otro hidráulico.

El análisis hidrológico incluye el estudio de la precipitación en la cuenca y su relación con el escurrimiento que habrá de concentrarse en las obras de drenaje o las corrientes naturales. El análisis hidráulico se refiere al comportamiento en el tiempo del caudal obtenido con el análisis hidrológico al transitar por el drenaje y los cauces fluviales.

Se presenta una breve descripción de algunas características de las variables que se consideraron en la aplicación de la metodología de CENAPRED (2006b):

VII.1.a.1. Características Fisiográficas de la Cuenca

Una Cuenca Hidrográfica es la unidad natural definida por la existencia de la línea divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales, sus límites quedan establecidos por la línea divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios (Figura 32).

Parteaguas

Se trata de una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, es decir, la zona topográficamente más baja.

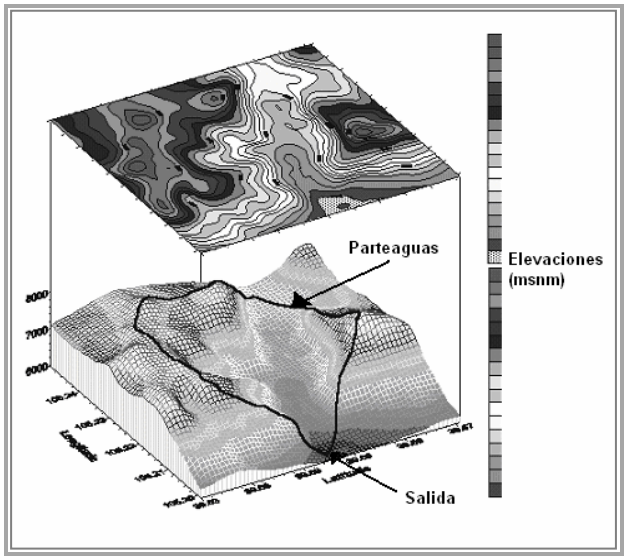


Figura 32. Delimitación de una subcuenca en relieve.

Área de la Cuenca

El área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas (Aparicio, 1999). Figura 33.

Resulta importante destacar que para la obtención de las áreas de las subcuencas se determinaron utilizando como plataforma de trabajo el Software Arc Map 9.3, que es una herramienta que permite calcular de manera electrónica superficies.

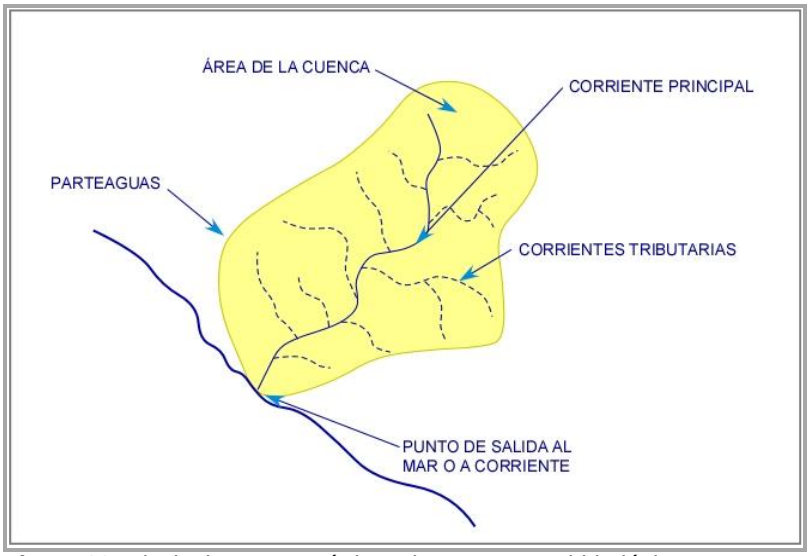


Figura 33. Principales características de una cuenca hidrológica.

Descripción de la Red de Drenaje

La red de drenaje de una cuenca está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios (o ramales) cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de la cuenca. Las corrientes tributarias son las corrientes secundarias que convergen al cauce o corriente principal. La corriente o cauce principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de la misma.

Por lo anterior se desprende que todo punto de cualquier corriente tiene a su vez una cuenca de aportación y toda cuenca tiene sólo una corriente principal (Figura 34).

La clasificación de corrientes más utilizada actualmente es la de Horton-Strahler:

1. Los cauces que se originan en una fuente u origen, son definidos como corrientes de primer orden.
2. Cuando las corrientes de primer orden se unen a una adicional se crea una de segundo orden.
3. Cuando dos corrientes de diferente orden convergen, el segmento de corriente inmediatamente aguas abajo se considera como la continuación de la corriente de mayor orden.

También la red de drenaje tiene una salida única. Las cuencas correspondientes a las corrientes tributarias se llaman cuencas tributarias o subcuencas (CENAPRED, 2006b).

Longitud del Cauce

Se conoce como longitud de cauce, la distancia horizontal que recorre la corriente de mayor orden desde su inicio hasta el sitio de interés.

Normalmente la longitud de los cauces son similares para cada segmento de un mismo orden y por regla general los cauces de orden inferior son más cortos que los de orden mayor.

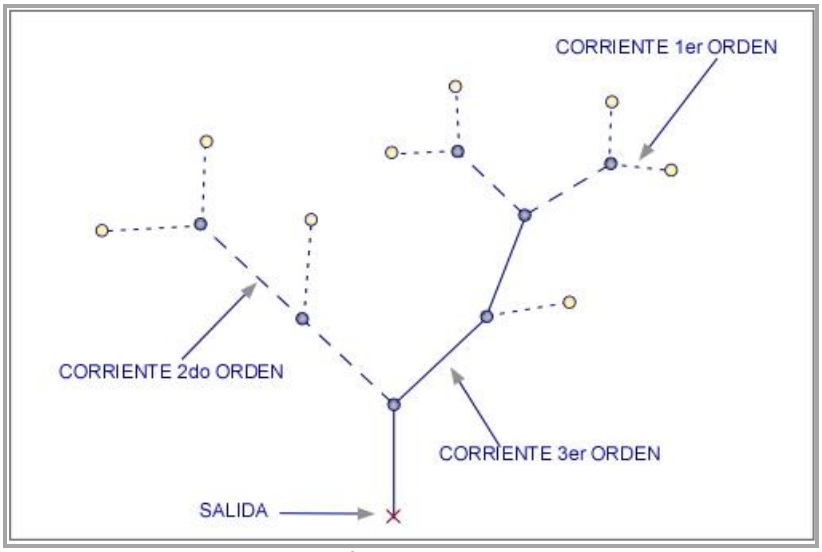


Figura 34. Sistema de ordenación de corrientes.

Pendiente Media del Cauce Principal

Uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta hidrológica de una cuenca a una tormenta es la pendiente del cauce principal, no se debe confundir con la pendiente de la cuenca, dado que la pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir una pendiente media, este factor es considerado para el cálculo del índice de peligro por avenidas súbitas. Para el cual se toma en cuenta la diferencia entre la mayor y menor elevación ocurrida en lo largo del cauce principal entre la distancia de este (Aparicio, 1999 y CENAPRED, 2006b).

$$S = \frac{H_1 - H_2}{L_T}$$

Donde:

S Pendiente media de la cuenca.
H_1 Elevación inicial.
H_2 Elevación final.
L_T Longitud total del cauce principal.

Tipos de Suelo

Para fines de hidráulica, los suelos se clasifican en finos y gruesos; los gruesos se refieren al material que varía desde rocas y gravas hasta arenas, con muy poco material fino (menos del 15% del suelo) y los finos se refieren a las arcillas y limos con nula o muy escasa arena. Para identificar si el suelo

presenta una mayor cantidad de arena o una mayor cantidad de finos se aplicaron las pruebas (prácticas) que indica la metodología y que a continuación se describen (Tabla 18).

Tabla 18. Tipo de suelo

	MACIZO ROCOSO
GRUESOS	Roca Disgregada (100 < ø < 500 mm)
	Gravas (3.5 < ø < 100 mm)
	Arena Gruesa (2.4 < ø < 3.5 mm)
	Arena Mediana (1.22 < ø < 2.4 mm)
	Arena Fina (0.075 < ø < 1.22 mm)
	Arena Limosa
	Arena Arcillosa
FINOS	Limo Arenoso
	Arcilla Arenosa
	Limo
	Arcilla

Método para Determinar la Consistencia Cerca del Límite Plástico

En la determinación del tamaño de las partículas que componen un suelo, para este caso fino o arenoso, se realizó la siguiente prueba: se colectó de manera in-situ un puño de suelo húmedo y se trató de hacer un rollo (bolillito); si se llega a formar está Figura, esto significa que el suelo tiene una predominancia de material fino en comparación con el tamaño de arenas y si el rollo se deshace, entonces se tiene una predominancia del tipo de arena con finos (Fotografía 6).

Fotografía 6. Método de la Consistencia cerca del límite plástico.

Para identificar si el suelo es una arcilla o limo se aplicaron los métodos:

Método de Dilatancia

Se toma un puño de suelo húmedo, se da forma de pastilla (una bolita de suelo de aproximadamente 1 cm de diámetro) y se coloca en una de las manos, se deja abierta la mano y con la otra se dan unos pequeños golpes a la bolita que está sobre la superficie de la mano, si se observa que la pastilla empieza formar gotitas de agua sobre la superficie, se dice que es un limo, de lo contrario es una arcilla (Fotografía 7).

Fotografía 7. Método de Dilatancia.

Método de Resistencia en Estado Seco

Consiste en formar con el suelo húmedo una pastilla, se deja secar y después se trata de disgregar con la mano; si éste se disgrega fácilmente se dice que es un limo, de lo contrario se trata de una arcilla.

Cubierta Vegetal

Todas las cuencas tienen en mayor o menor grado cierta cubierta vegetal. Se pueden identificar diferentes tipos de está, entre las que se puede encontrar, bosques, pastizales, suelos agrícolas y suelos desnudos.

Estimación del Escurrimiento Crítico a la Salida de la Cuenca

El escurrimiento que sale de la cuenca se considera como la suma de una fase líquida (agua) y una fase sólida (sedimentos) (CENAPRED, 2006b).

Gasto Líquido

Se entiende por gasto líquido, el volumen de agua que pasa por una sección en un determinado tiempo, el cual también se conoce como caudal. Para determinar este escurrimiento se empleo la fórmula Racional (lluvia–escurrimiento). Está relación considera que el gasto máximo o pico (líquido) se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración (CENAPRED 2006b).

La fórmula Racional se presenta a continuación:

$$Q_P = 0.278CiA$$

Donde:

Qp Gasto máximo o de pico (m^3/s).

C Coeficiente de escurrimiento (Tabla 19) para zonas urbanas.

i Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca (mm/h).

A Área de la cuenca (Km^2).

Tabla 19. Valores del coeficiente de escurrimiento.

TIPO DEL ÁREA DRENADA	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO MÁXIMO
Zonas Comerciales: *Zona Comercial *Vecindarios	 0.95 0.70
Zonas Residenciales: *Unifamiliares *Multifamiliares Espaciados *Multifamiliares Compactos *Semiurbanas *Casas Habitación	 0.50 0.60 0.75 0.40 0.70
Zonas Industriales: *Espaciado *Compacto	 0.80 0.90
Cementerios, Parques	0.25
Campos de Juego	0.35
Patios de Ferrocarril	0.40
Zonas Suburbanas	0.30
Calles: *Asfaltadas *De Concreto Hidráulico *Adoquinadas	 0.95 0.95 0.85
Estacionamientos	0.85
Techados	0.95
Praderas: *Suelos Arenosos Planos (Pendientes 0.02 ó Menos) *Suelos Arenosos con pendientes Medias (0.02-0.07) *Suelos Arenosos Escarpados (0.07 ó más) *Suelos Arcillosos Planos (0.02 ó menos) *Suelos Arcillosos con Pendientes Medias (0.02-0.07) *Suelos Arcillosos Escarpados (0.07 ó más)	 0.10 0.15 0.20 0.17 0.22 0.35

Para determinar la intensidad a la que se refiere la formula racional, para una duración igual al tiempo de concentración (*tc*), se utilizó el mapa de isoyetas asociado a los diferentes períodos de retorno (Tr) a 2,5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 y 2500 años, con ello se calcularán diferentes gastos líquidos para períodos de 24 horas y una hora.

Para estimar el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Kirpich (CENAPRED, 2006b).

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

S Pendiente media del cauce principal.

L Longitud del cauce principal (m).

t_c Tiempo de concentración (hrs.).

En la obtención de la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (*tc*), se realiza una interpolación, según el valor del tiempo de concentración, entre los

valores de la lámina de lluvia para d=24 horas y d=1 hora, para cada uno de los períodos de retorno considerados (Tabla 20).

Tabla 20. Láminas de lluvia.

Tr (Años)	24h hp(mm)	1h hp(mm)
2	--	--
3	--	--
10	--	--
25	--	--
50	--	--
100	--	--
250	--	--
500	--	--
1000	--	--
2500	--	--

Con los logaritmos de la duración de una hora y de 24 horas y la lámina de lluvia leída de los mapas de isoyetas y con ayuda de la ecuación general de la línea recta, se obtiene el valor de la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración (Tabla 21).

Tabla 21. Logaritmo de la duración vs precipitación.

DURACION (h)	ln (d)	hp (mm)
1	0	--
24	3.17805383	--

Ecuación general de la recta:

$$y = mx + b$$

Pendiente de la recta:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Al realizar un cambio de variables en la ecuación general de la línea recta, se obtuvo la ecuación siguiente:

$$hp(t_c) = \frac{hp(24) - hp(1)}{\ln(24) - \ln(1)}.\ln(t_c) + hp(1)$$

Para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (*tc*), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{hp(t_c)}{t_c}$$

Gasto Sólido

El gasto sólido es la cantidad de sedimentos por unidad de tiempo que debe sumarse al gasto líquido para tener el escurrimiento de la cuenca. La obtención del gasto sólido que calcula mediante una

avenida y la cual tiene una relación directa con la Fórmula Universal de Pérdida de Suelo (CENAPRED, 2006b); la cual presenta la siguiente relación algebraica:

$$E = 0.224 * R * K * LS * C * P$$

Donde:

EÍndice de erosión (Kg/m^2) por evento (año, tormenta, etc.).

RÍndice de erosividad asociado a la lluvia en el sitio (adimensional).

KRepresenta la erosionabilidad del suelo o sea, el tipo de suelo (adimensional).

LS Pendiente y su longitud del cauce (adimensional).

CEs un factor que toma en cuenta la cobertura vegetal (adimensional).

P Factor que considera el número total de obras de protección contra erosión que existen en la zona (adimensional).

Factor R

Se obtiene con la expresión:

$$R = 0.00576 i^2 (1.213 + 0.3865 Ln(i))$$

Donde (**i**) es la intensidad de lluvia obtenida del mapa de isoyetas de 24 horas de duración y períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 y 2500 años en mm/d.

Factor K

Este factor se refiere al tipo de suelo que predomina en la cuenca, los valores que se emplearon son los obtenidos de la clasificación del suelo (mencionado con anterioridad) para posteriormente realizar el cálculo del valor del parámetro K en la cuenca (Tabla 22).

Tabla 22. Valor del Factor K.

TIPO DE SUELO	FACTOR K
Macizo Rocoso	0.00
Roca Disgregada (100 < Ø < 500 Mm)	0.05
Gravas (3.5 < Ø < 100 Mm)	0.10
Arena Gruesa (2.4 < Ø < 3.5 Mm)	0.20
Arena Mediana (1.22 < Ø < 2.4 Mm)	0.23
Arena Fina (0.075 < Ø < 1.22 Mm)	0.26
Arena Limosa	0.30
Arena Arcillosa	0.33
Limo Arenoso	0.36
Arcilla Arenosa	0.40
Limo	0.45
Arcilla	0.50

Factor LS

Este factor se refiere a la relación longitud-pendiente del cauce principal de la cuenca; para el que emplea la siguiente fórmula:

$$LS = \left[\frac{L}{22}\right]^{m} \left(0.065 + 0.45Sp + 0.00065Sp^{2}\right)$$

Donde:

L Longitud del cauce (m).

Sp Pendiente media del cauce principal (%).

m Factor que depende del valor de la pendiente.

m = 0.5 si Sp ≥ 5 (%)

m = 0.4 si 3 (%) ≤ Sp ≥ 5 (%)

m = 0.3 si 1 (%) ≤ Sp ≥ 3 (%)

m = 0.2 si Sp ≤ 1 (%)

Factor C

Este factor se refiere a la cobertura vegetal en la zona de estudio; la cobertura vegetal se determinó mediante un recorrido en la zona de estudio definiendo de manera visual el porcentaje de está, para después realizar la comparativa con los porcentajes de la Tabla 23 y de esta manera obtener el factor C.

Tabla 23. Valores del Factor C.

COBERTURA VEGETAL (%)	FACTOR C
Bosques Bien Definidos (≥ 97 %)	0.02
80 % ≤ Cobertura Vegetal ≤ 96 %	0.20
60 % ≤ Cobertura Vegetal ≤ 79 %	0.30
40 % ≤ Cobertura Vegetal ≤ 59 %	0.40
16 % ≤ Cobertura Vegetal ≤ 39 %	0.50
5 % ≤ cobertura Vegetal ≤ 15 %	0.60
Suelo Desnudo ≤ 4% de la Cobertura Vegetal	1.00

Factor P

Este factor presenta una relación directa con las obras que se han construido en las laderas para el control de la erosión, su determinación se obtuvo al realizar un recorrido por la zona de estudio, posteriormente se empleo el valor ya calculado (Tabla 24) que corresponde a los valores de dicha variable.

Las técnicas más empleadas en México para el control de la erosión es la reforestación, cultivo de fajas de pasto, construcción de terrazas, presas de gaviones y desarenadores, siendo la más efectiva la construcción de terrazas (CENAPRED, 2006b).

El índice de erosión (E) se considera un indicador que se emplea en la determinación de la concentración de sedimentos (Cs) que lleva el cauce. Por definición se dice que la concentración de sedimentos es la cantidad de material sólido entre el volumen total del fluido (CENAPRED, 2006b).

Tabla 24. Valores del Factor P.

TIPO DE OBRA DE CONTROL DE EROSIÓN	FACTOR P
Cuando más del 90 % de las laderas de la cuenca tienen terrazas	0.10
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 61 % y 90 %	0.20
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 41 % y 60 %	0.30
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 21 % y 40 %	0.40
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 6 % y 20 %	0.50
Reforestación más del 90 % del área de la cuenca	0.20
50 % < reforestación < 90 %	
30 % < reforestación < 49 %	0.30
5 % < reforestación < 29 %	0.40
Si existen presas de gaviones en las barrancas de la cuenca	0.50
Si existen desarenadores en las localidades a la salida de la cuenca	0.35
Si no existen obras de control de erosión en toda la cuenca	1.00

Para calcular (*Cs*) se determina primero el valor de (*E*); Si éste es mayor que 30, entonces (*Cs*) será igual a 0.6; sí (*E*) es menor a 30 se sustituye en la siguiente ecuación.

$$Cs = 0.00063E^2$$

Con los valores obtenidos del gasto líquido (*Qp*) y la concentración de sedimentos (*Cs*) se calcula el gasto total del fluido que escurre sobre el cauce al final de la cuenca. Sustituyendo estos valores en la expresión para obtener (Q_T) resulta:

$$Q_T = \frac{Q_P}{1 - Cs}$$

Donde:

Q_T Gasto total que escurre al final de la cuenca (m^3/s).

Q_P Gasto líquido (m^3/s).

C_S Concentración de sedimentos (adimensional).

Finalmente, el gasto de sólidos se obtendrá con la expresión:

$$Q_s = Q_T - Q_P$$

Donde (Q_S) es el gasto de sólidos, en m^3/s, que representa el volumen de sedimentos por unidad de tiempo que acompaña a una avenida en un río, es decir, que el gasto total es la suma de los gastos líquido y sólido (CENAPRED, 2006b).

VII.1.a.2. Determinación del Área Hidráulica Permisible

El área hidráulica permisible es aquella que permite a que el flujo de escurrimiento (QP) transite sobre una sección de arroyo y/o río sin sobrepasar el área de este.

Para calcular está ase emplea la siguiente expresión:

$$Ah = \frac{Q_T}{V}$$

Donde:

Q_T Gasto total que escurre al final de la cuenca (m^3/s).

A_h Área hidráulica requerida.

V Velocidad del flujo (m/s).

La velocidad del flujo se determina de manera directa e indirecta:

- La forma directa se realiza in-situ, midiendo la velocidad del flujo que llevaba en ese momento el caudal del arroyo con la ayuda equipo especial.
- La velocidad indirecta se obtuvo de forma bibliográfica (CENAPRED, 2006b) de la cual se tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{L}{3600 t_c}$$

Donde:

L Longitud del cauce principal (m).

t_c Tiempo de concentración (24 h).

VII.1.a.3. Determinación del Área Geométrica

Para determinar el área geométrica en el cauce correspondiente a las subcuencas del área de estudio, se realizaron secciones transversales a lo largo de los ríos o arroyos. Estás se elaboraron en sitios donde se puede tener afectaciones por desbordamiento en el cauce, unión de tributarios al cauce, sitios en donde se estrechan los río o arroyos, donde se encuentre infraestructura, viviendas, servicios, etc. y/o que representen potencialmente la pérdida de vidas o bienes materiales.

Los datos recabados en campo para la realización de la sección transversal de un cauce natural y no natural (encausado) se representan en las Figuras 35 y 36.

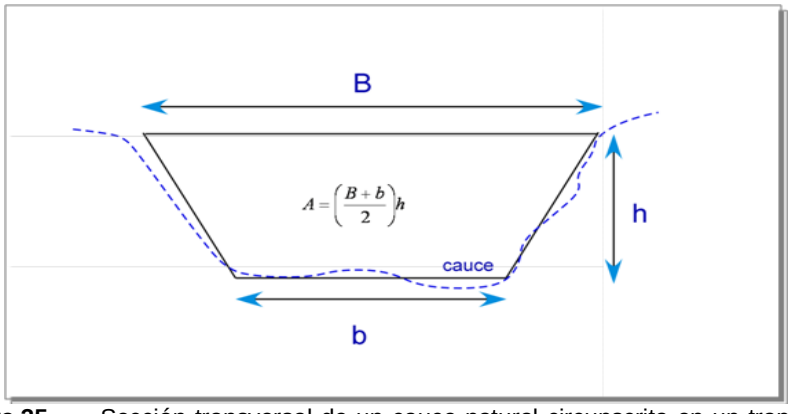


Figura 35. Sección transversal de un cauce natural circunscrita en un trapecio (CENAPRED, 2006b).

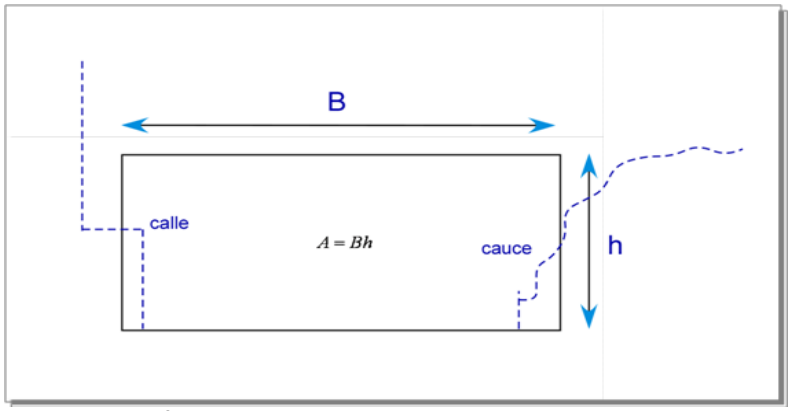


Figura 36. Sección transversal de un cauce no natural circunscrita en un rectángulo (CENAPRED, 2006b).

Es importante mencionar que también se tomaron en cuenta: pendientes de los márgenes, distancias de las laderas, profundidad del cauce, dirección del flujo, dirección de la sección y la distancia de las viviendas al cauce, así como fotografías aguas abajo, arriba y de cada uno de los márgenes, para finalmente determinar el área geométrica de cada sección transversal con ayuda del software CANVAS 11 (Figura 37).

Figura 37. Sección transversal de campo en el programa CANVAS.

VII.1.a.4. Determinación de las Zonas Inundables

La comparación del área hidráulica (***Ah***) y geométrica (***Ag***) permite conocer si una sección en particular tendrá problemas por desbordamiento.

- Si ***Ag > Ah*** la sección no presenta problemas por desbordamiento ya que existe más área geométrica o espacio para que el flujo de agua pase sin problemas.
- Si ***Ag < Ah*** la sección presenta problemas por desbordamiento lo que indica que el área geométrica no es suficiente para contener el flujo de agua.
- Si ***Ag = Ah*** la sección no presenta problemas por desbordamiento, se encuentra en equilibrio.

Para el caso donde ***Ag < Ah***, es necesario identificar mediante tanteos el tirante del agua, es decir proponiendo tirantes superiores al que permita el área geométrica y calculando el área de la nueva sección hasta igualar el valor con el área hidráulica requerida.

Además de los criterios antes descritos para la determinación de las zonas inundables, también se utilizaron curvas de nivel, modelos de elevación e imágenes Spot, Quick Bird, Ortofotos y Landsat.

En el caso de canales, debido a que no existe una que ayude a la determinación de zonas inundables, únicamente se emplearon las curvas de nivel, modelos de elevación e imágenes ya antes mencionadas, en lo referente a las fichas de campo, se tomaron en cuenta los mismos parámetros que se utilizaron para escurrimientos (Anexo II).

Para encharcamientos, se levantaron puntos de verificaron tomando como referencia los puntos más susceptibles en la Cabecera Municipal: Los datos levantados fueron: el tipo de inundación, la altura de la inundación, el cuerpo de agua y la distancia a éste, si es que existe; el tipo de zona, nivel socioeconómico, tipo de asentamiento, peligro y vulnerabilidad; así como fotografías y un croquis de la zona (Anexo II), con base en esto, a los modelos de elevación, curvas de nivel e imágenes, además de algunos capas de información proporcionada por Protección Civil, partiendo de esta información, se procedió a determinar las zonas susceptibles a encharcamientos.

La zonificación para zonas de acumulación se realizó con base al shape de terrenos sujetos a inundación otorgado por la CONABIO y algunos límites del mismo determinados por el INEGI.

Para determinar la Vulnerabilidad y Riesgo se baso en la metodología general, la cual podremos ver con detalle en el apartado IV.2 y IV.3.

VII.1.b. Climatología

Con la finalidad de conocer las condiciones climatológicas de la zona de estudio, fueron procesados y analizados datos las doce estaciones climatológicas que se encuentran distribuidas en la zona de estudio, cabe mencionar que estos datos fueron proporcionados por Comisión Nacional del Agua, de un período de 1979 al 2008. El análisis climático se realizó para cada una de las variables de precipitación, tormenta, granizo, temperaturas máximas, mínimas y medias. Cabe mencionar que en la interpolación para obtener la distribución espacial de las variables climáticas analizadas, fue necesario utilizar también información de estaciones de Municipios vecinos al área de estudio (Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando), con la finalidad de no afectar las tendencias de las variables interpoladas en los límites Municipales.

En lo que corresponde a las lluvias torrenciales se utilizaron los valores máximos en 24 horas, para precipitación se cálculo la precipitación media anual para cada estación, en cuanto a tormenta y granizo se calculó el número de días con tormenta y granizo promedio al año.

En el caso de las temperaturas se utilizaron las temperaturas promedios mínimas y máximas, es importante mencionar que para la obtención de la temperatura media se utilizaron los valores de las temperaturas mínimas y máximas de cada una de las estaciones procesadas.

Las Trayectorias de Ciclones Tropicales que han afectado a los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se obtuvieron de la base de datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Con base a esta información se determinó su comportamiento histórico, períodos de ocurrencia, así como los ciclones tropicales que han sido de mayor afectación.

Para la depuración y procesamiento de la base de datos se utilizó el programa Excel y con los software Arcmap 9.3 y Surfer 8.0 se obtuvieron los mapas para cada una de las variables antes mencionadas. Se recomienda al lector consulta el Anexo III, en el cual se presenta una base de datos depurada donde se involucran valores procesados de las estaciones climatológicas, mismos que se utilizaron para generar los diferentes mapas que se presentan en el apartado correspondiente a clima.

VII.1.c. Erosión

En referencia a la erosión, a la fecha no existe una metodología abalada por la autoridad correspondiente, es decir, por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, por lo cual la metodología aquí empleada y que a continuación se describe fue desarrollada por el Servicio Geológico Mexicano.

En una primera instancia se trata de la integración y análisis de información bibliográfica y cartográfica, ya sea impresa o en formato digital (INEGI, 2008). Posteriormente se llevan a cabo trabajos de campo y de gabinete, en ambos casos conjuntado e integrado en un Sistema de Información Geográfica, el cual a partir de su análisis genera mapas con distintas regionalizaciones en función de los tipos de erosión definidos.

Para la realización de los trabajos de campo se utilizan cartas topográficas 1:50,000, donde se marcan diferentes puntos de verificación en función de la escala a la que se desee trabajar, es decir, Estatal, Municipal, etc., en estos puntos se toma en cuenta el relieve del terreno, asentamientos humanos, zonas agrícolas, zonas sin población, tipo de vegetación, características del suelo, entre otros.

Con la finalidad de obtener la mayor información posible en campo, fueron diseñadas fichas de verificación con la información antes mencionada, ubicando en las cartas topográficas el sitio verificado. Cabe mencionar que los recorridos de campo están en función de la fisiografía de la región, factores sociales como el acceso a varias zonas problemáticas, condiciones del terreno y ciertos factores antropogénicos, entre otros, por lo cual es probable que la programación inicial de los recorridos de campo tienda a modificarse en función de las circunstancias citadas.

La ficha de campo se compone por dos tipos de datos, los de localización e identificación de la zona visitada y los datos técnicos asociados al tipo de erosión, además de llevar un registró fotográfico de cada punto.

Datos de Localización

- Clave del punto de verificación.
- Coordenadas en el sistema UTM; latitud (X), longitud (Y), altura (Z)
- Clave de la carta topográfica utilizada
- Nombre del Municipio
- Localidad
- Fecha

Datos técnicos.

- Tipo de erosión observado en la zona:

1. **(Eh) Erosión hídrica:** Eh0 nula, Eh1 débil, Eh2 moderada, Eh3 alta
2. **(Ec) Erosión concentrada:** Ec1 cauces y cañadas, Ec2 cárcavas
3. **(Ee) Erosión eólica**: Ee1 reptación, Ee2 deflación
4. **(Em) Erosión marina**: Em1 normal
5. **(Ea) Erosión antropogénica**

- Ea1 Por asentamientos humanos
- Ea2 Obras civiles
- Ea3 Deforestación
- Ea4 Actividades en dunas y playas

- Vegetación asociada
- Vegetación afectada
- Cobertura en kilómetros

- Unidad geológica asociada
- Uso de suelo
- Angulo de la pendiente

La información recabada en campo mediante el llenado de fichas es capturada en una base de datos, la cual mediante la manipulación del SIG se transforma en polígonos (áreas) en función del tipo de erosión que prevalezca, posteriormente se integra con la información cartográfica recopilada y analizada en un principio como edafología, geología, pendientes, vegetación y uso de suelo, entre otros, dando como resultado una clasificación de los diferentes factores, misma que se describe a continuación.

Factor Geología

Considerando las variaciones litológicas de la zona, en este caso producto de las cartas geológicas y mineras escala1:250,000, elaborada por el Servicio Geológico Mexicano, se utiliza la clasificación por grado de resistencia a compresión simple propuesta por Bieniawski (1973), asociándola al desgaste que se produce en las rocas por los agentes erosivos, donde a mayor resistencia a la compresión, menor susceptibilidad a la erosión. Se asigna un valor entre uno y tres, donde uno significa una baja susceptibilidad a la erosión y una alta resistencia a la compresión, dos indica una resistencia media a la erosión, al igual que una baja y alta resistencia a la compresión simple, el valor tres representa una baja resistencia a la compresión y una alta susceptibilidad a la erosión. En la Tabla 25, se muestra una relación entre las diferentes características de roca y el valor asignado.

Tabla 25. Clasificación litológica de acuerdo a la resistencia y susceptibilidad a la erosión.

LITOLOGÍA	TIPO DE ROCA	VALOR	LITOLOGÍA	TIPO DE ROCA	VALOR
Granodiorita-Monzonita	Rocas Intrusivas	1	Conglomerado Polimíctico	Aluvión	3
Gabro-Diabasa			Litoral		
Diorita - Sienita			Lutita-Arenisca	Rocas Sedimentarias	
Basalto	Rocas Extrusivas		Lutita - Caliza		
Sienita	Rocas Intrusivas		Aluvión	Aluvión	
Gneis	Rocas Metamórficas		Lutita-Marga	Rocas Sedimentarias	
Caliza-Lutita	Rocas Sedimentarias	2	Conglomerado Polimíctico-Arenisca		
Caliza-Travertino			Arenisca-Limolita		
Caliza-Brecha Oligomíctica			Arenisca		
Caliza			Arenisca-Yeso		
Caliza-Dolomía			Arenisca-Lutita		
Caliza - Lutita			Arenisca-Limolita		
Arenisca-Conglomerado Polimíctico		3	Lutita		
Lacustre	Aluvión		Conglomerado Polimíctico	Aluvión	
Eólico			Lutita-Arenisca	Rocas Sedimentarias	

Factor Edafología

Tomando como referencia La Guía para la Interpretación Cartografía Edafológica (INEGI, 2008), se elaboró una clasificación de tipos de suelo de acuerdo a la susceptibilidad que presentan a la erosión. Tomando en cuenta la base de datos edafológicos de la zona de estudio, en función del tipo de suelo predominante fueron asignados valores entre uno y tres en función de su grado de erodabilidad, así como

de las características propias de cada suelo, resultando un valor uno para erodabilidad baja, dos de grado medio y tres correspondiente a grado alto (Tabla 26).

Tabla 26. Clasificación edafológica con respecto al grado de erodabilidad.

NOMBRE DE SUELO	VALOR	NOMBRE DE SUELO	VALOR	NOMBRE DE SUELO	VALOR
Gleysol	1	Cambisol	2	Litosol	3
Vertisol		Chernozem		Fluvisol	
Xerosol		Rendzina		Luvisol	
Yermosol		Feozem		Regosol	
Sólonchak		Castañozem			

Factor Vegetación y Uso de Suelo

Un factor importante para reducir los efectos de la erosión es la eficacia de la cobertura vegetal. En este caso los tipos de vegetación, así como la cobertura de uso de suelo fueron tomados de INEGI (2008), integrándose en áreas con valores asignados entre uno y cinco, donde valores de uno son considerados como zonas no afectadas por la erosión, el valor dos representa una capa de suelo con posibilidades bajas de erosión, tres significa una capa de regular protección, en el caso del valor cuatro corresponde a una mala capa protectora, por último el valor cinco represente a una capa bastante susceptible a la erosión (Tabla 27).

Tabla 27. Clasificación por vegetación y uso de suelo.

ENTIDAD	VALOR
Cuerpo De Agua	1
Bosque	2
Selva	
Pastizal	3
Otros Tipos De Vegetación	
Área Agrícola	
Matorral	4
Localidad	
Área Sin Vegetación	5

Factor Pendiente

El grado de inclinación del terreno es un punto importante con respecto a la pérdida de material edáfico, por lo que se otorga cierta categoría a los grados de la pendiente que presenta la fisiografía de la región de estudio, el valor uno corresponde a un grado nulo de arrastre de material, dos representa un grado bajo, tres significa un grado medio y cuatro es el atributo a un grado alto (Tabla 28). Cabe mencionar que la información de pendientes fue generada durante el desarrollo de este estudio a partir de curvas topográficas de mapas a escala 1:50,000.

Tabla 28. Clasificación del grado de pendiente asociado a la Erosión.

ANGULO DE PENDIENTE	VALOR
0 - 5	1
6 - 15	2
16 - 45	3
46 - 90	4

Trabajo de Campo

La regionalización y delimitación de los distintos tipos de erosión cartografiados en campo se traducen en un mapa de tipología de erosión, integrado por distintas áreas, los cuales son clasificados de acuerdo al tipo o subtipo de erosión asignado en los recorridos de campo. A esta clasificación se les asigna un valor del uno al seis para indicar de manera cualitativa el grado de erosión, donde uno representa una escasa o nula erosión, dos atribuye a una erosión mínima o débil, tres equivale a una erosión media, cuatro corresponde a una erosión moderadamente alta, cinco es igual a una erosión alta y seis representa una erosión muy alta (Tabla 29).

Tabla 29. Clasificación de los tipos de erosión de acuerdo a su grado erosivo.

CLAVE	TIPOLOGÍA DE POLIGONOS	GRADO DE EROSIÓN	VALOR
Eh0	Hídrica, Nula	Nula	1
Eh1	Hídrica, Débil	Baja	2
Eh2	Hídrica, Moderada	Media	3
Ea1, Ea2	Antropogénica		
Ec1	Concentrada, Cauces Y Cañadas	Moderadamente Alta	4
Em1, Em-Ee	Marina, Eólica	Alta	5
Eh3	Hídrica Alta	Muy Alta	6

Finalmente la suma de los valores interrelacionados de cada factor se agrupan en cuatro rangos, el primero, representa los valores comprendidos entre cinco y ocho, representa el peligro bajo, el segundo, involucra las sumatorias que van de nueve y 13 y corresponden al peligro medio, el tercero, se constituye por valores comprendidos del 14-18 representando así el peligro alto y finalmente, el cuarto se compone por datos que van del 19-21 y se asocian al peligro muy alto (Tabla 30). De acuerdo a estos cuatro rangos se genera el panorama de susceptibilidad a la erosión, conjugando así, las características de cada lugar y lo cartografiado en los recorridos de campo con ayuda del programa Arcmap versión 9.3.

Tabla 30. Clasificación del tipo de peligro por erosión.

PELIGRO POR EROSIÓN	RANGOS	VALORES
Nulo	1	5 - 8
Bajo	2	9 - 13
Medio	3	14 - 18
Alto	4	19 - 21

VII.2. Inundación

La inundación es uno de los desastres naturales más devastadores, debido a la extensión de afectación. Este evento climático, se manifiesta cada vez más frecuente, debido a la acción del ser humano que ha causado modificaciones en los ecosistemas como son la erosión, degradación de suelos, deforestación, alteraciones en la red de drenaje, así como el mal estado de los drenes de los distritos de riego lo cual impide la rápida evacuación de las aguas pluviales etc., esto, aunado al cambio climático, originan una mayor frecuencia de huracanes con lluvias de mayor intensidad, que han dejado inundaciones graves y en algunos lugares, esto se convierte en un panorama que se presentan año tras año, lo que genera un problema severo para la población que habita éstas zonas.

En los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, se tienen registros de algunas inundaciones, causadas por el Huracán Emily el 20 de julio de 2005, fecha en la cual tocó tierra en San Fernando, causando severos daños principalmente en ejidos y colonias de este Municipio, además de daños menores en Méndez, Burgos y Cruillas. El Huracán Dolly en 1996, causó inundaciones también estos Municipios, principalmente en San Fernando, en este último, se tienen registradas algunas trombas,

el 23 de julio de 2007 y los daños más severos a viviendas, calles y caminos rurales, se produjeron en los ejidos Ampliación La Loma, La Loma y Águila Azteca, en septiembre de 2009, esta causó fuertes inundaciones y daños en las partes bajas de la región, dañando principalmente las colonias Paso Real y Loma Alta. Históricamente en septiembre de 1967 se produjo una inundación en San Fernando que provocó que el nivel del Río Conchos ascendiera hasta 17.67 m.

VII.2.a. Regiones Hidrológicas

Los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, se encuentran dentro de la Región Hidrológica San Fernando-Soto La Marina (RH-25), la cual se describirá a continuación.

VII.2.a.1. Región Hidrológica "San Fernando-Soto La Marina"

Esta región se ubica en la porción Centro y parte del Sur de la entidad, es la de mayor extensión ya que cuenta con 43,318.70 Km^2 lo que equivale a un 55.31% de la superficie total del Estado, abarca los Municipios de **Méndez, San Fernando, Cruillas, Burgos**, Jiménez, Abasolo, Soto la Marina, Mainero San Carlos, San Nicolás y Villagrán, Aldama y parte de Reynosa, Río Bravo, Matamoros, Ciudad Victoria, Casas, Altamira y una pequeña porción de Tampico, Ciudad Madero, Llera y González.

Esta región hidrológica, corresponde a todos los escurrimientos que desembocan en el Golfo de México, los cuales se encuentran entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco. De esta región, en Tamaulipas se localizan áreas parciales de cuatro cuencas:

- Laguna de San Andrés-Laguna Morales
- Río Soto la Marina
- Laguna Madre
- Río San Fernando

De estas cuatro cuencas dentro de los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, se ubican sólo áreas parciales de las cuencas de Laguna Madre y Río San Fernando así como siete subcuencas y 19 microcuencas (Tabla 31).

Tabla 31. Región Hidrográfica Río Bravo-Conchos.

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
Laguna Madre	Río Bajo San Fernando	Guadalupe
		Bajo San Fernando
		Medio San Fernando
		Bajo Chorreras
	Arroyo La Misión	Bajo Chorreras
		Alto Chorreras
		Palo Blanco - San Lorenzo
	Laguna Madre	Alto Chorreras
		Bajo Chorreras
		Palo Blanco - San Lorenzo
	aguna Guadalupe	Medio San Fernando
		Bajo San Fernando
		Palo Blanco - San Lorenzo
		Medio San Fernando
		San Lorenzo - Arroyo Del Tejón
		Guadalupe
		Tepeste

Continuación Tabla 31

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
R. San Fernando	Río San Lorenzo	San Lorenzo - Arroyo Del Tejón
		Tepeste
		Salado
		San Lorenzo
	Arroyo Chorreras	Medio San Fernando
		Bajo San Carlos
		Arroyo de La Estajadula
		Bajo San Fernando
		Medio San Fernando
		Palo Blanco - San Lorenzo
		Alto Chorreras
		Bajo Chorreras
	Río Conchos	Guadalupe
		San Lorenzo - Arroyo Del Tejón
		Tepeste
		Salado
		San Lorenzo
		Río Bajo Conchos
		Alto San Fernando
		Alto Conchos
		Medio San Fernando
		Burgos
R. San Fernando	Río Conchos	Bajo San Carlos
		Puertas Verdes
		Arroyo De La Estajadula
		Bajo San Fernando
		Medio San Fernando
		Alto Chorreras
		Bajo Chorreras
	Laguna Guadalupe	San Lorenzo - Arroyo Del Tejón

Para la zona comprendida por los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, el cauce de mayor importancia es: el Río Conchos, además del Río San Lorenzo (Salado) y algunos Arroyos como el Burgos, Chorreras, Los Anegados, El Atascaso, La Resaca y Contreras.

El Río Conchos (Fotografía 8), tiene su origen en el Estado de Nuevo León, al unirse los Ríos Linares y Potosí; entra a Tamaulipas por el Municipio de Burgos y sirve de límite entre los dos Estados, con una longitud de 45 Km., atraviesa los Municipios de Burgos y Méndez, donde se une al Río San Lorenzo (Salado) y los Arroyos Burgos, Contreras, El Atascoso y La Resaca, más adelante atraviesa la cabecera municipal de San Fernando y aguas abajo se junta con el Arroyo Chorreras, para desembocar finalmente en la Laguna Madre.

Fotografía 8. Río Conchos, Municipio de San Fernando.

Además de los Ríos y Arroyos ya mencionados en particular el Municipio de San Fernando cuenta con un importante cuerpo de agua que es la Laguna Madre (Fotografía 9), la cual contiene cuerpos de agua hipersalinos de poca profundidad, esta se extiende más de 250 Km paralelos al mar con una superficie aproximada de 200 mil hectáreas, del que lo separa una cadena de islotes perpendiculares a la costa, cortadas por “barras” o entradas de mar. Dentro del Municipio se ubican las barras de Santa María, San Rafael, Boca Ciega, Sandoval y El Viboreo y Jesús María.

Fotografía 9. Laguna Madre, Municipio de San Fernando.

A continuación se describen los tipos de inundación presentes en el área analizada, que son encharcamientos y desbordamiento de cauces, zonas de acumulación y canales, este último sólo afecta vías de comunicación. De los cuatro Municipios ya mencionados, los únicos afectados por inundaciones serían San Fernando, Méndez y Burgos, ya que Cruillas, sólo cuenta con cauces pequeños y de tipo intermitente, cabe mencionar que para el caso de Méndez y Burgos, la única problemática es por desbordamiento de cauces, a diferencia de San Fernando el cual además de los desbordamientos de cauces sufre de encharcamientos y desbordamiento de zonas de acumulación.

VII.2.b. Desbordamiento de Cauces

En los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando según la metodología establecida por el CENAPRED y la zonificación realizada bajo los criterios ya descritos en la Metodología, las zonas susceptibles a ser afectadas por este fenómeno se presentan en localidades, zonas urbanas y vías de comunicación (Figura 38), cabe mencionar que Cruillas no se ve afectado por este tipo de inundación, por lo que en este capítulo sólo se mencionarán los Municipios de San Fernando, Méndez y Burgos.

VII.2.b.1. Peligro

Las inundaciones por desbordamientos de cauces podrían afectar la un total de siete localidades, un total de ocho viviendas y 26 habitantes (Tabla 32). En Burgos serían tres localidades posiblemente afectadas en caso del desbordamiento del Río Burgos, las más afectadas en cuanto a número de habitantes y la zona de peligro serían la Cinco de Mayo y Santa Rosa ubicadas en la porción Norte.

En el Municipio de San Fernando se tienen cuatro localidades afectadas, dentro de las cuales se tendrían ocho habitantes perjudicados en cinco viviendas, por el desbordamiento del Río Conchos.

Con lo que respecta a los Municipios de Cruillas y Méndez, no se mencionan en la Tabla 32, ya que no presentan localidades afectadas por este tipo de inundación.

Tabla 32. Probables afectaciones por desbordamiento de cauces en localidades.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS	PELIGRO
Burgos	Burgos	1	Cinco de Mayo	7	1	Alto
		2	Gonzalo de La Rosa	4		Medio
	Río Conchos	1	Santa Rosa	7		Alto
San Fernando		2	El Anacua	3	2	Bajo
		3	Elías Ahumada	1	1	Medio
		4	Laguna de Lampazos	2		
		5	Localidad Sin Nombre	2		
TOTAL				**26**	**8**	

En zonas urbanas, este evento en Burgos se tendrían 329 habitantes en 120 viviendas, esto dentro de una sola colonia afectada la cual está ubicada en toda la porción Oriente de la Cabecera Municipal. En Méndez se tendrían diez viviendas con 43 habitantes perjudicados dentro de una colonia la cual en la Tabla 36, aparece sin nombre, sin embargo, se ubica en todo el Oriente de la Cabecera Municipal. Con lo que respecta a San Fernando se tienen 15 colonias con 6,206 habitantes en 1,587 viviendas posiblemente afectadas por el desbordamiento del Río Conchos, la Colonia más perjudicada sería Paso Real, que aunque no es la que más viviendas afectadas presenta, es la que tiene el mayor número de viviendas en la zona de peligro alto, además de ser la en la que mas edificaciones se verían dañadas (Tabla 33).

En la Figura 38, se muestra a manera de ejemplo la zonificación de peligro para la Cabecera Municipal de San Fernando. Con lo que respecta al Municipio de Cruillas no se menciona en la Tabla ya que no presentaría afectaciones en ninguna colonia.

Tabla 33. Afectaciones en zonas urbanas por desbordamiento de cauces.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	COLONIA	PELIGRO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	EDIFICACIONES
San Fernando	Río Conchos	1	Barrio Ladrillera	Bajo	108	31	
				Medio	96	23	
		2	Col. Ampliación. Loma Alta	Alto	13	4	
				Medio	293	73	
				Bajo	367	90	
		3	Col. Francisco Galván Loperena	Medio	84	13	1 Iglesia
				Bajo	30	7	
		4	Col. Gabriel de La Garza	Alto	1	1	1 Centro Deportivo, 1 Iglesia, 1 Oficina De Gobierno, 1 Cementerio
				Medio	306	69	
				Bajo	108	25	
		5	Col. Loma Alta		57	22	1 Escuela
		6	Col. Lomas de San Fernando	Medio	161	46	
				Bajo	59	18	
		7	Col. Obrera	Medio	137	29	1 Escuela, 1 Iglesia
				Bajo	209	51	
		8	Col. Paso Real	Alto	237	61	1 Centro Deportivo, 2 Escuelas, 2 Hoteles, 7 Iglesias
				Medio	284	71	
				Bajo	48	9	
		9	Col. Ribereña No 2	Bajo	12	4	
		10	Col. Tamaulipas	Medio	6	2	
				Bajo	44	12	
		11	Col. Vista Del Norte	Medio	274	72	
				Bajo	190	56	
		12	Col. Vista del Sur	Medio	5	1	
				Bajo	58	15	
San Fernando	Río Conchos	13	Fracc. Las Fuentes	Medio	748	192	1 Escuela, 1 Iglesia
				Bajo	4	2	
		14	Fracc. Los Cisnes	Medio	529	137	1 Hotel
				Bajo	55	15	
		15	Sin Nombre	Alto	28	8	
				Medio	1,146	291	
				Bajo	507	136	
Burgos	Burgos	1	Col. Alberto Carrera Torres	Alto	21	18	1 Iglesia, 1 Plaza, 1 Gasolinera, 1 Gasera
				Medio	150	57	
				Bajo	141	45	
Méndez	Río Conchos	1	Sin Nombre	Medio	7	2	1 Iglesia, 1 Terminal, 1 Hospital, 1 Gasolinera
				Bajo	36	8	
TOTAL					**6,559**	**1,716**	

En la Tabla 34, se muestran los diferentes tipos de vías de comunicación afectables. El costo expuesto sería de $1,310.507.97 en 52.78 Km, esto sólo por conceptos de limpieza. La calle de tercer orden sería la más afectada, con una longitud de 26.96 Km y una pérdida económica de $801,243.50.

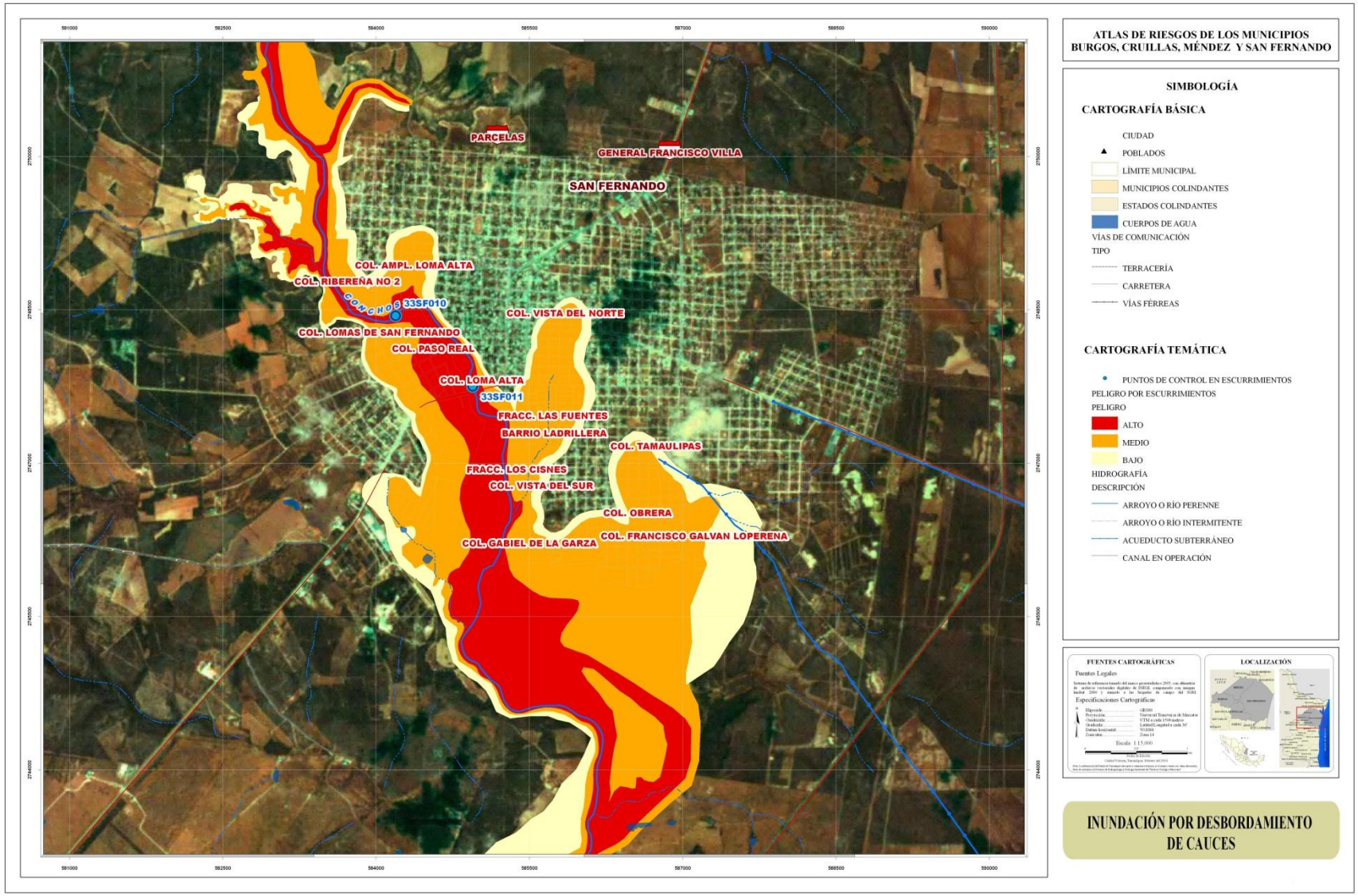


Figura 38. Zonificación por desbordamiento de cauces en la Cabecera Municipal de San Fernando.

Tabla 34. Afectaciones potenciales a vías de comunicación por desbordamiento de cauces.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	TIPO	PELIGRO	LONGITUD	COSTO TOTAL ($)
San Fernando	Río Conchos	Calle de Segundo Orden	Medio	0.48	14,260.18
			Bajo	0.23	3,904.57
		Calle de Tercer Orden	Alto	3.04	129,020.64
			Medio	26.97	801,243.50
			Bajo	12.13	205,923.69
		Camino de Terracería	Alto	0.26	117.26
		Carretera Estatal		0.38	513.89
		Carretera Federal		0.60	8,275.80
			Medio	0.28	2,703.43
			Bajo	0.39	2,151.71
	Chorreras	Carretera Federal	Alto	0.20	2,758.60
Burgos	Río Conchos	Camino De Terracería		0.76	342.76
	Burgos	Calle de Segundo Orden	Medio	0.06	1,782.52
			Bajo	0.24	4,074.34
		Calle de Tercer Orden	Alto	0.80	33,952.80
			Medio	1.87	55,555.27
			Bajo	1.80	30,557.52
		Camino de Terracería	Alto	0.05	22.55
		Carretera Estatal		0.04	213.76
			Medio	0.03	112.22
			Bajo	1.07	2,287.23
Méndez	Contreras	Camino De Terracería	Alto	0.15	67.65
	El Atascoso			0.08	36.08
	Río Conchos			0.19	85.69
			Medio	0.06	18.94
		Calle de Tercer Orden	Bajo	0.62	10,525.37
TOTAL				**52.78**	**1,310,507.97**

VII.2.b.2. Vulnerabilidad

Una vez delimitadas las zonas de peligro por desbordamiento de cauces, se realizó un análisis con el fin de calcular la vulnerabilidad según la tipología de viviendas y el nivel de peligro al cual se encuentran expuestas. Al costo total de las viviendas se les aplicó un índice de vulnerabilidad (Capítulo IV.2.a), de lo cual se desprende el costo de las pérdidas totales en caso de inundación por desbordamiento. Cabe mencionar que con lo que respecta a los Municipios de Cruillas y Méndez no se tienen posibles afectaciones en localidades por desbordamiento de cauces.

Para localidades, en la Tabla 35, se puede observar que tanto para Burgos como para San Fernando, todas las viviendas son de tipo I por lo que su vulnerabilidad es muy alta en los dos Municipios.

Tabla 35. Distribución de vivienda en localidades por tipo y costos totales.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS	TIPO DE VIVIENDA	COSTO TOTAL ($)
						I	
Burgos	Burgos	1	Cinco de Mayo	7	1	1	12,500.00
		2	Gonzalo De La Rosa	4			8,750.00
	Río Conchos	3	Santa Rosa	7			12,500.00
San Fernando	Río Conchos	1	El Anacua	3	2	2	10,000.00
		2	Elías Ahumada	1	1	1	8,750.00
		3	Laguna de Lampazos	2			8,750.00
		4	Localidad sin Nombre				8,750.00
TOTAL				**26**	**8**	**8**	**70,000.00**

Con lo que respecta a zonas urbanas, en la Tabla 39, se muestra el tipo de las viviendas potencialmente afectables así como su costo total por daño, para cada una de las colonias, de esto podemos decir que para Burgos como ya se mencionó sólo se tiene una colonia afectada dentro de la cual la mayoría de las viviendas son de tipo III, por lo que tienen una vulnerabilidad media, sin embargo, se tienen cinco de tipo II, cuya vulnerabilidad es alta, el costo total expuesto sería de $22,381,300.00. En Méndez de las diez viviendas posiblemente afectadas ocho son de tipo III y dos de tipo II por lo que aunque la vulnerabilidad es de alta a media, sobresale esta última, las pérdidas económicas ascenderían a $1, 260,400.00.

En San Fernando la mayoría de las viviendas posiblemente afectadas son de tipo III por lo que el grado de vulnerabilidad predominante es medio, sin embargo, en algunas colonias como Obrera, Francisco Galván Loperena y Gabriel De La Garza, ubicadas en la porción Centro Sur, presentan viviendas de tipo I y II, lo que indica que la vulnerabilidad para estas puede variar desde alta hasta muy alta. Cabe mencionar que el Municipio de Cruillas no presentaría afectaciones en su Cabecera Municipal, motivo por el cual no se menciona en la Tabla 36.

Tabla 36. Viviendas en zonas urbanas por tipo y costos totales por daño.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA				POBLACIÓN	VIVIENDAS	COSTO TOTAL ($)
				I	II	III	IV			
San Fernando	Río Conchos	1	Barrio Ladrillera		3	51		204	54	8,236,050.00
		2	Col. Ampl. Loma Alta		9	158		673	167	26,612,400.00
		3	Col. Francisco Galván Loperena	6	5	9		114	20	2,191,150.00
		4	Col. Gabriel de La Garza	3	13	79		415	95	16,001,750.00
		5	Col. Loma Alta			23		58	23	2,850,000.00
		6	Col. Lomas de San Fernando		3	61		220	64	11,595,750.00
		7	Col. Obrera	5	12	63		346	80	10,389,550.00
		8	Col. Paso Real		4	137		569	141	33,916,250.00
		9	Col. Ribereña No 2			4		12	4	480,000.00
San Fernando	Río Conchos	10	Col. Tamaulipas		5	9		50	14	1,471,300.00
		11	Col. Vista del Norte		3	125		464	128	21,526,050.00
		12	Col. Vista del Sur			16		63	16	2,010,000.00
		13	Fracc. Las Fuentes			140	54	752	194	46,230,000.00
		14	Fracc. Los Cisnes		11	141		585	152	29,463,700.00
		15	Sin Nombre	3	8	422	2	1,681	435	78,685,000.00
Burgos	Burgos	1	Col. Alberto Carrera Torres		5	115		329	120	22,381,300.00
Méndez	Río Conchos	1	Sin Nombre		2	8		43	10	1,260,400.00
TOTAL				**17**	**83**	**1,561**	**56**	**6,578**	**1,717**	**315,300,650.00**

VII.2.b.3. Riesgo

De acuerdo a la matriz utilizada para determinar el nivel de riesgo de las viviendas en localidades en el Capítulo de Metodología se obtuvo la distribución por tipo de vivienda y habitantes afectados que se muestra en la Tabla 37, donde también se puede observar que para Burgos se tienen las localidades Cinco de Mayo y Santa Rosa ubicadas en la porción Norte de la Cabecera Municipal en riesgo muy alta, mientras que la localidad Gonzalo De La Rosa ubicada al Sur de la Cabecera Municipal se encuentra en riesgo alto.

Para las cuatro localidades posiblemente afectadas en el Municipio de San Fernando debido a que el tipo de viviendas es I, todas tienen un grado de vulnerabilidad muy alto, por lo que al realizar la correlación con el peligro, se determinó que la mayoría de las viviendas se encuentran en riesgo alto

(Figura 39). Cabe mencionar que en los Municipios de Cruillas y Méndez no se tienen localidades posiblemente afectadas por el desbordamiento de cauces.

Tabla 37. Riesgo en localidades de los Municipios de Burgos y San Fernando.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS	RIESGO
Burgos	Burgos	1	Cinco De Mayo	7	1	Muy Alto
		2	Gonzalo De La Rosa	4		Alto
	Río Conchos	3	Santa Rosa	7		Muy Alto
San Fernando	Río Conchos	1	El Anacua	3	2	Alto
		2	Elías Ahumada	1	1	
		3	Laguna De Lampazos	2		
		4	Localidad Sin Nombre			
TOTAL				**26**	**8**	

En la Tabla 38, se muestran las colonias, con el número de viviendas, habitantes, tipo y riesgo en zonas urbanas, de esto se puede decir que para los tres Municipios posiblemente afectados debido a que la mayoría de las viviendas son de tipo III, la vulnerabilidad predominante es media y por ende presenta un riesgo que va de medio a bajo, sin embargo, como ya se mencionó en el apartado de vulnerabilidad existen algunas colonias como la Obrera, Francisco Galván Loperena y Gabriel De La Garza ubicadas en la porción Centro Sur de la Cabecera Municipal de San Fernando que al presentar una vulnerabilidad de alta a muy alta se ubican en riesgo desde bajo hasta alto, dependiendo de la zona de peligro donde se encuentren ubicadas (Figura 39).

Con lo que respecta al Municipio de Cruillas como ya se mencionó en apartados anteriores no aparece en las tablas ya que no presenta posibles afectaciones por el desbordamiento de algún cauce.

Tabla 38. Riesgo en zonas urbanas de los Municipios San Fernando, Burgos y Méndez.

MUNICIPIO	CUERPO DE AGUA	No.	COLONIA	POBLACIÓN	VIVIENDAS	RIESGO
San Fernando	Rio Conchos	1	Barrio Ladrillera	204	54	Medio/Bajo
		2	Col. Ampl. Loma Alta	673	167	
		3	Col. Francisco Galván Loperena	114	20	Alto/Medio/Bajo
		4	Col. Gabriel De La Garza	415	95	
		5	Col. Loma Alta	58	23	Medio/Bajo
		6	Col. Lomas De San Fernando	220	64	
		7	Col. Obrera	346	80	Alto/Medio/Bajo
		8	Col. Paso Real	569	141	Medio/Bajo
		9	Col. Ribereña No 2	12	4	Bajo
		10	Col. Tamaulipas	50	14	Medio/Bajo
		11	Col. Vista Del Norte	464	128	
		12	Col. Vista Del Sur	63	16	
		13	Fracc. Las Fuentes	752	194	
		14	Fracc. Los Cisnes	585	152	
		15	Sin Nombre	1,681	435	Alto/Medio/Bajo
Burgos	Burgos	1	Col. Alberto Carrera Torres	329	120	Medio/Bajo
Méndez	Río Conchos	1	Sin Nombre	43	10	
TOTAL				**6,578**	**1,717**	

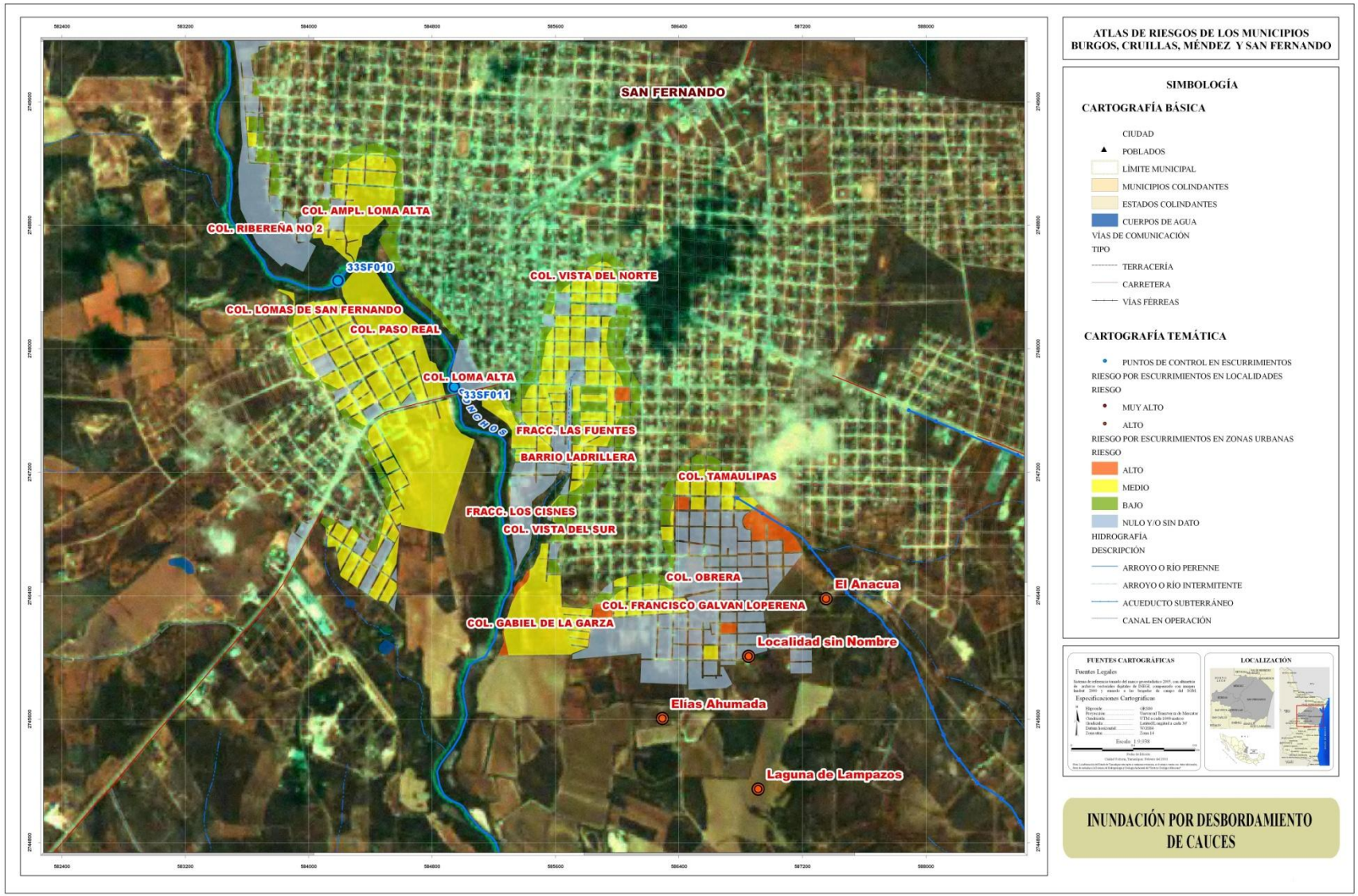


Figura 39. Zonificación de riesgo por desbordamiento de cauces en el Municipio de San Fernando.

VII.3. Encharcamientos

La manifestación del fenómeno de inundación denominada “encharcamiento” se hace presente en las zonas urbanas donde la ineficiencia y/o inexistencia de sistema de alcantarillado o de drenaje pluvial, provoca que se incremente el nivel del agua producto de la intensa precipitación del lugar. Del mismo modo, este fenómeno se produce como consecuencia de la precipitación, debido a que el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse por un periódo de tiempo (García, 2008).

En el presente estudio se identificaron y cartografiaron los sectores más susceptibles de los Municipios de San Fernando, Cruillas, Méndez y Burgos; que son afectados por este fenómeno, determinándose que sólo el Municipio de San Fernando presenta problemas a causa de encharcamientos.

La zonificación elaborada para el caso de encharcamientos corresponde sólo a peligro alto, lo anterior debido a que no se cuenta con los niveles de agua presentes en los sitios, los cuales son necesarios para generar una zonificación a mayor detalle que involucre una tasa menor de peligro, es decir, medio y bajo.

VII.3.a. Peligro

En este apartado se identificaron 13 colonias afectadas que pertenecen al Municipio de San Fernando; donde se ubican 4,237 viviendas con una población damnificada de 16,340 habitantes. Estas colonias abarcan un área total vulnerable de 6.26 Km^2, como se observa en la Tabla 39, las cuatro colonias más afectadas, en cuanto al número de viviendas y población expuesta, son: Ampliación Loma Alta, Loma Alta ubicadas al norponiente y Vista del Norte localizada en la porción Centro Norte de la Cabecera Municipal. En la Figura 40, se ilustrarán las zonas de peligro en el Municipio de San Fernando debido al impacto de este evento.

Tabla 39. Colonias afectadas por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando.

MUNICIPIO	No.	NOMBRE DE COLONIA	POBLACIÓN	VIVIENDAS
San Fernando	1	Barrio Ladrillera	596	154
	2	Ampliación Loma Alta	2,044	493
	3	Francisco Galván Loperena	115	19
	4	Gabriel de la Garza	218	50
	5	Loma Alta	4,965	1,372
	6	Lomas de San Fernando	72	20
	7	Paso Real	748	183
	8	Ribereda No. 2	366	88
	9	Vista del Norte	4,245	1,090
	10	Vista del Sur	489	116
	11	Fraccionamiento Las Fuentes	752	193
	12	Fraccionamiento Los Cisnes	386	97
	13	Sin nombre	1,344	362

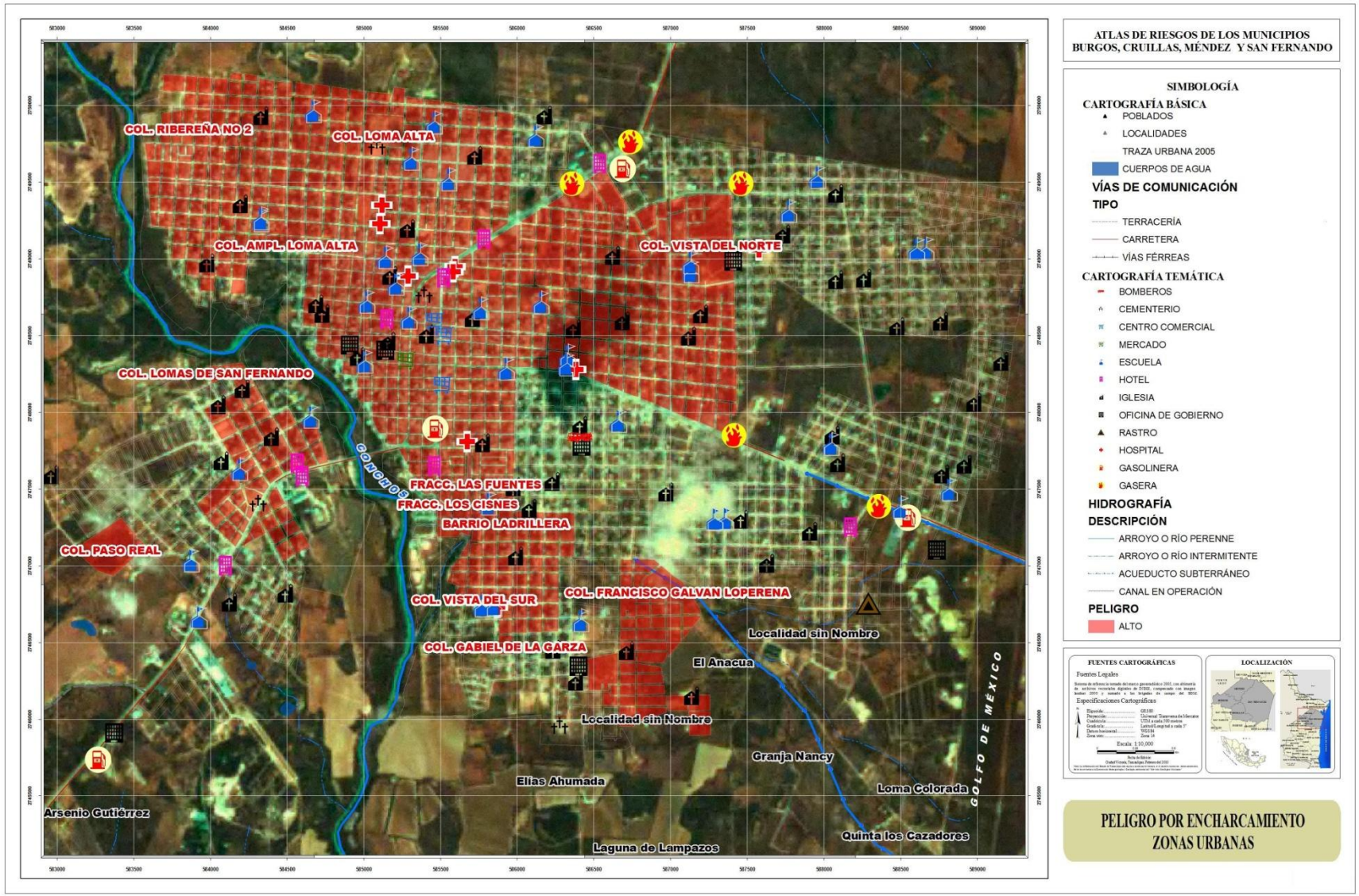


Figura 40. Zonificación de peligro por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando.

En la Figura 40, se observa que gran parte de la Cabecera Municipal presenta encharcamiento definido en los sectores Centro, Sur y Oeste; en comparación con el área de la Cabecera Municipal, 19.62 Km^2, sólo 31.91% representa el área de problemática por este suceso.

Otros daños provocados por este evento, son a las edificaciones e infraestructura social y económica presente en la zona de estudio, como: gasolineras, escuelas, hoteles, rastro Municipal, etc. En la Tabla 40, se enlista este tipo de infraestructura que es afectada, en resumen son: una gasolinera, dos cementerios, una instalación de CFE, cuatro centros comerciales, tres centros deportivos, 20 escuelas, un mercado, cuatro hoteles, 19 iglesias, dos oficinas de gobierno, dos plazas (zonas de esparcimiento), tres terminales de autobuses y cinco hospitales.

Tabla 40. Edificaciones en zonas de encharcamiento, Ciudad de San Fernando.

MUNICIPIO	No.	COLONIA	EDIFICACIONES AFECTADAS
San Fernando	1	Ampl. Loma Alta	2 Iglesias.
	2	Francisco Galván Loperena	1 Iglesia.
	3	Loma Alta	1 Centro de Convenciones, 1 Mercado, 1 Centro Deportivo, 1 CFE, 11 Escuelas, 1 Hotel, 4 Iglesias, 2 Plazas, 2 Oficinas De Gobierno y 2 Hospitales.
	4	Paso Real	1 Escuela, 1 Centro Deportivo, 1 Cementerio, 1 Hotel y 3 Iglesias.
	5	Ribereña	1 Iglesia.
	6	Vista del Norte	1 Cementerio, 3 Centros Comerciales, 1 Centro Deportivo, 5 Escuelas, 1 Hotel, 6 Iglesias, 1 Plaza, 3 Terminales y 2 Hospitales
	7	Fraccionamiento Las Fuentes	1 Escuela y 1 Iglesia
	8	Fraccionamiento Los Cisnes	1 Hotel
	9	Sin nombre (Norponiente de la Cabecera Municipal)	1 Escuela, 2 Iglesias, 1 Hospital y 1 Gasolinera

VII.3.b. Vulnerabilidad

Este concepto se define en base a los bienes expuestos ante el fenómeno, es decir, el grado de exposición o la fragilidad del sistema, tal que las amenazas climáticas lleguen a representar daños a la economía, la vida humana y/o el ambiente del sistema bajo estudio (UV, 2006).

De acuerdo a la metodología de CENAPRED, la tipología de las viviendas se elaboró acorde a la información disponible para el proyecto, donde se arrojan cuatro tipos de vivienda y que son descritas en el apartado de Metodología. En base a los valores previamente establecidos se determinarán las pérdidas materiales que se pudieran generar al ser afectadas las viviendas por este tipo de inundación.

Cabe señalar que este fenómeno es menos severo que el desbordamiento, es decir, en caso de ocurrencia provocaría daños sólo en el menaje y no en la estructura de la edificación, por lo cual se consideró como expuesto sólo el 10% del valor del menaje para cada uno de los tipos de vivienda, es decir, en el caso de tipo I corresponde a $1,250.00, tipo II a $ 15,050.00, tipo III a $30,000.00 y tipo IV a $45,000.00.

Los tipos de vivienda y el costo total expuesto por infraestructura expuesta que se presenta en la población de San Fernando, se observa en la Tabla 41, donde se denota que la vivienda tipo III es la predominante en las colonias afectadas con un total de 3,923 unidades; dicha vivienda es considerada como vulnerabilidad media. En segundo término, las viviendas de tipo II y IV con 154 y 141 unidades, respectivamente; dichos tipos son consideradas como vulnerabilidad alta y baja. Mientras que para las viviendas de tipo I se cuantifican con 19 unidades pero es la que representa el tipo de vulnerabilidad muy alta. Las colonias que presentan mayor diversidad del tipo de viviendas son: Ribereña No. 2, Ampliación Loma Alta, Loma Alta ubicadas al norponiente, Francisco Galván Loperena, en la parte Centro Sur, y Vista del Norte en el Centro Norte de la Cabecera Municipal.

Tabla 41. Tipo de viviendas en zonas de encharcamiento, San Fernando.

MUNICIPIO	CIUDAD	No.	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA				COSTO TOTAL ($)
				I	II	III	IV	
San Fernando	San Fernando	1	Barrio Ladrillera		6	148		4,575,150.00
		2	Ampliación Loma Alta	4	21	468		14,361,050.00
		3	Francisco Galván Loperena	6	5	8		322,750.00
		4	Gabriel de la Garza		4	46		1,440,200.00
		5	Loma Alta	3	12	1,310	47	41,599,350.00
		6	Lomas de San Fernando			20		600,000.00
		7	Paso Real		10	173		5,340,500.00
		8	Ribereña No. 2	3	15	70		2,329,500.00
		9	Vista del Norte	3	42	1,013	32	32,465,850.00
		10	Vista del Sur		11	105		3,315,550.00
		11	Fraccionamiento Las Fuentes			139	54	6,600,000.00
		12	Fraccionamiento Los Cisnes		10	87		2,760,500.00
		13	Sin nombre		18	336	8	10,710,900.00
TOTAL				**19**	**154**	**3,923**	**141**	**126,421,300.00**

VII.3.c. Riesgo

Este término se relaciona con los conceptos peligro y vulnerabilidad, es decir, según la zona de peligro donde se localice dicha población y las características socioeconómicas presentes se determina el grado de riesgo. Para esto se utilizó una matriz (descrita en el apartado de metodología) donde, en función de estas variables, se obtiene los diferentes niveles de riesgo. De acuerdo a lo anterior se obtuvieron clasificaciones de riesgo en función de la zona urbana analizada, su tipología y número de viviendas expuestas. El tipo, número de viviendas y nivel de riesgo para las colonias más afectadas de la Cabecera Municipal de San Fernando se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42. Tipo de vivienda y nivel de riesgo de colonias afectadas en San Fernando.

MUNICIPIO	No.	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA				RIESGO
			I	II	III	IV	
San Fernando	1	Barrio Ladrillera		6	148		Alto/Medio
	2	Ampliación Loma Alta	4	21	468		Muy Alto/Alto/Medio
	3	Francisco Galván Loperena	6	5	8		
	4	Gabriel de la Garza		4	46		Alto/Medio
	5	Loma Alta	3	12	1,310	47	Muy Alto/Alto/Medio/Medio
	6	Lomas de San Fernando			20		Medio
	7	Paso Real		10	173		Alto/Medio
	8	Ribereña No. 2	3	15	70		Muy Alto/Alto/Medio
	9	Vista del Norte	3	42	1,013	32	Muy Alto/Alto/Medio/Medio
	10	Vista del Sur		11	105		Alto/Medio
	11	Fraccionamiento Las Fuentes			139	54	Medio
	12	Fraccionamiento Los Cisnes		10	87		Alto/Medio
	13	Sin nombre		18	336	8	Alto/Medio/Medio

Para esta zona analizada, en la Tabla 42 se observa que la Cabecera Municipal de San Fernando presenta viviendas del tipo II y III que resultan con un nivel de riesgo alto y medio, como se muestra en la Figura 41. Las zonas con riesgo muy alto y medio, tipo de vivienda I y IV, se localizan a los límites de dicha zona urbana, en los sectores Sureste, Suroeste y Noroeste. Las colonias que presentan mayor diversidad de viviendas, respecto a los niveles de riesgo, son: Loma Alta y Vista Norte.

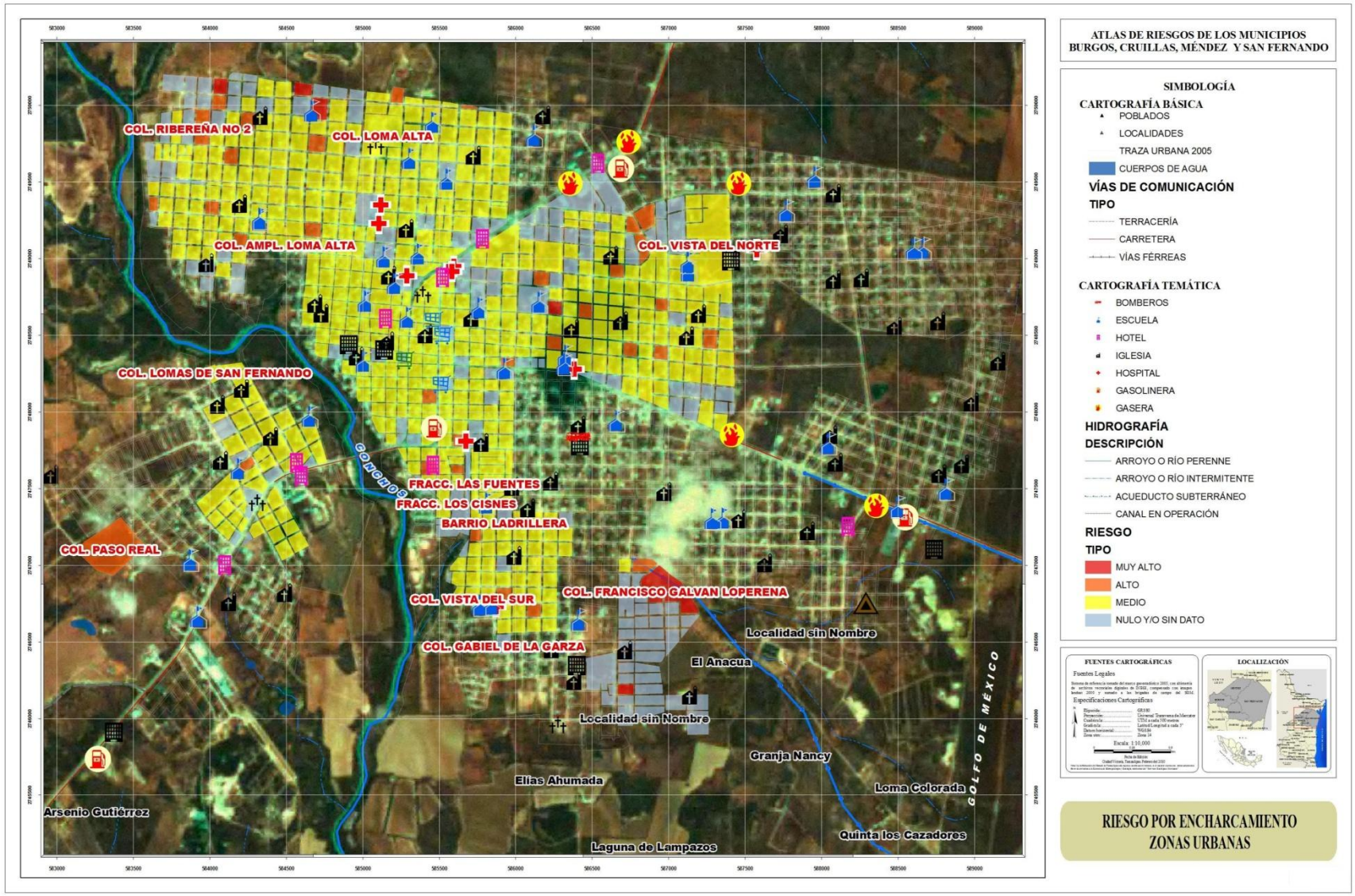


Figura 41. Zonificación de riesgo por encharcamiento en la Cabecera Municipal de San Fernando.

VII.4. Canales

Este tipo de infraestructura hidráulica también llamada vertedero, es destinada a permitir el paso libre o controlado del agua en los escurrimientos superficiales, algunas de sus finalidades es garantizar la seguridad de la estructura hidráulica, al no permitir la elevación del nivel aguas arriba, por encima del nivel máximo (Darío, 2006).

El desbordamiento en estas estructuras no es tan frecuente como las corrientes naturales, ya que son sistemas hidráulicos usualmente controlados, pues el agua es destinada para fines agrícolas, desfogue de presas, energía eléctrica o suministro de agua potable. Cabe señalar que la zonificación de estas corrientes, se realizó como una medida preventiva hacia la ciudadanía por lo que se consideró como peligro medio. Las vías de comunicación, localidades y zonas urbanas que no presenta ninguna descripción de peligro, vulnerabilidad y riesgo sobre este evento se debe a que no se presenta afectación alguna por este tipo de infraestructura.

VII.4.a. Peligro

Las zonas determinadas por desbordamiento de canales afectan tanto a vías de comunicación y localidades, solamente en el Municipio de San Fernando y Méndez. En la Tabla 43, se mencionan los tipos de carreteras, longitud y costo por afectación. En esta Tabla, se observa que la vía de comunicación más afectada es la carretera de terracería, con una longitud de 64.62 Km. y una pérdida económica de $20,400. En este rubro, el Municipio de San Fernando es el más afectado con un total de 52.31 Km, que representa una pérdida económica de $44,668, mientras que en el Municipio de Méndez se cuantificaron 19.83 Km que representan una pérdida de $6,260 sólo para el camino de terracería. En los demás Municipios no se cuantificaron daños debido a que no existen carreteras y poblaciones afectadas por el desbordamiento de canales.

Tabla 43. Sistemas Carreteros afectados por desborde de canales en Méndez y San Fernando.

MUNICIPIO	TIPO DE VÍA DE COMUNICACIÓN	LONGITUD (Km)	COSTO TOTAL($)
Méndez	Camino de Terracería	19.83	6,260.00
San Fernando	Carretera Federal	0.43	4,152.00
	Carretera Estatal	6.84	25,587.00
	Calle de Tercer Orden	0.25	789.00
	Camino de Terracería	44.79	14,140.00
	SUBTOTAL	**52.31**	**44,668.00**
TOTAL		**72.14**	**50,928.00**

Respecto a las localidades, en la Tabla 44 se muestra que la localidad El Ebanito, perteneciente al Municipio de San Fernando, es la única que es afectada con un registró mínimo de población y vivienda.

Tabla 44. Localidades afectadas por desbordamiento de canales.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	VIVIENDAS	POBLACIÓN
San Fernando	El Ebanito	1	1

Aunado a lo anterior, estas afectaciones se ilustran en la Figura 42, donde se observa que el sector Noreste del área de estudio se ubica la zonificación realizada en este tipo de infraestructura hidráulica.

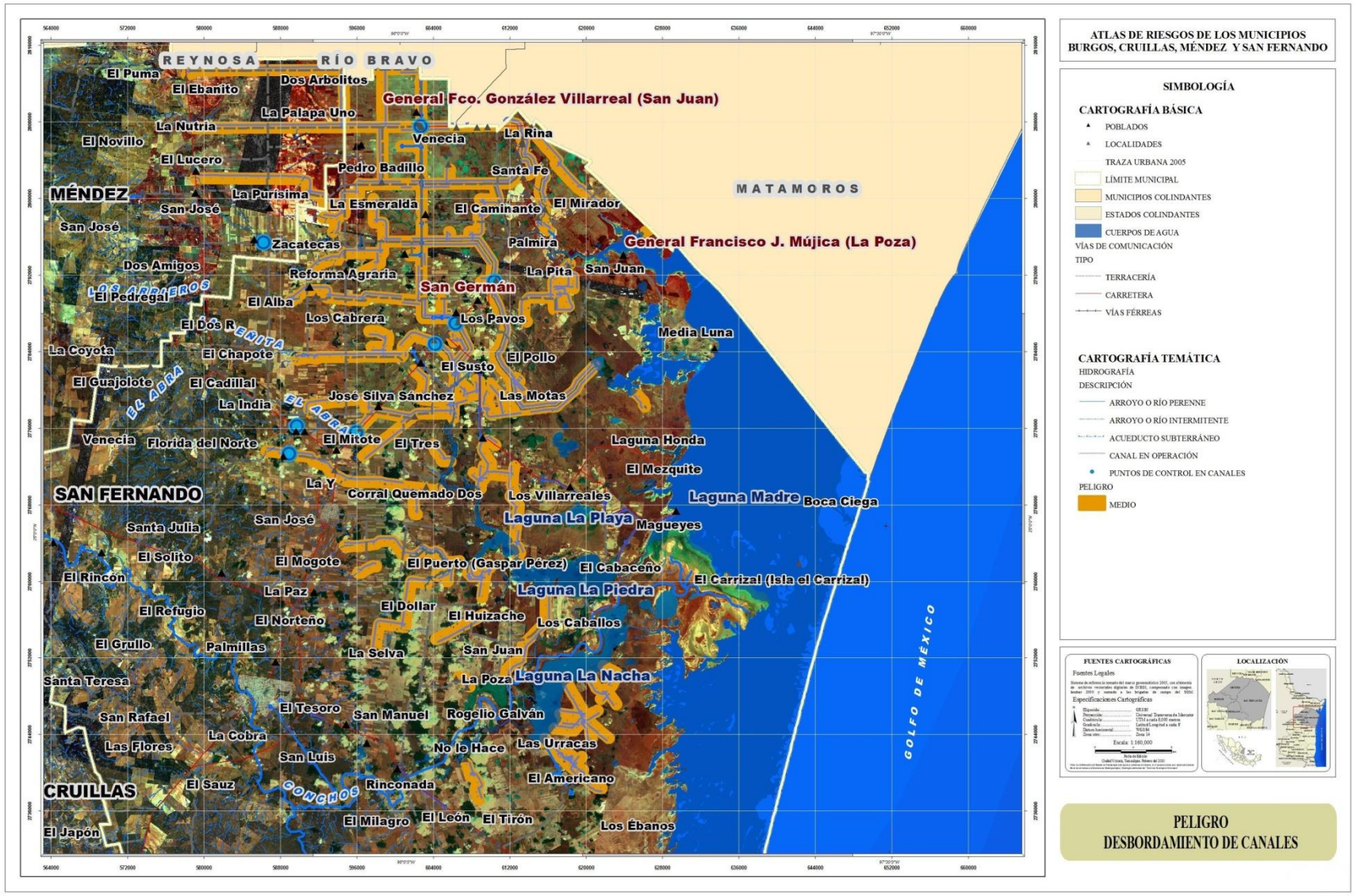


Figura 42. Zonificación por desbordamiento de Canales en el Municipio de San Fernando.

En este tipo de zonificación, la afectación más importante se presenta en las vías de comunicación. Uno de estos puntos de verificación se presenta en la localidad La Loma, por la carretera Federal No. 101; donde pasa un canal que transporta material de tipo grava arcillosa, arena y arcilla. Este canal presenta un ancho de cauce de 15 – 30 m y un tirante > 2 m aproximadamente (Fotografía 10).

Fotografía 10. Canal ubicado en la carretera No. 101, localidad de La Loma, San Fernando.

VII.4.b. Vulnerabilidad

Una vez delimitadas las zonas de peligro por desbordamiento de cauces, se realizó un análisis con el fin de calcular la vulnerabilidad según la tipología de viviendas y el nivel de peligro al cual se encuentran expuestas. Al costo total de las viviendas se les aplicó un índice de vulnerabilidad, de lo cual se desprende el costo de las pérdidas totales en caso de inundación por desbordamiento de canales.

Por lo que en la Tabla 45, se muestra el número de viviendas según su tipo y el costo total de la localidad afectada en el Municipio de San Fernando. Esta localidad presenta el tipo I de vivienda que es considerada con el grado de vulnerabilidad muy alto; por lo que el costo de daño asciende a $8,750.

Tabla 45. Tipo de vivienda y costo total por daño en la localidad El Ebanito.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	TIPO DE VIVIENDA	COSTO TOTAL($)
San Fernando	El Ebanito	I	8,750.00

VII.4.c. Riesgo

En este apartado se correlacionaron los conceptos peligro y vulnerabilidad; tal y como se describe en la sección de metodología. Con base a ello, se obtiene el nivel de riesgo que presentan las localidades y las zonas urbanas con respecto al impacto del desbordamiento de canales. En este caso, sólo se presenta una localidad afectada del Municipio de San Fernando; por lo que, en la Tabla 49, se observa que la vivienda de tipo I resulta con un riesgo alto, debido a la correlación entre el peligro medio, y la vulnerabilidad muy alta, ya que representa el tipo de vivienda más vulnerable de esta clasificación. El resultado obtenido en riesgo se ilustra en la Figura 46.

Tabla 46. Nivel de riesgo en localidad El Ebanito por desbordamiento de canales.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	TIPO DE VIVIENDA	RIESGO
San Fernando	El Ebanito	I	Alto

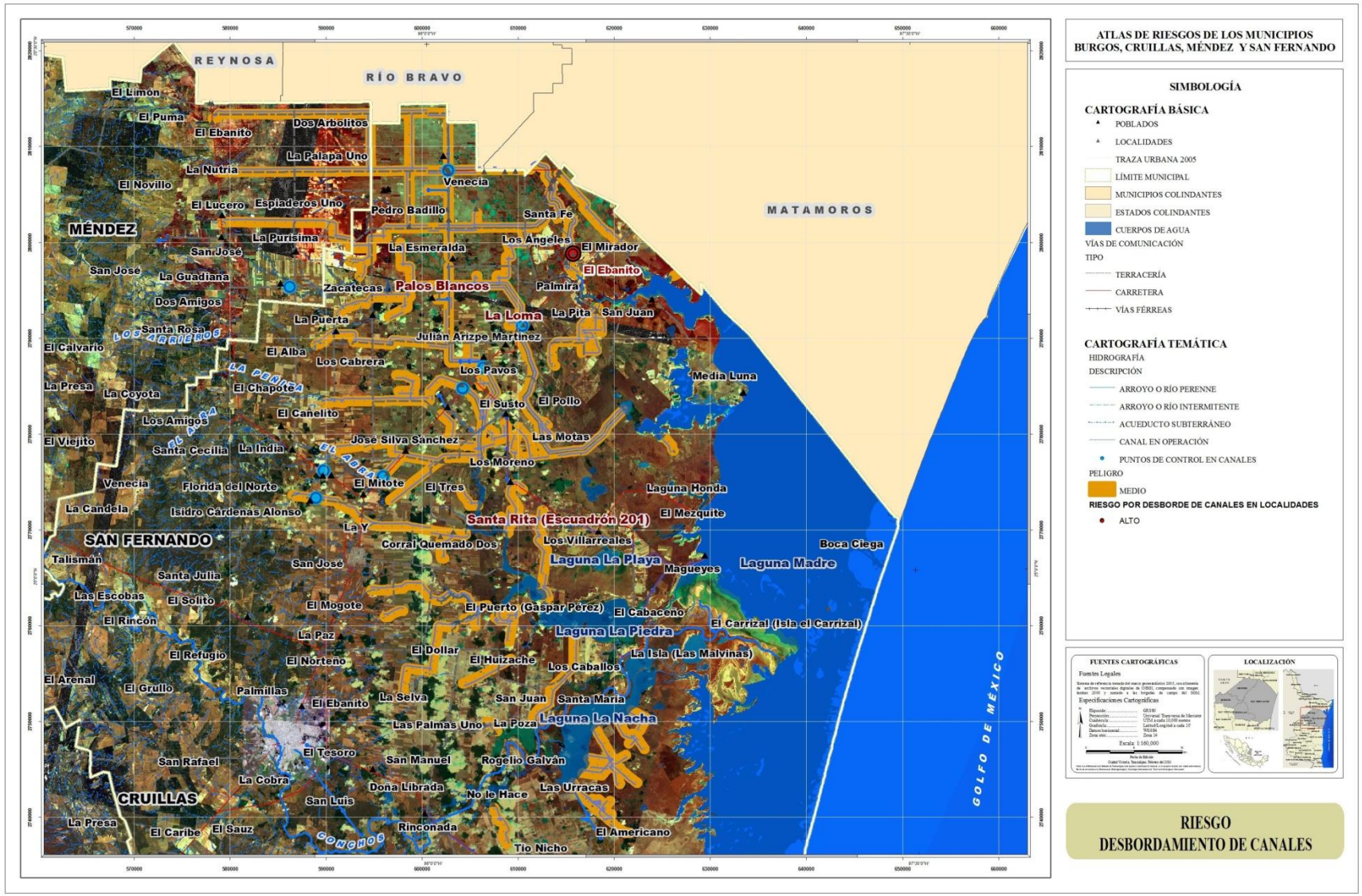


Figura 43. Zonificación de riesgo por desbordamiento de canales en el Municipio de San Fernando.

VII.5. Zonas de Acumulación

Se trata de un tipo de inundación relacionada al incremento de nivel de agua en cuerpos hidrológicos estacionarios, tal es el caso de presas, lagunas, etc., donde suele ser afectada parte de la infraestructura ubicada en localidades ó zonas urbanas próximas al borde. El fenómeno está relacionado al escurrimiento y acumulación de grandes volúmenes de agua en una zona específica, lo cual generalmente ocurre en forma paulatina.

De acuerdo a la metodología expuesta en el Capítulo VII.1.a, fueron identificadas y cartografiadas zonas de peligro alto por acumulación, es decir, las zonas susceptibles a la ocurrencia de este fenómeno. Es importante citar que ya que no se contó con la información topográfica a detalle, no fue posible hacer una distinción entre los diferentes tipos de peligro, motivo por el cual se están considerando las zonas con peligro alto.

VII.5.a. Peligro

La determinación de peligro por las zonas de acumulación (Figura 44), se desarrollaron tomando en cuenta varios factores, entre ellos la presencia de cuerpos estacionarios de agua superficial, sobre los cuales se trazó su zona de influencia por acumulación. Las variaciones topográficas, el número y tipo de ríos y arroyos, antecedentes históricos, así como los puntos de control tomados en campo, permitieron establecer la zona de mayor susceptibilidad a la acumulación de agua.

Este tipo de inundación afecta a localidades, zonas urbanas y vías de comunicación de algunos Municipios del área de estudio y, en otros, no se cuantificaron afectaciones debido a que no existen poblaciones o infraestructura dentro de estas zonas, los Municipios afectados son Burgos, Méndez y principalmente San Fernando ya que en su porción este se encuentra ubicada una de las zonas de acumulación más importante del Estado, la Laguna Madre.

En la Tabla 47, se muestran los Municipios afectados con sus respectivas localidades, población y vivienda. En Burgos sólo se tendrían dos localidades afectadas en peligro alto, para el Municipio de Méndez se tendría solamente una con dos habitantes en una vivienda en peligro alto. Con lo que respecta a San Fernando es el que presentaría mayor número de localidades afectadas por el desbordamiento de la Laguna Madre todas en peligro alto, de éstas la posiblemente más perjudicada sería El Barrancón del Tío Blas (El Barrancón), ubicada al Noreste del Municipio (Figura 44).

Tabla 47. Afectaciones por desbordamiento de zonas de acumulación en localidades.

MUNICIPIO	No.	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS	PELIGRO
Burgos	1	Palos Blancos	1	1	Alto
	2	Santa Lucinda (La Presita)	3		
Méndez	1	El Quiote	2		
San Fernando	1	Dieciséis de Noviembre	6	2	
	2	El Arpa	2	1	
	3	El Barrancón del Tío Blas (El Barrancón)	907	220	
	4	El Carrizal (Isla el Carrizal)	61	31	
	5	El Mezquite	15	4	
	6	Juan Faustino Cárdenas Rodríguez	5	1	
	7	La Playita	9	3	
	8	La Resaca (Pedro López Sauceda)	2	1	
	9	Laguna Blanca (Campo Cinegético)			
	10	Loma de Agua (Isla Loma de Agua)			
TOTAL			**1,019**	**268**	

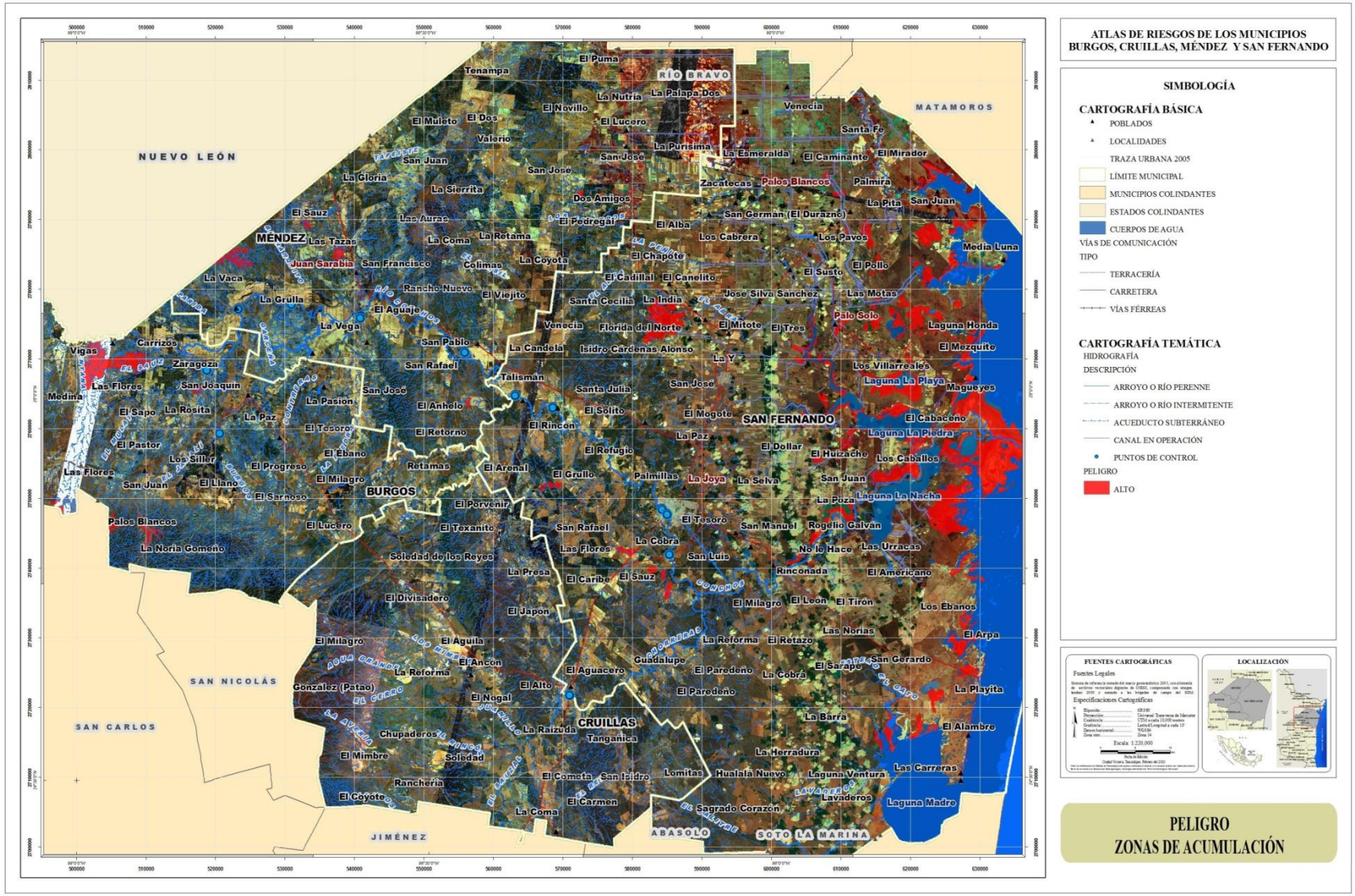


Figura 44. Zonificación de peligro por zonas de acumulación en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

Para zonas urbanas, este tipo de inundación raramente provoca daños ya que los cuerpos de agua, tales como presas y lagunas se localizan a la periferia de las zonas urbanas. Como se observa en la Tabla 48, sólo la Colonia La Carbonera en el San Fernando resultaría afectada.

Tabla 48. Afectaciones en San Fernando por zonas de acumulación.

MUNICIPIO	CIUDAD	COLONIA	POBLACION	VIVIENDAS	COSTO TOTAL ($)	PELIGRO
San Fernando	Carboneras (La Carbonera)	Sin Nombre	8	3	$60,100.00	Alto

En vías de comunicación el Municipio más afectado sería San Fernando, ya que de los 16.89 Km dañados, 2.91 Km. pertenecen a Burgos y el resto 13.98 Km a San Fernando. Las pérdidas económicas ascenderían a $19,114.71, éste monto sólo sería por concepto de limpieza (Tabla 49).

Tabla 49. Posibles afectaciones a vías de comunicación.

MUNICIPIO	TIPO	PELIGRO	LONGITUD	COSTO TOTAL ($)
San Fernando	Calle de Segundo Orden	Alto	0.26	1,103.47
	Calle de Tercer Orden		3.13	13,284.04
	Camino de Terracería		3.52	158.74
	Carretera Estatal		4.96	2,650.62
	Carretera Federal		0.78	1,075.85
	Carretera Pavimentada		1.33	710.75
Burgos	Camino de Terracería	Alto	2.91	131.24
TOTAL			**16.89**	**19,114.71**

VII.5.b. Vulnerabilidad

En los Municipios de Burgos y Méndez sólo se tienen viviendas de tipo I, lo que da como resultado una vulnerabilidad muy alta, lo que generaría pérdidas económicas equivalente a los $3,750.00. Con lo que respecta San Fernando se tienen viviendas de tipo I y II, por lo que el grado de vulnerabilidad es de muy alto a alto, cabe mencionar que la localidad El Barrancón Del Tío Blas (El Barrancón) ubicada al Noreste del Municipio presenta sólo viviendas de tipo II, mientras que El Carrizal (Isla El Carrizal), con 31 viviendas de tipo I, sería la localidad más vulnerable (Tabla 50).

Tabla 50. Tipo de vivienda y costos totales por daño en localidades.

MUNICIPIO	No.	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDA	TIPO DE VIVIENDA		COSTO TOTAL ($)
					I	II	
Burgos	1	Palos Blancos	1	1	1		1,250.00
	2	Santa Lucinda (La Presita)	3				1,250.00
Méndez	3	El Quiote	2				1,250.00
San Fernando	4	Dieciséis De Noviembre	6	2	2		2,500.00
	5	El Arpa	2	1	1		1,250.00
	6	El Barrancón Del Tío Blas (El Barrancón)	907	220		220	3,311,000.00
	7	El Carrizal (Isla El Carrizal)	61	31	31		38,750.00
	8	El Mezquite	15	4		4	60,200.00
	9	Juan Faustino Cárdenas Rodríguez	5	1	1		1,250.00
	10	La Playita	9	3	3		3,750.00
	11	La Resaca (Pedro López Sauceda)	2	1	1		1,250.00
	12	Laguna Blanca (Campo Cinegético)	3				1,250.00
	13	Loma De Agua (Isla Loma De Agua)					1,250.00
TOTAL			**1,019**	**268**	**44**	**224**	**3,426,200.00**

En zonas urbanas, la única colonia con posibilidades de ser afectada presenta un total de tres viviendas de las cuales dos son de tipo II y una de tipo III, lo que generaría pérdidas económicas equivalentes a $60,100.00 y una vulnerabilidad de media a baja (Tabla 51).

Tabla 51. Tipo de vivienda y costos totales por daño en zonas urbanas.

MUNICIPIO	CIUDAD	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA		POBLACION	VIVIENDAS	COSTO TOTAL ($)
			II	III			
San Fernando	Carboneras (La Carbonera)	Sin Nombre	2	1	8	3	60,100.00

VII.5.c. Riesgo

De acuerdo a la matriz utilizada para determinar el nivel de riesgo de las viviendas en localidades y zonas urbanas, (Capítulo VII.1.a), se obtuvo la distribución por tipo de vivienda y habitantes afectados.

Con lo que respecta a localidades, en la Tabla 52, se muestra que el nivel de riesgo para las viviendas con posibilidad de ser afectadas en los Municipios de Burgos y Méndez, se encuentra en una zona de riesgo muy alto. Para San Fernando en la mayoría de las colonias el nivel de riesgo es de muy alto excepto en la Colonia El Barrancón Del Tío Blas (El Barrancón) y El Mezquite ubicadas en la porción Noreste del Municipio cuyas viviendas son de tipo II, por lo que su vulnerabilidad es alta y por ende, el riesgo es alto (Figura 45).

Tabla 52. Distribución de vivienda y riesgo en localidades.

MUNICIPIO	No.	LOCALIDAD	TIPO DE VIVIENDA		POBLACIÓN	VIVIENDAS	RIESGO
			I	II			
Burgos	1	Palos Blancos	1		1	1	Muy Alto
	2	Santa Lucinda (La Presita)			3	1	
Méndez	3	El Quiote			2	1	
San Fernando	4	Dieciséis de Noviembre	2		6	2	
	5	El Arpa	1		2	1	
	6	El Barrancón del Tío Blas (El Barrancón)		220	907	220	Alto
	7	El Carrizal (Isla El Carrizal)	31		61	31	Muy Alto
	8	El Mezquite		4	15	4	Alto
	9	Juan Faustino Cárdenas Rodríguez	1		5	1	Muy Alto
	10	La Playita	3		9	3	
	11	La Resaca (Pedro López Sauceda)	1		2	1	
	12	Laguna Blanca (Campo Cinegético)	1		3	1	
	13	Loma De Agua (Isla Loma de Agua)	1		3	1	
TOTAL			**44**	**224**	**1,019**	**268**	

Para zonas urbanas, el nivel de riesgo es medio para la vivienda de tipo III y alto para las dos viviendas de tipo II (Tabla 53).

Tabla 53. Distribución de vivienda y riesgo en zonas urbanas.

MUNICIPIO	CIUDAD	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA		POBLACION	VIVIENDAS	RIESGO
			II	III			
San Fernando	Carboneras (La Carbonera)	Sin Nombre	2	1	8	3	Alto/Medio

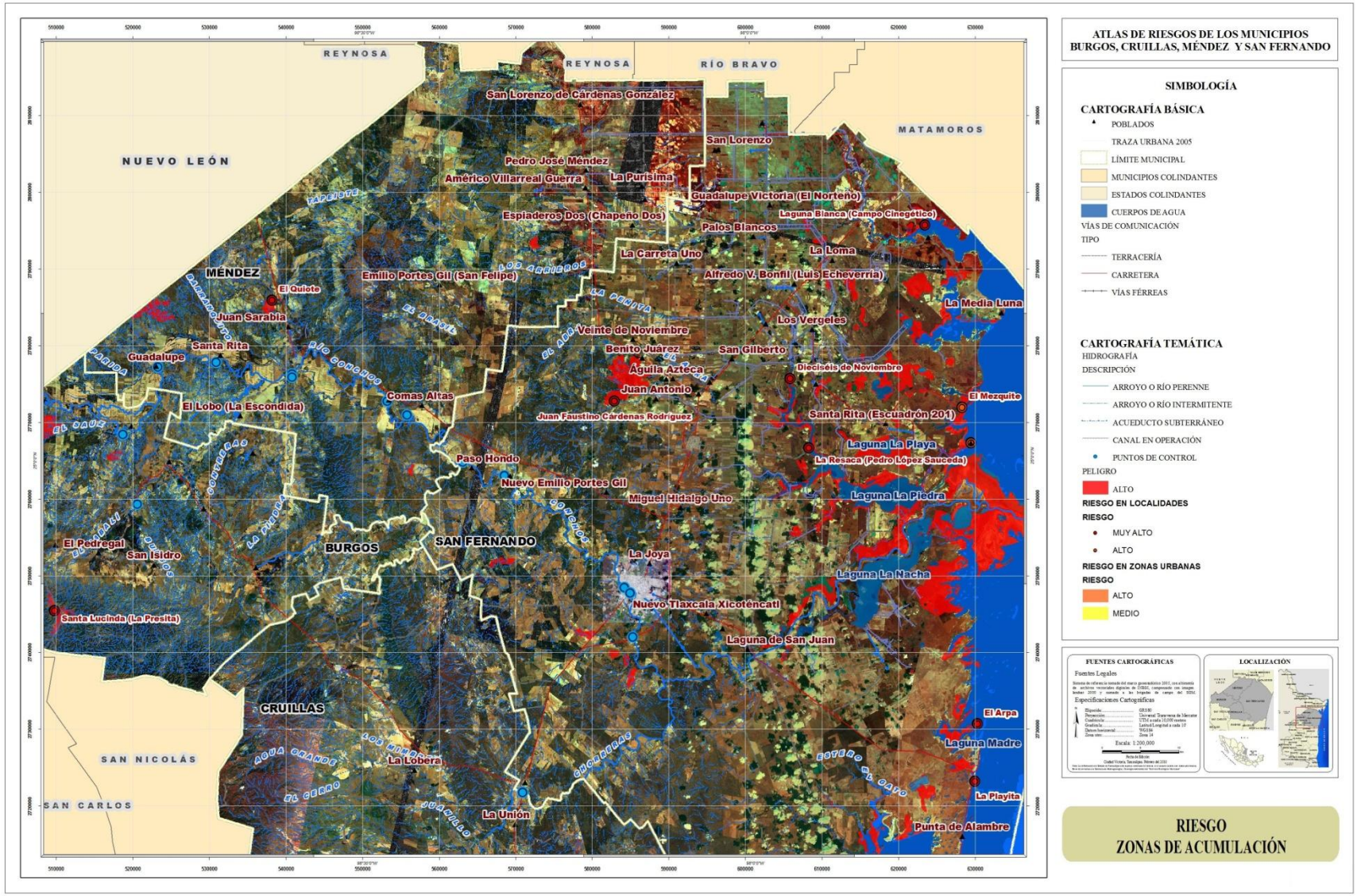


Figura 45. Zonificación de riesgo en localidades por desbordamiento en zonas de acumulación en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

VII.6. Climatología

En los Municipios de San Fernando, Méndez, Cruillas y Burgos, de manera general se puede decir que el clima que predomina es muy cálido y extremoso con presencia de canícula, con lluvias principalmente en verano y otoño.

Las principales variables climáticas que se desarrollarán en este capítulo son:

- Precipitación
- Lluvias Torrenciales en 24 horas
- Tormentas
- Granizadas
- Temperaturas Mínimas Extremas
- Temperaturas Máximas Extremas
- Temperaturas Medias Anuales
- Heladas y Nevadas
- Ciclones tropicales

Estas variables pueden representar afectaciones a la agricultura, zonas urbanas, pecuarias, etc., dependiendo de la intensidad o frecuencia y del entorno físico, como es la topografía, presencia o ausencia de vegetación, de allí la importancia de estudiar su comportamiento.

Para el análisis en los cuatro Municipios ya antes mencionados, se tienen un total de 12 estaciones climatológicas (CNA (Comisión Nacional del Agua). 2005. Climatic Computer Program. Información Digital) de las cuales siete se localizan en San Fernando, una en Méndez, tres en Burgos y una en Cruillas, estas estaciones cuentan con registros diarios de las variables de temperatura máxima, temperatura mínima, granizo, tormenta y precipitación, para su evaluación se seleccionó el período de 1979 a 2008, durante estos 29 años, la mayoría de las estaciones climatológicas contienen registros diarios de manera homogénea (Tabla 54).

Tabla 54. Estaciones Climatológicas analizadas en el área de estudio.

ESTACIÓN	CLAVE	MUNICIPIO	LOCALIDAD	AÑO	
				PRIMER REGISTRO	ÚLTIMO REGISTRO
Francisco González Villar	28048	San Fernando	Almacenes del Depósito (Héroes del Campo)	1952	2008
Las Norias	28052		Las Norias(San José de Buenavista)	1969	
San Fernando	28086		Cabecera Municipal	1931	
S.J. 3-63 Tapón	28108		--	1961	1987
Palo Sólo	28188		Palo Sólo	1978	2008
Laguna de San Juan	28213		División del Norte (Laguna Seca)	1981	
Palo Blanco	28216		San Francisco	1981	
Méndez	28062	Méndez	Cabecera Municipal	1979	
Burgos (DGE)	28009	Burgos		1990	
Burgos (SMN)	28123		Alrededores de la cabecera municipal	1961	1988
Lázaro Cárdenas	28202		Lázaro Cárdenas (Rancho Nuevo)	1979	2008
Cruillas	28019	Cruillas	Cabecera Municipal	1962	

A continuación se hace una breve descripción del comportamiento de cada una de las variables climatológicas en la zona de estudio.

VII.6.a. Precipitación Media Anual

En San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, según el análisis realizado con los datos de cada una de las estaciones climatológicas, se tiene que para toda la zona los valores de precipitación media anual fluctúa entre 600 y 850 mm, en la Figura 46, se muestran los valores máximos se presentan principalmente hacia la porción este cerca de la costa en el Municipio de San Fernando mientras que en la parte Oeste en los Municipios de Méndez y Burgos se registran los valores más bajos de precipitación. Estos valores generalmente se presentan durante los meses de junio a septiembre.

VII.6.b. Lluvias Torrenciales en 24 horas

En esta zona las lluvias torrenciales varían de 120 a 280 mm por día. Los valores más bajos, como se muestra en la Figura 47, se registran en los límites del Municipio de San Fernando con Cruillas, mientras que los valores más altos se registran principalmente en la porción Sureste de Burgos.

VII.6.c. Tormenta

En función del análisis realizado en los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, se tiene que el número de días de tormentas promedio al año es de 0 a 14 eventos, en la Figura 48, se muestra que los valores más altos se registran en San Fernando, principalmente en la Cabecera Municipal se tiene el valor máximo, mientras que hacia los Municipios de Burgos, Méndez y Cruillas los valores decrecen hasta 2 eventos, a excepción de una pequeña porción en la parte Noroeste de Cruillas, donde la presencia del evento es nula. Cabe mencionar que los meses con más tormentas son noviembre y diciembre.

VII.6.d. Granizadas

En el caso de granizo para esta zona, los meses más recurrentes son febrero y diciembre, cabe mencionar que aunque en Burgos se tienen un día con este evento y en San Fernando se cuenta con un total de 11, siendo la estación San Fernando (28086), localizada en la Cabecera Municipal la que cuenta con el mayor número de eventos, al realizar el análisis y la interpolación de estos datos con los de los Municipios de Cruillas y Méndez los cuales son nulos, nos arroja un número de días de granizo promedio al año de cero, (Figura 49).

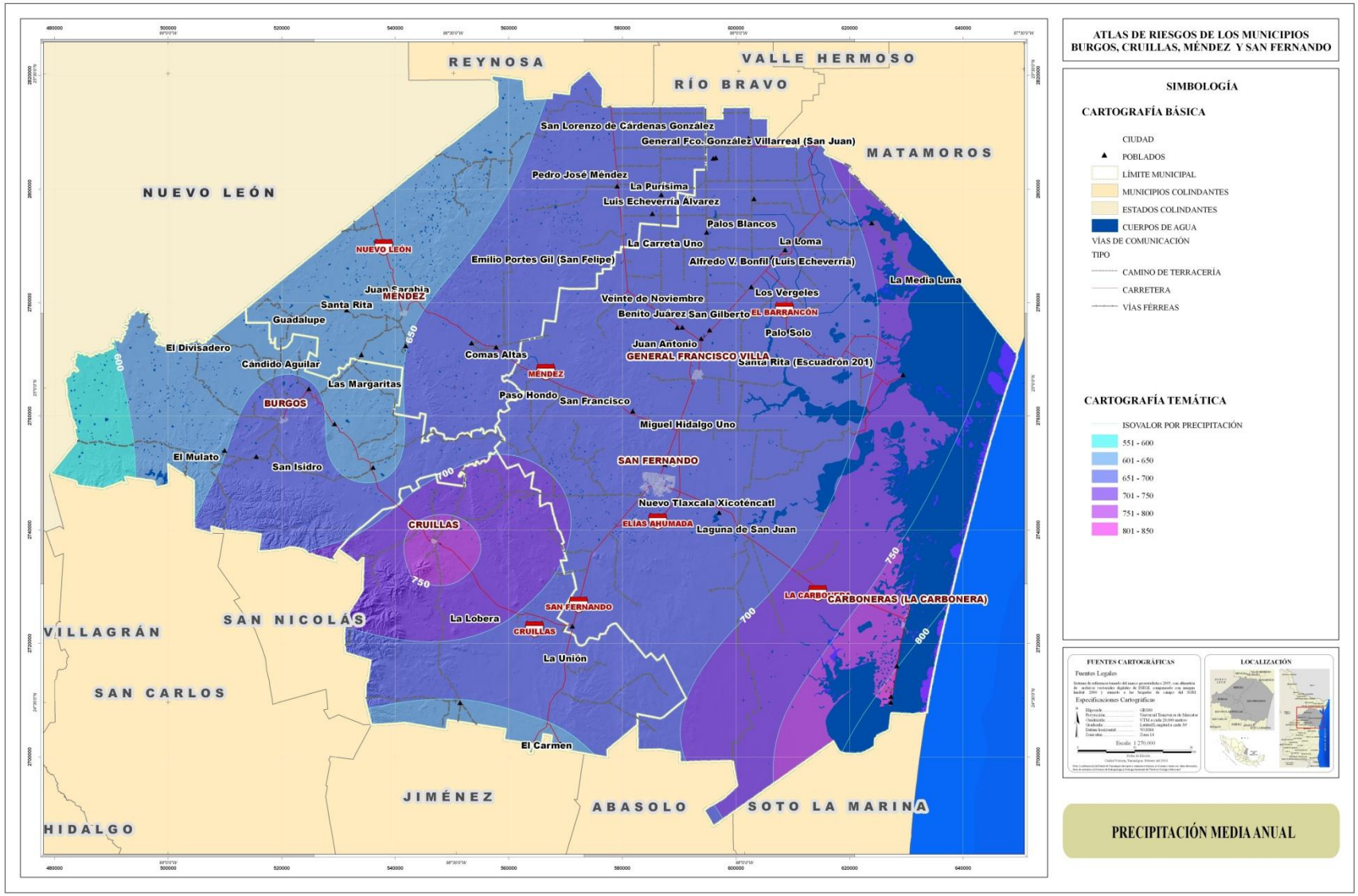


Figura 46. Precipitación media anual. Período de1979-2008.

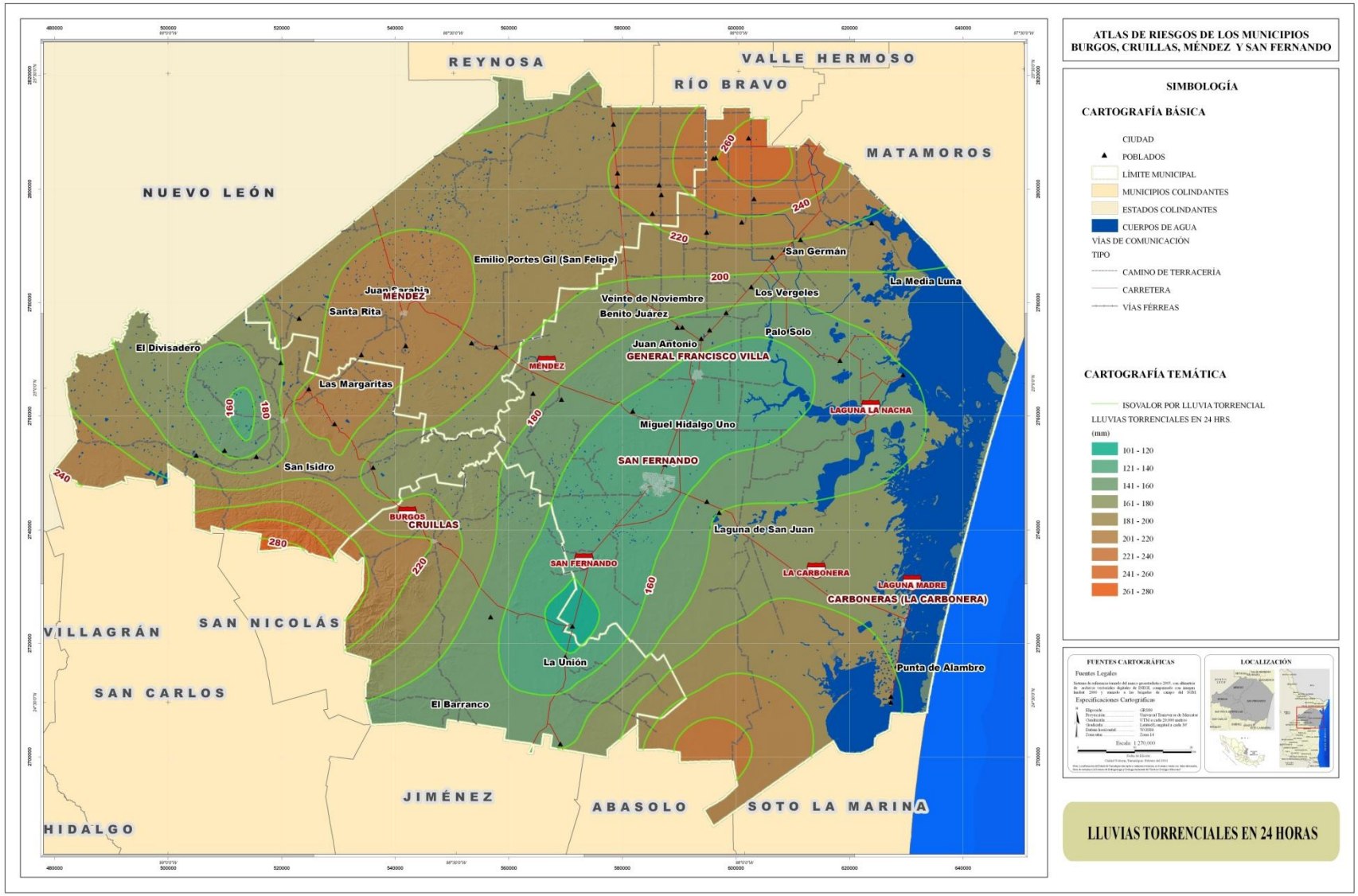


Figura 47. Lluvias torrenciales en 24 horas. Período de 1979-2008.

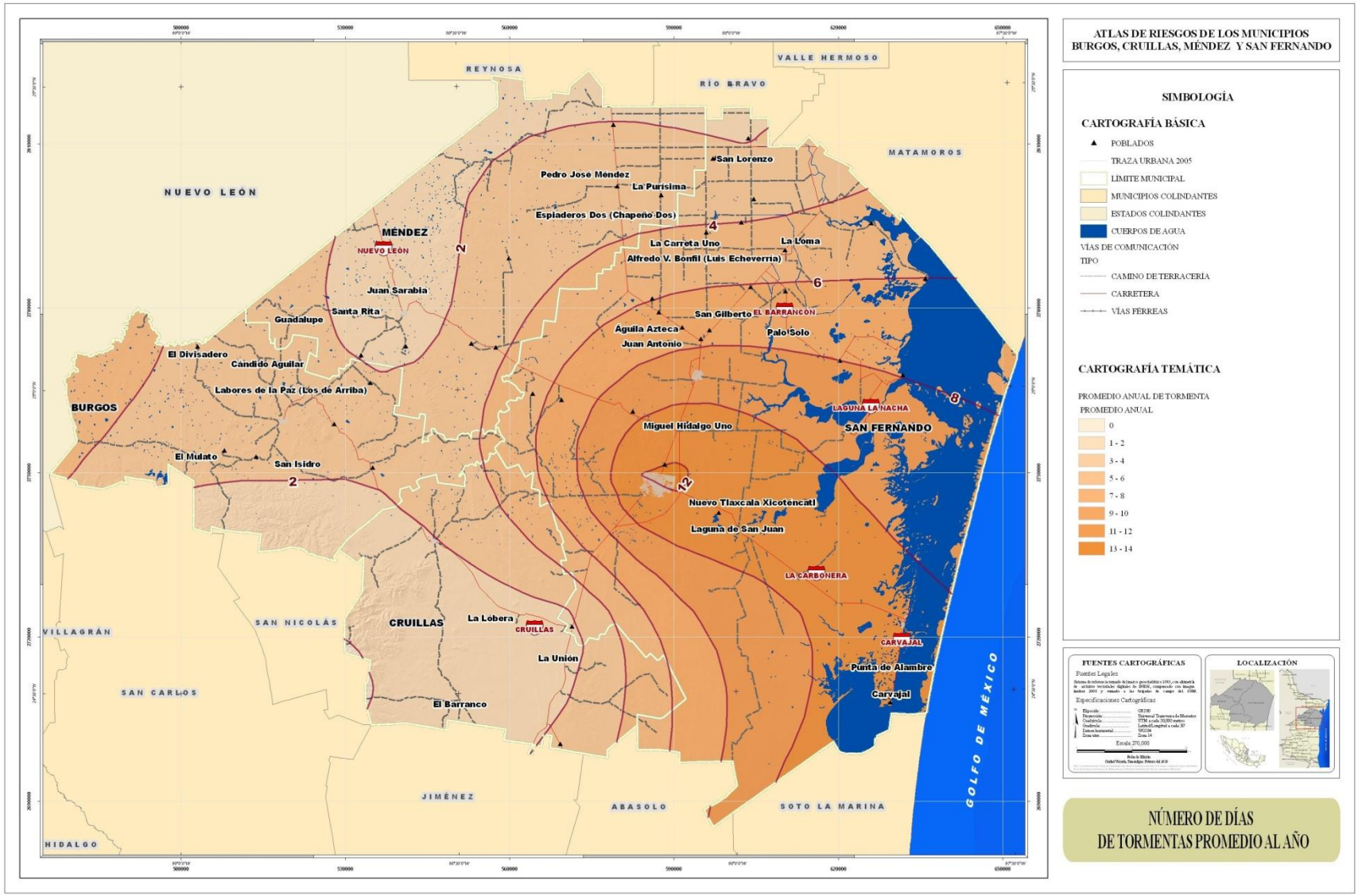


Figura 48.Número de días de tormentas promedio al año. Período de 1979-2008.

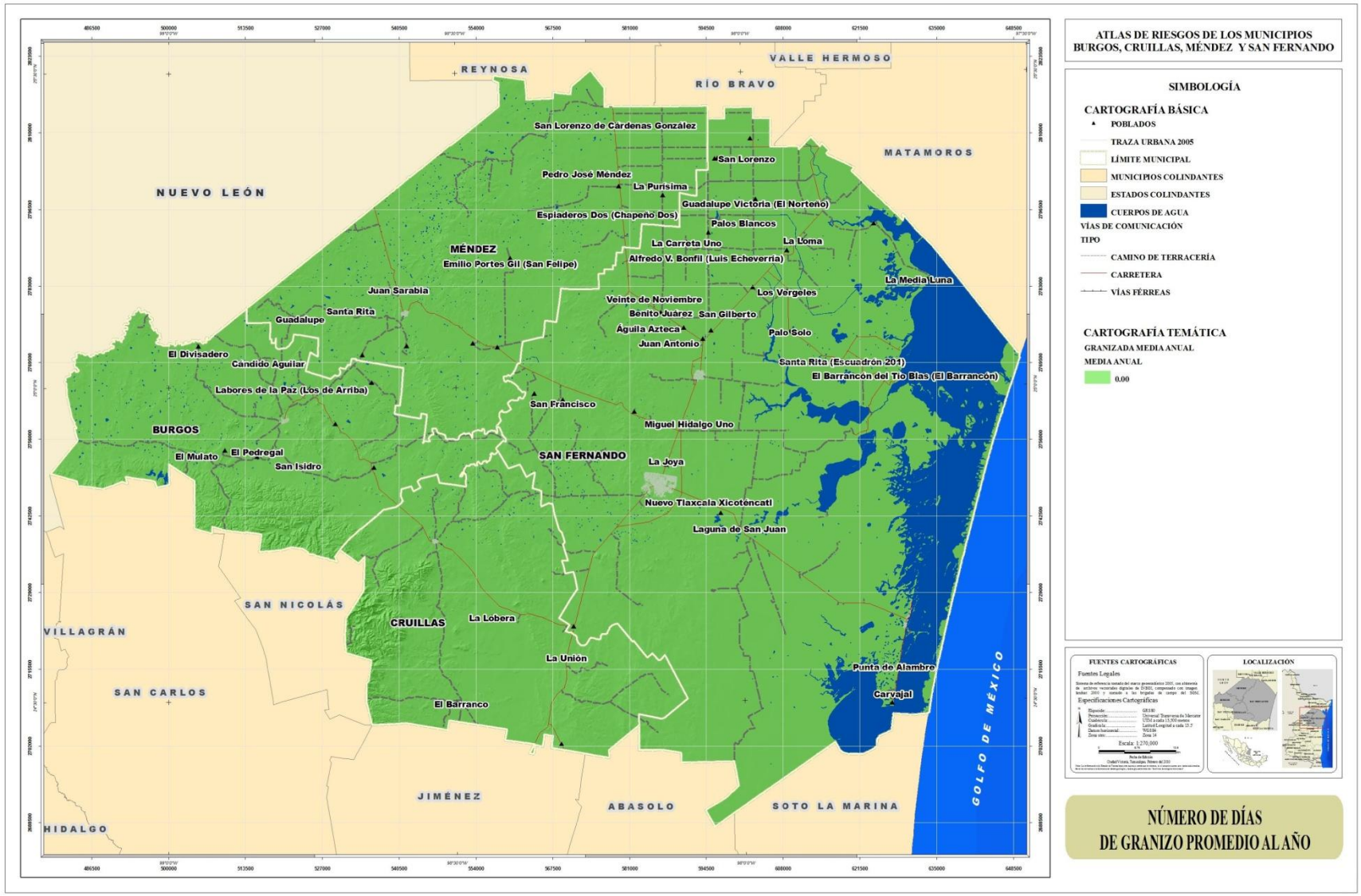


Figura 49.Número de días de granizo promedio al año. Período 1979-2008.

VII.6.e. Temperatura Máxima Extrema

El análisis realizado para éstos cuatro Municipios, confirma que los meses más calurosos corresponden a los meses de Mayo a Septiembre, con registros de temperaturas máximas extremas que oscilan entre 39.5 y 49.5 ºC, como se observa en la Figura 50. Los valores máximos de 49 y 49.5 ºC, se registran en la porción Este de Burgos, Norte de Cruillas, Sur de Méndez y Oeste de San Fernando, cabe mencionar que hacia la porción Centro y Este de San Fernando, en los límites con Río Bravo, Matamoros y Golfo de México estos valores decrecen hasta alcanzar los 39.5 ºC.

VII.6.f. Temperatura Mínima Extrema

Las temperaturas mínimas extremas en esta zona se registran principalmente durante los meses de Enero y Febrero y van desde -1 hasta -8 ºC, los valores más bajos se registran en la porción Centro abarcando parte de las Cabeceras Municipales de San Fernando y Cruillas, además de la parte Oeste de Burgos, mientras que hacia la parte Sur en los límites de San Fernando con Cruillas estos valores ascienden hasta -1 ºC (Figura 51).

VII.6.g. Temperatura Media Anual

Con base al análisis de los datos registrados en las estaciones presentes en el área, se determinó que la temperatura media anual varía de 22.1 a 24.8 ºC. En la Figura 52, se observa el comportamiento de esta en toda el área, donde la más predominante es de 23.6°C, cabe mencionar que la más alta se presenta en la porción Centro-Este del Municipio de Burgos.

VII.6.h. Heladas y Nevadas

Dado que las estaciones climatológicas analizadas no cuentan con registros de heladas y nevadas, ya que para el análisis de estas, se requiere de registros horarios, con base en la recopilación bibliográfica se hace una descripción breve de tales incidentes, de igual forma se citan eventos que hayan afectado en la zona de interés.

De acuerdo al CENAPRED (2006b), ocurre una helada cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0ºC o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas, presentándose generalmente en las madrugadas. La diferencia con una nevada radica en que al ocurrir una helada no se registra precipitación, mientras que en una nevada se registra precipitación, la cual ocurre cuando el vapor de agua contenido en aire asciende hasta alcanzar temperaturas cercanas a las de congelación, formando conglomerados de cristales de hielo.

Es común que durante los meses fríos del año (Noviembre-Febrero), en el Norte y parte del Centro de la República Mexicana, se presenten temperaturas menores a 0 ºC, lo anterior debido a que comúnmente ingresa aire polar continental proveniente de Estados Unidos, ya que históricamente las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de grandes masas polares que desde finales del otoño se desplazan sobre el país de Norte a Sur. En México los fenómenos naturales asociados a bajas temperaturas, afectan principalmente al sector agrícola, así como a comunidades rurales y ciudades, donde sus consecuencias las padecen la población infantil y senil que habitan en casas construidas con materiales frágiles, así como indigentes. Cabe mencionar que el grado se severidad de una helada está en función de la disminución de la temperatura y del grado de vulnerabilidad de los seres vivos.

De acuerdo al Sistema de Información Integral de Tamaulipas (SIITAM), en un período de análisis de 38 años (1960 a 1998) se tienen un total de 46 eventos para esta zona principalmente en San Fernando, el año con más heladas es 1966, sin embargo, es posible que se hayan presentado otras heladas principalmente en San Fernando y Cruillas, con las temperaturas más bajas de hasta -8 ºC.

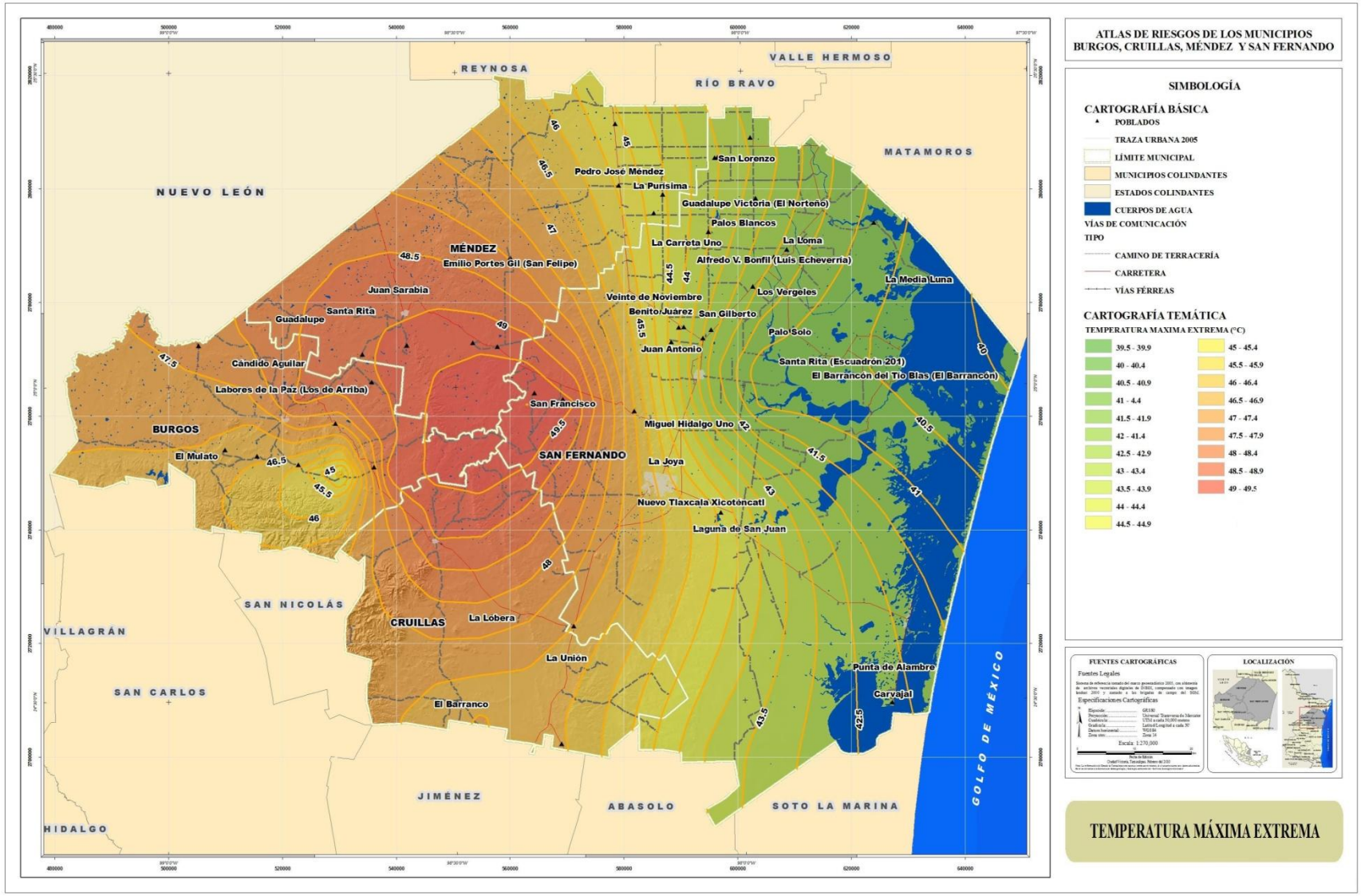


Figura 50. Temperatura máxima extrema. Período de 1979-2008.

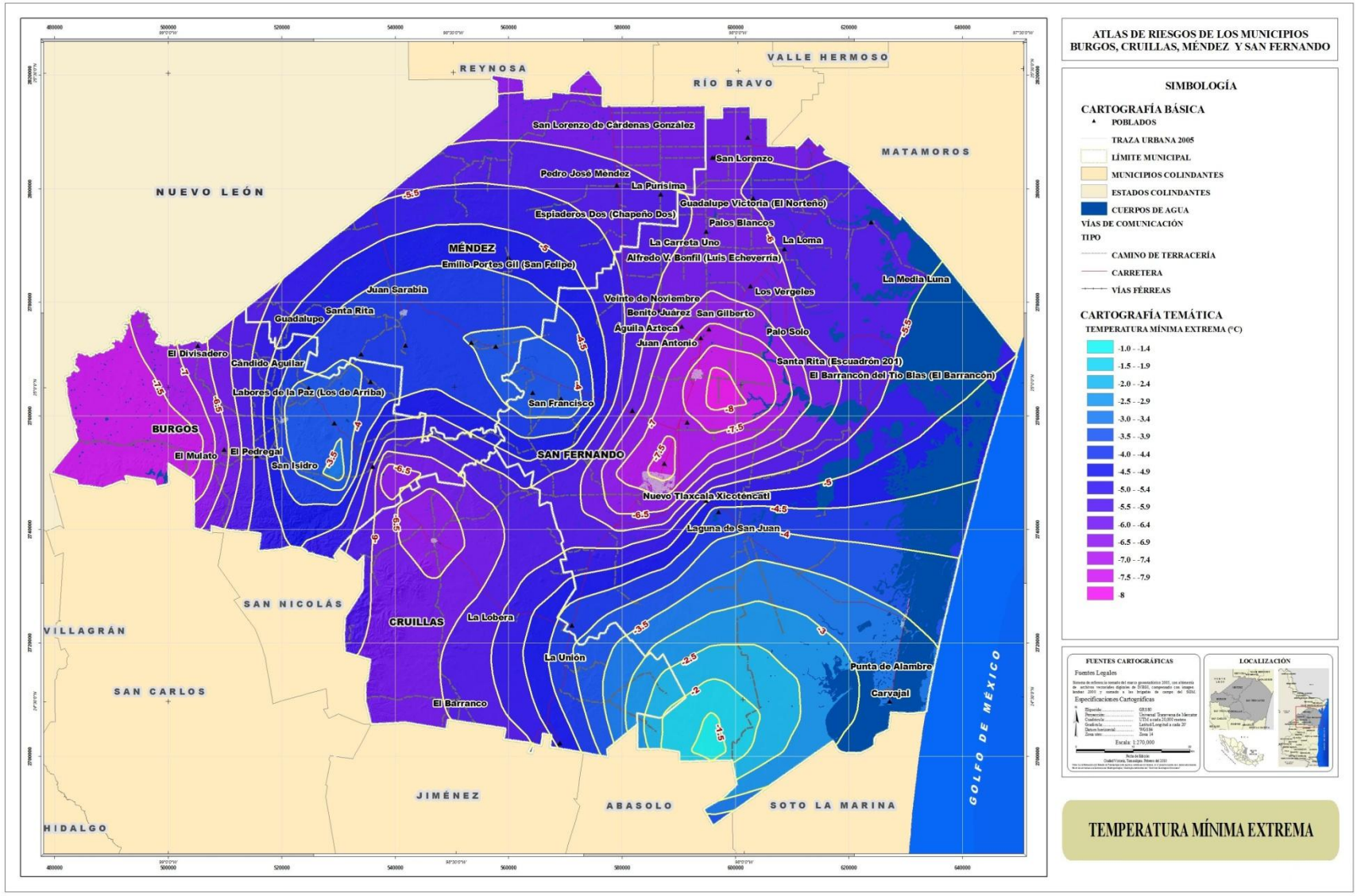


Figura 51. Temperatura mínima extrema. Período 1979-2008.

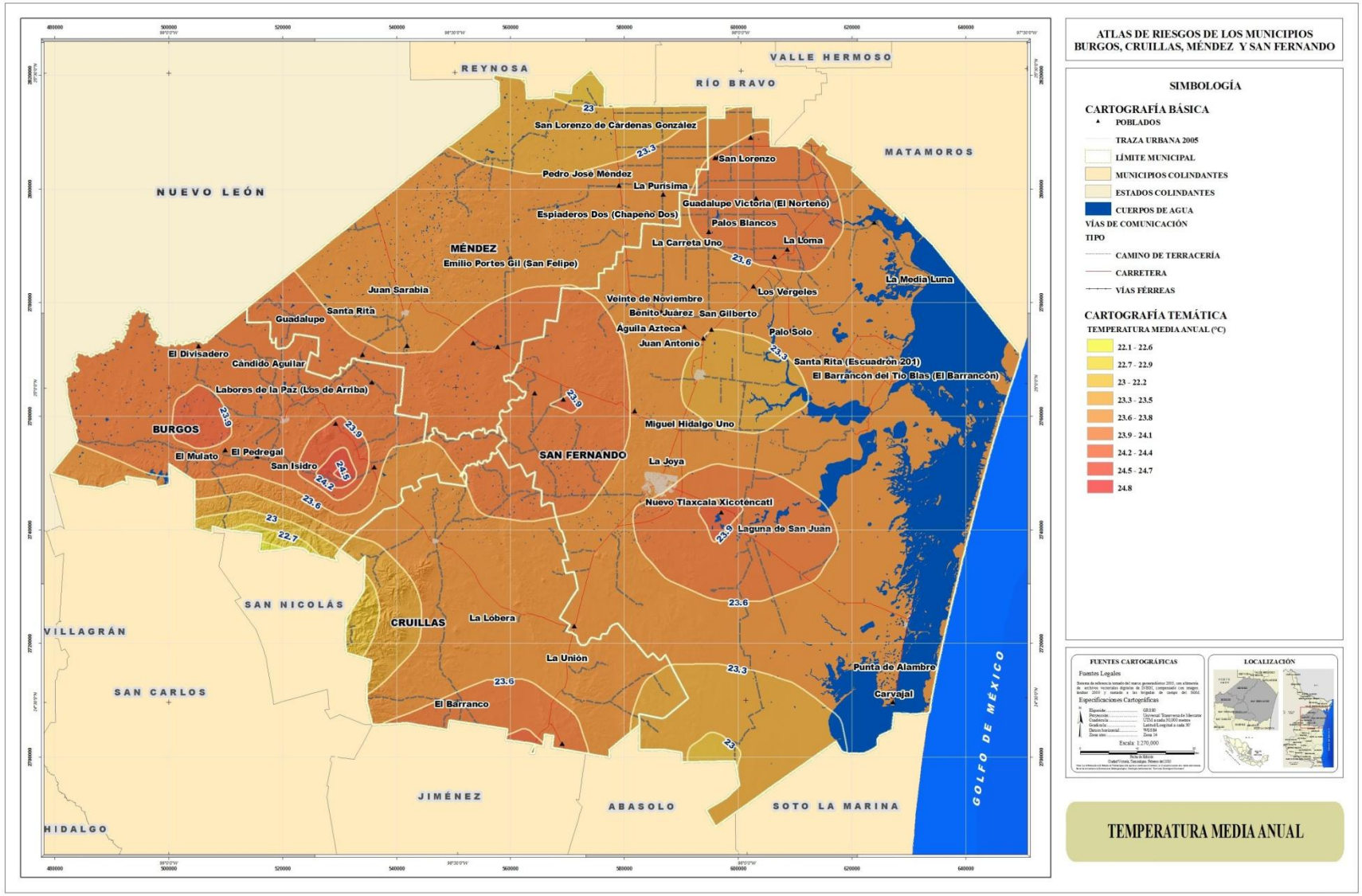


Figura 52. Temperatura media anual. Período 1979-2008.

VII.7. Ciclones Tropicales

Los ciclones o huracanes son continuamente monitoreados por el Centro Nacional de Huracanes (NHC) en Florida de Estados Unidos. En México el Servicio Meteorológico Nacional de México se apoya con la información de NHC. Además, de los datos recabados en las boyas marinas dispuestas en las Costas del País, para generar alertas a las zonas que pudieran verse afectadas.

Estos afectan de dos maneras: la primera es el factor viento, que depende de la calidad en la construcción de las viviendas afectadas y en segundo término, sin restarle importancia, es la concentración de humedad que acarrean, pues su rango de daño suele ser extenso y provocar lluvias regionalmente fuertes, lo cual ocasionan inundaciones. Los vientos más fuertes generalmente se presentan alrededor del ojo del meteoro y suelen afectar áreas más reducidas (Capurro, 2005).

En este estudio, se recabó información de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés NOAA) donde se identificaron 26 Ciclones Tropicales, que han influenciado de manera directa (cruzado el territorio) e indirecta (han pasado a una distancia menor de 100 Km), entre 1854 – 2008. Tabla 55.

Tabla 55. Registro histórico de Ciclones Tropicales en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

NOMBRE	No.	TIPO DE CICLÓN TROPICAL	VIENTO MÁXIMO SOSTENIDO "VMS" (Km/h)	FECHA	RUMBO
Sin nombre	1	H1	112.63	26 Junio 1854	*
	2	TT	80.45 80.45	30 Septiembre 1857 30 Septiembre 1857	*
	3	H2	144.81 144.81	2 Octubre 1867 2 Octubre 1867	*
	4	TT	80.45 80.45	4 Septiembre 1874 4 Septiembre 1874	Noroeste de San Fernando
	5	H4 H3	209.17 176.99	13 Agosto 1880 13 Agosto 1880	*
	6	H2	136.76 136.76	22 Septiembre 1886 23 Septiembre 1886	*
	7	TT	72.40 56.32	22 Septiembre 1887 22 Septiembre 1887	*
	8	TT	72.40	27 Septiembre 1892	*
	9	H2 H1 TT	152.85 104.58 64.36	30 Agosto 1895 30 Agosto 1895 30 Agosto 1895	Este - Oeste
	10	H1	104.58	26 Junio 1902	*
	11	TT	80.45	30 Junio 1909	*
	12	H2	136.76	28 Agosto 1909	*
	13	TT DT	56.31 48.27	31 Agosto 1910 31 Agosto 1910	Noroeste de San Fernando
	14	TT	80.45 80.45 56.31	6 Agosto 1916 6 Agosto 1916 6 Agosto 1916	Suroeste - Noroeste
	15		80.45	8 Septiembre 1921	Suroeste de Burgos
	16		64.36 56.31	16 Junio 1922 16 Junio 1922	Sureste - Noroeste
	17		64.36	6 Septiembre 1925 7 Septiembre 1925	*

Continuación Tabla 55

NOMBRE	No.	TIPO DE CICLÓN TROPICAL	VIENTO MÁXIMO SOSTENIDO "VMS" (Km/h)	FECHA	RUMBO
Sin nombre	18	TT	56.31	8 Septiembre 1928	*
	19	H1	120.67	6 Julio 1933	*
	20	TT	88.49 – 88.45	5 Agosto 1933 5 Agosto 1933	Noreste - Suroeste
	21	H1 TT	128.72 96.54	5 Septiembre 1933 5 Septiembre 1933	*
	22	TT	56.31	21 Junio 1936	*
	23	TT	64.36	13 Septiembre 1936	*
	24		72.40 72.40	22 Agosto 1944 22 Agosto 1944	Sureste - Noroeste
	25	DT	40.22	22 Julio 1945	*
	26	TT	56.31 64.36	1 Agosto 1947 2 Agosto 1947	*
How	27		64.36 56.31	4 Octubre 1950 4 Octubre 1950	*
Alice	28	H1	112.63	25 Junio 1954	*
Alma	29	TT	56.31	15 Junio 1958	Noroeste de San Fernando
Tormenta tropical # 1	30		64.4	23 Junio 1960	*
Beulah	31	H5	225.26	20 Septiembre 1967	*
Ella	32	H3 H1	176.99 104.58	12 Septiembre 1970 12 Septiembre 1970	*
Edith	33	TT	72.40 72.40	15 Septiembre 1971 15 Septiembre 1971	*
Caroline	34	H2 TT DT DT	144.81 88.49 48.27 32.18	31 Agosto 1975 31 Agosto 1975 1 Septiembre 1975 1 Septiembre 1975	Sureste - Noroeste
Anita	35	H5	241.35	2 Septiembre 1977 2 Septiembre 1977	*
Amelia	36	DT	48.27	30 Julio 1978	*
Barry	37	H1	112.63	28 Agosto 1983	Norte de Méndez
Gilbert	38	H4 H1	185.03 128.72	16 Septiembre 1988 17 Septiembre 1988	Sur de Cruillas
Gabriell	39	TT	96.54	11 Agosto 1995	*
Beryl	40	TT TT DT	72.40 72.40 48.27	15 Agosto 2000 15 Agosto 2000 15 Agosto 2000	Sureste - Noroeste
Erika	41	H1 TT	104.58 56.31	16 Agosto 2003 16 Agosto 2003	Noreste - Suroeste
Emily	42	H3 H1	176.99 112.63	20 Julio 2005 20 Julio 2005	Este - Oeste

DT: Depresión tropical; TT: Tormenta tropical; H1: Huracán categoría 1; H2: Huracán categoría 2
H3: Huracán categoría 3; H4: Huracán categoría 4 y H5: Huracán categoría 5.
* Ciclones tropicales que pasan a las afueras de los límites municipales.

De la Tabla 55, se determinó que entre los meses de Junio a Octubre representa el período de ocurrencia de Ciclones Tropicales. Por otro lado, la Tormenta Tropical es el tipo de Ciclón Tropical de mayor recurrencia con un promedio de 6.8 años; con un intervalo de años como mínimo de uno ó dos y como máximo de 24. El Huracán categoría uno es el segundo evento con mayor recurrencia con un promedio de 21.3 años, mientras que el Huracán categoría dos presenta un promedio de 21.6 años, éstos eventos presentan mayor intervalo de años entre cada uno de los eventos registrados. La Depresión Tropical, el Huracán categoría tres, cuatro y cinco son los tipos de Ciclón Tropical menos recurrentes pues sólo se han presentado dos (1945 y 1978), dos (1970 y 2005), dos (1880 y 1988) y dos (1967 y 1977) años, respectivamente.

Con respecto a las Tabla 58, se describirá la trayectoria de 15 de los 42 Ciclones Tropicales registrados históricamente ya que han cruzado por los Municipios de San Fernando, Cruillas, Méndez y Burgos; Como se muestra de la siguiente manera:

- Primer evento (2 – 7 de septiembre de 1874): el 4 de septiembre tocó tierra un Ciclón Tropical con categoría de Tormenta Tropical al Noreste del Municipio de San Fernando, con Viento Máximo sostenido (VMS) = 80.45 Km/h. Pasa al Suroeste del Municipio de Matamoros, Centro de Valle Hermoso y por el Noreste de Río Bravo.

- Segundo evento (28 – 30 de agosto de 1895): este evento toca tierra al Noreste de San Fernando, el 30 de agosto como Huracán categoría 2 (VMS = 152.85 Km/h). Este mismo día, disminuye a Huracán categoría 1 (VMS = 104.58 Km/h) cruzando por San Fernando y Sureste del Municipio de Méndez. Hacia la parte final, vuelve a disminuir como Tormenta Tropical (VMS = 64.36 Km/h) pasando por Méndez, Norte de Burgos y adentrándose al Estado de Nuevo León.

- Tercer evento (26 – 31 de agosto de 1910): un evento con clasificación de Tormenta Tropical (VMS = 64.36 – 56.31 Km/h) toca tierra y cruza de Noreste a Suroeste al Municipio de Matamoros. Posteriormente, este meteoro pasa al Noroeste del Municipio de San Fernando y Noreste del Municipio de Méndez como Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h).

- Cuarto evento (4 – 6 de agosto de 1916): el 6 de agosto, un Ciclón Tropical clasificado como Tormenta Tropical (VMS = 80.45 Km/h) toca tierra al Centro-Este de San Fernando. Durante este día cruza, bajo características similares, al Centro de San Fernando, Sureste de Méndez y Norte de Burgos. Sin embargo, el VMS varía de 80.45 Km/h, al inicio, a 56.31 Km/h, al final.

- Quinto evento (6 – 8 de septiembre de 1921): el 7 de septiembre, este evento toca territorio mexicano al Norte del Estado de Veracruz como Huracán categoría 1 (VMS= 112.63 Km/h). Este mismo día, esté se degrada a Tormenta Tropical (VMS = 96.54 Km/h) donde toca territorio tamaulipeco al Sureste del Municipio de Mante y cruza González, Xicoténcatl, Llera, Casas, Güémez y Padilla. Para el 8 de septiembre, conserva sus características y cruza por los Municipios de Padilla, San Carlos, San Nicolás y una pequeña porción al Sureste de Burgos.

- Sexto evento (15 – 16 de junio de 1922): el 16 de junio, una Tormenta Tropical (VMS = 64.36 Km/h) tocó tierra en el Estado al Norte del Municipio de Soto La Marina; cruzando al Suroeste de San Fernando y Centro de Méndez. Posteriormente, paso por Camargo, Miguel Alemán, Mier y Guerrero de Sureste – Noroeste.

- Séptimo evento (3 – 5 de agosto de 1933): el 5 de agosto, un Ciclón Tropical de tipo Tormenta Tropical (VMS = 96.54 Km/h) tocó tierra y cruzó de Noreste a Suroeste del Municipio de Matamoros. Este mismo día, este meteoro cruzó por los límites Municipales de San Fernando, Méndez, Cruillas, Burgos, San Nicolás, San Carlos, Jiménez y Padilla; como Tormenta Tropical (VMS = 88.49 – 80.45 Km/h).

- Octavo evento (21 – 23 de agosto de 1944): el 22 de agosto, un Ciclón Tropical de categoría Tormenta Tropical (VMS = 72.40 Km/h) tocó tierra al Este del Municipio de San Fernando, pasando

por su territorio junto con el Municipio de Méndez. Para el 23 de Agosto se adentra en el Estado de Nuevo León con las mismas características.

- Noveno evento (14 – 16 de junio de 1958): el 15 de junio, un Ciclón Tropical de clasificación Tormenta Tropical denominado “ALMA” (VMS = 56.31 Km/h) tocó tierra al Noreste del Municipio de San Fernando y que, además, cruzó por los Municipios de Río Bravo, Reynosa y Gustavo Díaz Ordaz de Sureste a Noroeste donde abandonó territorio nacional. Posteriormente, vuelve a tocar territorio Estatal como Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h) al Noreste de Guerrero y Centro de Nuevo Laredo.

- Décimo evento (29 agosto al 1 de septiembre de 1975): el 31 de agosto, el meteoro denominado “CAROLINE” tocó tierra al Norte del Municipio de Soto La Marina como Huracán categoría 3 (VMS = 160.9 Km/h); este día, este Ciclón Tropical disminuyó a Huracán categoría 2 (VMS = 144.81 Km/h) y Tormenta Tropical (VMS = 88.49 Km/h) pasando por el Municipio de San Carlos. Para el 1 de Septiembre, volvió a disminuir a Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h) donde cruzó el Municipio de Méndez con dirección Este-Oeste, para finalmente adentrarse al Estado de Nuevo León.

- Décimo primer evento (27 – 29 de agosto de 1983): el 28 de Agosto, el Ciclón Tropical denominado “BARRY” con clasificación de Huracán categoría 1 (VMS = 104.58 Km/h) toca tierra al Sureste del Municipio de Matamoros, pequeñas porciones al Norte de San Fernando y Méndez. Al día siguiente, este meteoro descendió a Tormenta Tropical (VMS = 64.36 Km/h al Suroeste del Municipio de Reynosa, para después, incorporarse al Estado de Nuevo León como Tormenta Tropical (VMS = 64.36 Km/h) y Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h).

- Décimo segundo evento (15 – 19 de septiembre de 1988): El Ciclón Tropical denominado “GILBERT” tocó tierra al Norte de los Municipios de Soto La Marina y Abasolo como Huracán categoría 4 (VMS = 185.03 Km/h). El 17 de Septiembre, el meteoro decae a Huracán categoría 1 (VMS = 128.72 Km/h) y cruza al Sur del Municipio de Cruillas, Centro de San Nicolás, Norte de San Carlos y Villagrán. Posteriormente, abandona territorio tamaulipeco para adentrarse hacia los Estados de Nuevo León y Coahuila como Tormenta Tropical (VMS = 80.45 – 56.31 Km/h) y Depresión Tropical (VMS = 48.27 – 40.22 Km/h).

- Décimo tercer evento (13 – 15 de agosto de 2000): el 15 de agosto, el Ciclón Tropical “BERYL” de categoría Tormenta Tropical (VMS = 72.40 Km/h) tocó tierra al Sureste de San Fernando y lo cruzó; al igual que los Municipios de Cruillas y Burgos, por el Norte. Posteriormente, ingresó al Estado de Nuevo León como Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h).

- Décimo cuarto evento (15 – 16 de agosto del 2003): el 16 de agosto, un Ciclón Tropical denominado “Erika” de categoría Tormenta Tropical (VMS = 96.54 Km/h) toca tierra al Sur del Municipio de Matamoros. Subsecuentemente, este evento aumenta a Huracán categoría 1 (VMS = 105.58 Km/h) cruzando por los Municipios de San Fernando, Méndez, Burgos, Cruillas y San Nicolás. Después vuelve a descender como Tormenta Tropical (VMS = 56.31 Km/h) cruzando por los Municipios de San Carlos, Villagrán, Mainero y Centro del Estado de Nuevo León.

- Décimo quinto evento (19 – 21 de julio de 2005): el 20 de Julio, el Ciclón Tropical “EMILY” con clasificación de Huracán categoría 3 (VMS = 176.99 Km/h) tocó tierra al Este del Municipio de San Fernando; bajo éstas características, también paso por los Municipios de Méndez (Sureste) y Burgos (Noreste). Después, este evento decayó a Huracán categoría 1 (VMS = 112.63 Km/h), el cual cruzó por la mayor parte del Municipio de Burgos y una porción del Estado de Nuevo León. A la postre, los Estados de Nuevo León y Coahuila son afectados por este hecho, como Tormenta Tropical (VMS = 72.40 Km/h) y Depresión Tropical (VMS = 48.27 Km/h), respectivamente.

De manera particular, se describirán las afectaciones provocadas a la población sobre algunos de estos eventos. Específicamente, en el 2005, el Huracán “Emily” provocó daños en la mayor parte del

territorio tamaulipeco; algunos de éstos Municipios son: San Fernando, Cruillas, Méndez, Burgos, etc.; donde se reportaron afectaciones en el sector social (Tabla 56), sector salud (Tabla 57), sector educación (Tabla 58), sector hidráulico (Tabla 59), sector de comunicaciones y transportes (Tabla 60), sector agrícola (Tabla 61), sector ganadero (Tabla 62 y 63) y sector pesquero (Tabla 64).

Tabla 56. Tipo de daño en viviendas y costo de afectación por el paso del Huracán "Emily".

MUNICIPIO	DAÑO MENOR	COSTO ($)	DAÑO PARCIAL	COSTO ($)	DAÑO TOTAL	COSTO ($)	TOTAL DE VIVIENDAS	COSTO TOTAL ($)
Burgos	358	1,452,000.00	42	424,700.00	17	616,400.00	417	2,850,700.00
Cruillas	33	133,800.00	40	404,500.00	13	471,400.00	86	1,134,600.00
Méndez	282	1,143,800.00	111	1,122,400.00	131	4,750,100.00	524	7,856,200.00
San Fernando	1,934	7,844,300.00	1,209	12,225,400.00	1,491	54,063,700.00	4,634	82,778,800.00

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Tabla 57. Daños al sector salud en San Fernando por el paso del Huracán "Emily".

MUNICIPIO	UNIDADES AFECTADAS	RECURSO AUTORIZADO ($)	GOSTOS DE OPERACIÓN ($)	COSTO TOTAL ($)
San Fernando	7	771,300.00	23,100.00	704,500.00

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Tabla 58. Daños al sector educación por el paso del Huracán "Emily".

MUNICIPIO	EDUCACIÓN BÁSICA (ESCUELAS)	EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (ESCUELAS)
Burgos	7	---
Cruillas	3	---
Méndez	18	1
San Fernando	67	3

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Tabla 59. Daños al sector hidráulico por el paso del Huracán "Emily".

MUNICIPIO	No. DE LOCALIDADES AFECTADAS	POBLACIÓN AFECTADA	COSTO POR DAÑOS ($)
AGUA POTABLE			
Burgos	9	957	367,200.00
Cruillas	2	181	69,200.00
Méndez	4	590	38,500.00
San Fernando	10	43,550	9,493,800.00
SANEAMIENTO			
San Fernando	1	5,360	353,100.00
INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA			
Méndez			137,900.00
San Fernando			28,591,300.00

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Tabla 60. Daños al sector de comunicaciones y transportes por el paso del Huracán "Emily".

MUNICIPIO	No. DE CAMINOS AFECTADOS	LONGITUD AFECTADA (Km)	COSTO POR DAÑO ($)
Burgos	2	16	812,900.00
Cruillas	5	108.9	9,089,400.00
Méndez	1	18.8	1,153,600.00
San Fernando	13	141.9	12,022,400.00

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Tabla 61. Daños al sector agrícola en San Fernando y Méndez por el Huracán "Emily"

MUNICIPIO	BODEGAS AFECTADAS	PRODUCTORES AFECTADOS	COSTO POR AFECTACIÓN ($)	CANTIDAD SOLICITADA ($)
Méndez	8	780	6,960,000.00	3,480,000.00
San Fernando	52	6,450	91,640,500.00	45,820,200.00

Fuente: CENAPRED, 2006b

Tabla 62. Daños al sector ganadero por paso del Huracán "Emily"

MUNICIPIO	UNIDADES DE PRODUCCIÓN AFECTADAS	PRODUCTORES AFECTADOS	COSTO TOTAL POR AFECTACIÓN	CANTIDAD SOLICITADA
Burgos	526	526	11,302,800.00	4,632,600.00
Cruillas	41	41	2,036,200.00	818,000.00
Méndez	333	333	27,488,300.00	8,406,400.00
San Fernando	825	825	59,586,200.00	19,103,500.00

Fuente: CENAPRED, 2006b

Tabla 63. Daños al ganado menor y mayor por paso del Huracán "Emily"

MUNICIPIO	CABEZAS	COSTO ESTIMADO ($)	APOYO FAPRACC ($)
Burgos	5,502	8,653,700.00	1,611.10
Cruillas	46	84,800.00	14
Méndez	3,763	8,638,700.00	1,608.30

Fuente: CENAPRED, 2006b.
FAPRACC (Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas)

Tabla 64. Daños al sector pesquero en San Fernando por paso del Huracán "Emily"

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO ESTIMADO ($)
Escolleras	1	51,855.100.00
Centros de Proceso	6	358,500.00
Centros de Acopio	8	341,000.00
Bodegas	10	162,500.00
Muelles	2	168,000.00
Embarcaciones	202	2,097,500.00
Equipos de Pesca	212	9,014,300.00
Artes de Pesca	11,983	2,597,600.00

Fuente: CENAPRED, 2006b.

Para tener una visión más amplia sobre la trayectoria de los Ciclones Tropicales que han pasado por el territorio de éstos Municipios, en la Figura 53, se ilustrará en paso de cada uno de ellos y se observa que el sector Centro que comprenden los Municipios de San Fernando, Cruillas, Méndez y Burgos es el más afectado por el paso de los 15 Ciclones Tropicales que cruzan dicha zona.

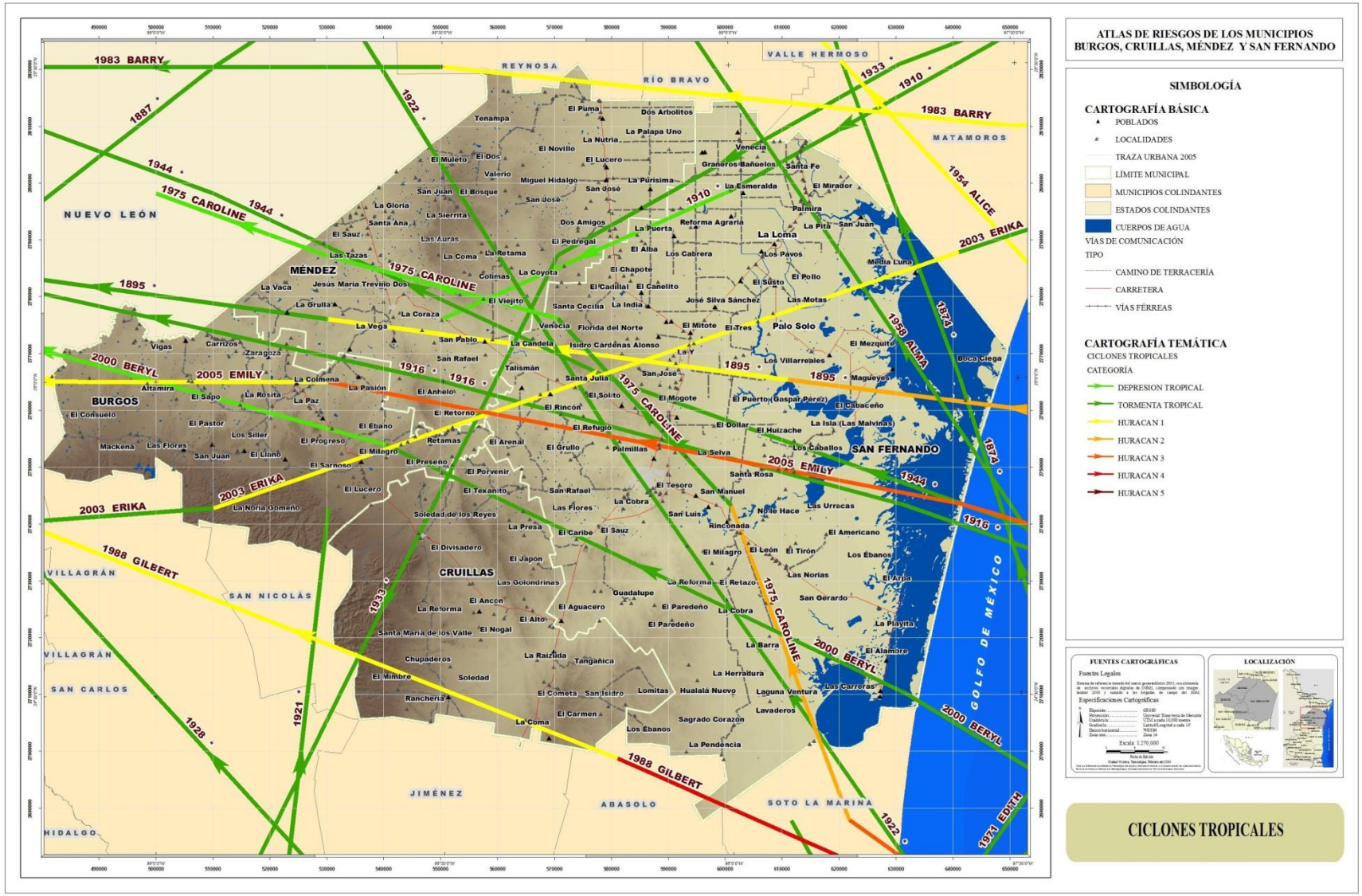


Figura 53. Ciclones Tropicales en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

VII.8. Erosión

La erosión es una serie de procesos naturales y actividades antropogénicas que influyen en la degradación del suelo, el cual es la base principal y sustento de diversas clases de microorganismos y organismos más complejos, entre ellos el hombre.

De acuerdo a las características naturales de cada región, en combinación con las actividades antropogénicas suscitadas en ella, se obtiene un deterioro en los ecosistemas, afectando así, los procesos naturales de los organismos y su entorno.

Una clasificación muy general de la erosión causada por procesos naturales y antrópicos es conocida como erosión hídrica, eólica y antropogénica, producida por acción del agua, del viento y el hombre respectivamente, las dos primeras se presentan en condiciones naturales, sin embargo la antropogénica, se presenta mediante prácticas como la agricultura, el sobrepastoreo, la deforestación, entre otras, que aunadas a las anteriores se produce un incremento en la velocidad de pérdida de material edáfico, hasta el punto en que las pérdidas no pueden ser compensadas por la tasa natural de formación del suelo. En consecuencia se rompe el equilibrio y coexistencia entre los organismos dependientes del suelo, llegándose a producir un efecto reversible que comienza con la pérdida de suelo dejando sin hábitat a microorganismos que interfieren en la fijación de nutrientes que aprovechan las plantas, deteriorando así su ciclo de vida y afectando la dependencia de otros organismos con respecto a ellas.

Lo anterior es resultado de la conjunción de dos elementos que participan en la erosión: uno pasivo que es el suelo, y uno activo que es el agua, el viento, el hombre o su participación alterna; la vegetación por su parte actúa como regulador de las relaciones entre ambos elementos, ya que la cobertura vegetal actúa como la capa protectora del suelo ante los elementos mencionados, así como de agente de cohesión y soporte del suelo por medio de las raíces, otorgándole estructura al mismo, y no permitiendo un arrastre considerable de partículas.

Por otra parte, desde el punto de vista geológico y de formación de paisaje, la erosión es entendida como parte del proceso de morfogénesis a través del cual se alteran y moldean las formas terrestres. Desde este punto de vista, la configuración que hoy se tiene de la superficie de la tierra se debe a los procesos continuos que durante largos períodos de tiempo la han moldeado. Estos procesos geomorfológicos están relacionados con factores internos como la litología, la geología estructural, tectónica, volcanismo, topografía, entre otros, así como externos; tal es el caso de la temperatura y precipitación pluvial, además, como ya se había citado, por la acción del hombre.

Dentro de las acciones del hombre que conllevan a que se genere la erosión está la agricultura no controlada, es decir, la nula rotación de cultivos, la tala inmoderada de árboles, el sobrepastoreo, el sellado del suelo con asfalto o concreto, entre otras. Dentro de las principales consecuencias que tiene la erosión, es el arrastre de partículas y posterior afectación a las vías de comunicación por influir en la inestabilidad de laderas, azolvamiento de causes, presas y canales, además de la pérdida ó empobrecimiento del suelo, lo cual implica a tener una cubierta edáfica no fértil para uso agrícola.

VII.8.a. Peligro por Erosión

Con el apoyo del trabajo de campo y los sistemas de información (Ver metodología), se generó el mapa de peligro por erosión de la región comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando (Figura 51).

La región presenta distintos grados de peligro, el 11% (1,311.42 Km^2) es de grado muy alto, 37% (4,535.39 Km^2) es de peligro alto, 33% (4,018.19 Km^2) corresponde a peligro medio y el 20% (2404.60 Km^2) se compone por peligro bajo.

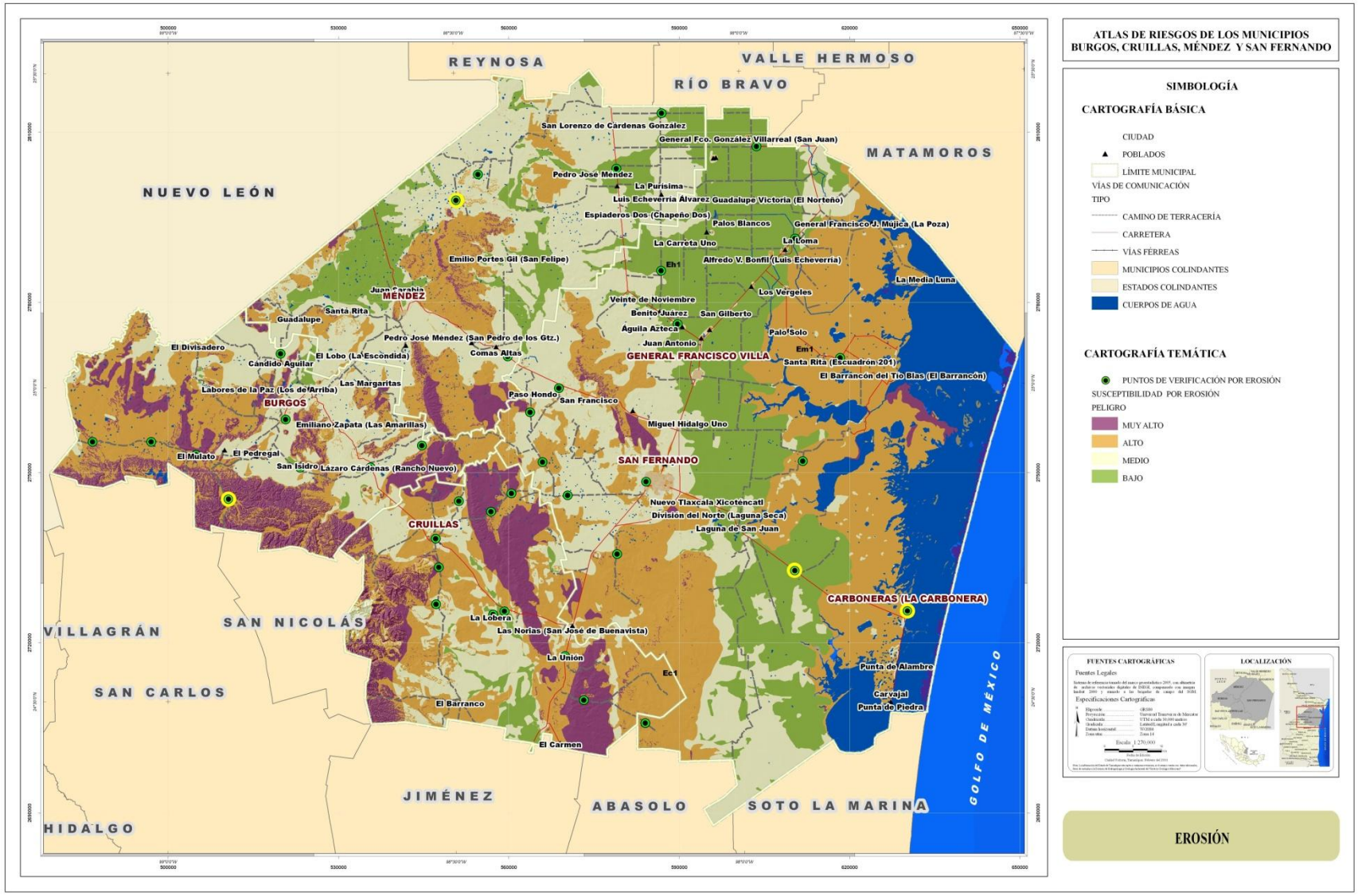


Figura 54. Peligro por Erosión de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

El total de los puntos de verificación registrados en campo para los Municipios de esta región es de 41, de los cuales, nueve con terminación BGS pertenecen a Burgos, diez con terminación CRU corresponden a Cruillas, siete con terminación MDZ pertenecen a Méndez y 15 con terminación SNF se identifican para San Fernando (Tabla 65).

Los puntos verificados en campo muestran los tipos y subtipos de erosión, mismos que en algunas zonas no se presentan y en otras, si, actuando de manera distinta para cada zona, dependiendo las características naturales y actividades antropogénicas que se realicen.

Tabla 65. Puntos de control de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

CLAVE	TIPO DE EROSION	SUBTIPO DE EROSION	VEGETACION	UNIDAD GEOLOGICA	USO DE SUELO	LOCALIDAD
PTE-01-BGS	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Concentrada Cauces y Cañadas (Ec1)	Matorrales y Chaparrales	Lutitas Margas (Kcm)	Área Natural	Puerto de Flores
PTE-02-BGS						Las Setenta
PTE-03-BGS		Asentamientos Humanos (Ea1)		Arenisca-Lutita (To Ar-Lu)	Asentamientos Humanos	Cahimun
PTE-04-BGS		Cauces y Cañadas (Ec1)		Lutitas Margas (Kcm)		Ejido El Mulato
PTE-05-BGS		Cauces y Cañadas (Ec1)		Calizas-Lutitas (Kcoss)	Agricultura Temporal y Asentamientos Humanos	El Aguamiel
PTE-06-BGS		Grado Débil (Eh1)		Conglomerado Polimictico (Tpl Cgp)	Agricultura Temporal	San Isidro
PTE-07-BGS	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)			Asentamientos Humanos	Lázaro Cárdenas
PTE-08-BGS	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1)		Arenisca Lutita (Tom Ar-Lu)	Área Natural	La Unión
PTE-09-BGS				Aluvión (Qhoal)	Agricultura Temporal y Pastizales	Cándida Aguilar
PTE-01-CRU	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)		Areniscas Conglomerado Polimictico (Fm Oasckville)	Asentamientos Humanos	La Soledad de Los Pérez
PTE-02-CRU	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1)			Área Natural	Cercanías A "Milagro de Los Reyes"
PTE-03-CRU	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)		Arenisca Lutita (Tom Ar-Lu)	Asentamientos Humanos	El Mirador
PTE-04-CRU				Areniscas Conglomerado Polimictico (Fm Oasckville)	Asentamientos Humanos, Caminos y Carreteras	La Unión
PTE-05-CRU	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Nula (Eh0)		Conglomerado Polimictico (Tpl Cgp)	Área Natural	Cercanías de San Isidro
PTE-06-CRU	Erosión Hídrica Láminar + Erosión Eólica	Débil (Eh1) y Deflación (Ee1)			Agricultura Temporal	El Mimbre
PTE-07-CRU	Erosión Hídrica Láminar + Erosión Antrópica	Alta (Eh3)Humanos (Ea1)		Arenisca Lutita (Teo Ar-Lu)	Mina, Banco De Material	La Lobera
PTE-08-CRU	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)		Lutitas Margas (Kcm)	Asentamientos Humanos	Juana María
PTE-09-CRU	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1)		Conglomerado Polimictico (Tpl Cgp)	Área Natural	Las Presas De Los Santos
PTE-10-CRU	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)			Asentamientos Humanos	Cruillas
PTE-01-MDZ	Hídrica Láminar débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1) y Cárcavas (Ec2)	Matorral Espinoso	Aluvión (Qhoal)	Agricultura Temporal Y Caminos	La Grulla Chiquita
PTE-02-MDZ		Grado Débil (Eh1) + Deflación (Ee2)				Tres Marías
PTE-03-MDZ					Agricultura Temporal Asentamientos Humanos, Caminos	Espiaderos Dos
PTE-04-MDZ					Asentamientos Humanos, Caminos Y Carreteras	Pedro J. Méndez
PTE-05-MDZ	Erosión Hídrica Láminar + Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1) + Obras Civiles (Ea2)			Agricultura Temporal, Caminos Y Carreteras	El Venado
PTE-06-MDZ	Erosión Hídrica Láminar + Eólica	Grado Débil (Eh1) + Deflación (Ee2)		Conglomerado Polimictico (Tpl Cgp)	Área Natural	Sierra Lomerío
PTE-07-MDZ	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1) + Deflación (Ee2)	Matorral Espinoso	Aluvión (Qhoal)		El Venadito
PTE-01-SNF	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos + Caminos y Carreteras		Areniscas Conglomerado Polimictico	Área Natural Caminos Y Carreteras	Paso Real

Continuación Tabla 65

CLAVE	TIPO DE EROSION	SUBTIPO DE EROSION	VEGETACION	UNIDAD GEOLOGICA	USO DE SUELO	LOCALIDAD
PTE-02-SNF	Erosión Antrópica + Eólica	Asentamientos Humanos (Ea1) + Deflación (Ee1)	Pastizal	Aluvión (Qhoal)	Asentamientos Humanos + Caminos Y Carreteras	La Carreta II
PTE-03-SNF	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)			Agricultura Temporal	La Loma
PTE-04-SNF	Erosión Eólica	Reptación (Ee1) + Deflación (Ee2)				Las Palmas
PTE-05-SNF	Erosión Antrópica + Eólica	Asentamientos Humanos (Ea1) + Deflación (Ee1)				Santa Rita
PTE-06-SNF			Matorral Espinoso	Conglomerado Polimictico (Tpl Cgp)		San Francisco
PTE-07-SNF	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1)		Areniscas Conglomerado Polimictico	Área Natural	Cercanías De Rancho Guzmán
PTE-08-SNF						Cercanías De Tres De Mayo
PTE-09-SNF	Erosión Antrópica	Asentamientos Humanos (Ea1)		Areniscas Conglomerado Polimíctico		San Antonio
PTE-10-SNF	Hídrica Láminar Débil (Eh1)	Grado Débil (Eh1)				Camino Al Huapango
PTE-11-SNF						El Guajolote
PTE-12-SNF	Erosión Antrópica + Marina	Asentamientos Humanos (Ea1) + Marina (Em1)		Aluvión (Qhoal)	Asentamientos Humanos	Carbonera Norte
PTE-13-SNF	Erosión Hídrica Láminar + Eólica	Débil (Eh1) + Deflación (Ee1)	Pastizal		Agricultura Temporal	Carretera La Carbonera
PTE-14-SNF	Erosión Hídrica Láminar	Débil (Eh1)				San Juan
PTE-15-SNF	Erosión Hídrica Láminar + Eólica	Débil (Eh1) + Deflación (Ee1)				Rancho Grande

De la combinación de los factores empleados para la generación del mapa de peligro por erosión (Figura 54), se puede observar que el grado muy alto se ubica en la región Centro Sur y Oeste, principalmente en los Municipios de Cruillas, Burgos y Méndez, lugares donde se encuentra un relieve ondulado, factor que aunado a la gravedad y a los agentes erosivos como la lluvia o el viento genera un arrastre de material edáfico hacia las partes bajas.

El punto de verificación PTE-05-BGS (Figura 54), ubicado en la localidad El Aguamiel, Municipio de Burgos, se encuentra dentro la región de peligro muy alto, donde las características del lugar son: litología compuesta por lutitas y calizas, vegetación escasa compuesta por pastizales, mezquitales y matorrales y un relieve ondulado; la erosión es concentrada en los cerros y lugares con pendientes mayores a 5 grados y vegetación escasa.

Gran parte de la vegetación ha sido reducida por actividades antropogénicas como la agricultura y la construcción de viviendas y vías de comunicación (Fotografía 11).

Fotografía 11. Peligro muy alto por Erosión, localidad El Aguamiel, Municipio de Burgos.

El peligro alto se ubica al Sur, Centro Norte, Este y Oeste, la mayor extensión se encuentra en el Municipio de San Fernando, en la zona perimetral de los cuerpos de agua, principalmente a orillas de la Laguna Madre.

Dentro de la zona comprendida por este peligro se tiene el punto de verificación PTE-12-SNF (Figura 54), ubicado en la localidad Carbonera Norte, esta región presenta una litología compuesta por depósitos aluviales con poca consolidación y fácilmente erosionables, la vegetación es del tipo halófila, la cual se ve reducida por los asentamientos humanos y vías de comunicación del lugar.

Por la cercanía de esta región a la zona costera, el suelo esta propenso a sufrir de salinización, ocasionada por el exceso de irrigación, principalmente por agua de mar. A pesar que el oleaje del Golfo de México es tranquilo y no sobre pasa la línea de costa, en temporada de ciclones tropicales (Capítulo de ciclones tropicales) a causa de los fuertes vientos el agua salada del mar puede llegar a salinizar los suelos, a demás de causar erosión marina, es decir, deteriorar la línea de costa (reduciendo el área libre de agua de mar).

La actividad antropogénica contribuye a la reducción de la vegetación y al deterioro del medio, en la Fotografía 12, se puede observar el mal confinamiento de los residuos domésticos, contaminando e impidiendo el crecimiento de la cubierta vegetal de la zona.

Para el caso del peligro medio, se encuentra en gran parte de la región, concentrándose en la zona Centro, Centro Oeste, Sur, Norte y en menor proporción al Sureste.

Fotografía 12. Peligro alto por Erosión en la localidad La Carbonera, San Fernando.

El punto de verificación PTE-07-MDZ (Figura 54) se encuentra dentro de la región de peligro medio **por erosión**, se ubica en la localidad El Venadito, las características que se registran en tal punto son: litología conformada por depósitos aluviales, vegetación formada por matorrales, pendiente menor a cinco grados y suelos del tipo rendzina, los cuales presentan alta pedregosidad y por lo general son poco profundos, lo que los hace propensos a los factores erosivos como la lluvia y el viento. (Fotografía 13).

.

Fotografía 13. Peligro medio por erosión en la localidad El Venadito, Méndez.

El peligro bajo se registra en zonas con escasa o nula pendiente, principalmente en áreas agrícolas. El punto de verificación PTE-13-SNF (Figura 54), muestra las características de este grado de erosión, este punto se ubica en las inmediaciones de San Fernando y Carbonera, el uso de suelo es destinado a la agricultura, presenta una litología formada por sedimentos aluviales y un suelo del tipo vertisol, el cual se caracteriza por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla.

La región presenta una pendiente nula, lo que evita el transporte considerable de partículas de suelo por erosión hídrica láminar, caso contrario con la erosión eólica que se ve favorecida por el tipo de relieve que se presenta, transportando partículas de suelo (Fotografía 14).

Fotografía 14. Peligro bajo a nulo, ubicado en San Fernando-Carbonera.

VII.8.b. Vulnerabilidad por Erosión

La erosión en la gran mayoría de los casos, se desarrolla en largos períodos de tiempo, donde las cuestiones naturales, como la litología, edafología, vegetación y relieves topográficos determinan el grado de vulnerabilidad ante los agentes erosivos naturales y antropogénicos, como la precipitación, el viento, y las actividades humanas, respectivamente.

La erosión en si no es causa de grandes afectaciones a infraestructuras y de situaciones que pongan en riesgo la integridad de las personas de un momento a otro, sino es un evento que debido al largo período de tiempo que tarda en desarrollarse (en la gran mayoría de los casos) es algo que pasa casi o totalmente desapercibido para la población.

En esta región comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, el factor climático y las cuestiones antropogénicas son los catalizadores de los procesos erosivos, lo que genera bajos rendimientos en las cosechas, ocasiona el azolvamiento de presas y canales, contribuye a la desertificación, reduce la cubierta vegetal restando protección y humedad al suelo, propiciando las condiciones adecuadas para una ignición de materiales como el pastizal, o cualquier otro combustible que pueda encontrarse en el sitio, generando así, el siniestro denominado incendio.

La regionalización y categorización de los grados de peligro se realizaron con base a las características naturales y a lo cartografiado en campo, determinando los distintos grados de peligro por erosión, donde el peligro alto y muy alto representan las zonas que por características naturales aunadas a las actividades antropogénicas son más propensas a sufrir pérdida de suelo. Para el caso de esta región, el peligro muy alto corresponde al 10% (1,311.42 Km^2), el peligro alto al 37% (4,535.39 Km^2), y el peligro medio al 33% (4018.18 Km^2) de la región, por lo que destacan las zonas aledañas a los cuerpos de agua en la parte Este y los relieves topográficos de la zona Oeste como las zonas más susceptibles a la pérdida de material edáfico.

Los factores más importantes que contribuyen con la erosión de esta región son los relacionados con el viento, que causa deflación o reptación, que no es más que el transporte de material sólido por suspensión o a ras del suelo, respectivamente y las actividades antropogénicas como los asentamientos humanos y las zonas agrícolas.

VII.9. Incendios Forestales

De acuerdo con datos del Programa Estratégico Forestal del Estado de Tamaulipas, elaborado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), se categorizaron ciertas zonas del Estado de acuerdo a la incidencia y la superficie afectada por incendios forestales (Tabla 66).

Tabla 66. Zonas críticas de incendios forestales (período 2003-2008).

ZONA CRÍTICA	MUNICIPIOS	INCENDIOS OCURRIDOS	SUPERFICIE AFECTADA (Has)
I	Jaumave, Miquihuana, Tula, Bustamante, Palmillas	65	6,154.25
II	Aldama, Soto la Marina, Casas, Abasolo, Jiménez, Padilla, González	24	1,891.00
III	Victoria, Llera, Güémez, Hidalgo, Villagrán, Mainero	29	898.25
IV	Ocampo, Antiguo Morelos, Nuevo Morelos, El Mante, Gómez Farías, Xicoténcatl	34	679.50
V	San Carlos, San Nicolás	2	52.00
TOTAL		**154**	**9,675.00**

La región comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, no se considera dentro de ninguna zona crítica, por lo que la incidencia de este siniestro es muy baja, sin embargo las características ambientales del lugar, como las altas temperaturas y por consecuente la falta de humedad, generan las condiciones idóneas para la propagación de un incendio, lo que podría afectar la cubierta vegetal, el suelo y los organismos dependientes de este, además de la pérdida de vidas humanas e infraestructura, en caso de que se suscitara en las cercanías de los centros de población, en el presente estudio se muestra la susceptibilidad de los tipos de vegetación de estos dos Municipios, ante la ignición ocasionada por eventos de naturaleza incendiaria.

VII.9.a. Puntos de Calor

Los daños provocados por los incendios forestales en el año de 1998 tuvieron grandes repercusiones en las zonas naturales del Estado de Tamaulipas, en respuesta a ésta problemática la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), realizó el estudio denominado "Los incendios en México, un análisis de su amenaza a la biodiversidad" y a partir del año 2002, se implementó el programa denominado "*PROGRAMA DE DETECCIÓN DE PUNTOS DE CALOR MEDIANTE TECNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA*" que tiene como fundamento teórico, el análisis cuantitativo que se emplea para la identificación de zonas potenciales emisoras de calor que pueden generar algún tipo de incendio, por ello, la CONABIO reclasificó ciertas variables que puedan establecer parámetros que indiquen un posible incendio forestal, como los puntos de calor en los tipos de índice vegetal incendiario y aquellas temperaturas nocturnas de 25°C, y diurnas de 42°C a 100°C (CONABIO, 2008).

La región comprendida por estos cuatro Municipios, no presenta registros de puntos de calor en zonas naturales, sin embargo la vegetación de la zona de acuerdo a la clasificación de la CONABIO, cuenta con cinco grados de índice vegetal incendiario, nulo, bajo, medio, alto y muy alto (Tabla 67 y Figura 55).

El grado nulo de índice vegetal incendiario para esta región, lo integran los cuerpos de agua, zonas urbanas, y áreas agrícolas (riego y temporal), el porcentaje que ocupa en la región de estudio es de 42.41% (5,614 Km^2).

La ubicación de este grado de índice vegetal incendiario se encuentra distribuido en toda la región, principalmente en el Centro Este, Sureste y Norte, siendo en San Fernando la mayor área ocupada por este grado.

El 39.36% (5,210 Km^2), de la región conformada por estos cuatro Municipios, presenta un grado bajo de índice vegetal incendiario, conformado por vegetación de dunas costeras, matorral espinoso tamaulipeco, pastizal cultivado y halófilo. La ubicación de este tipo de vegetación se encuentra al Sur, Este, Centro Sur, Centro Oeste, Noroeste, y Oeste de la región.

El 17.85% (2,362 Km^2), de la vegetación de esta región tiene un grado medio de índice vegetal incendiario, conformándose por mezquital, matorral submontano y pastizal inducido. Este tipo de vegetación se ubica de manera preferencial al Oeste y esporádicamente al Centro y Este de la región.

Se tiene un 0.27% (3,134 Km^2) de la vegetación con grado alto de índice vegetal incendiario, esta porción está representada por Bosques de encino, localizados al Suroeste de la región, en la zona serrana del Municipio de Cruillas.

El 0.11% (14.58 Km^2) de la vegetación, presenta un grado de índice vegetal incendiario muy alto, conformada por bosques de pino, bosques de encino-pino y bosques de galería, ubicados en pequeños manchones en la sierra alta de Cruillas y el extremo Oeste de Burgos.

Tabla 67. Índice vegetal incendiario en Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

TIPO	GRADO DE ÍNDICE VEGETAL INCENDIARIO	ÁREA PARCIAL (Km^2)	ÁREA TOTAL (Km^2)	PORCENTAJE TOTAL (%)
Cuerpo de Agua	Nulo	1,111.12	5,614.47	42.41
Zona Urbana		37.71		
No Aplicable		56.34		
Riego		23.05		
Temporal		4,386.25		
Bosque de Encino-Pino	Muy Alto	1.67	14.58	0.11
Bosque de Galería		1.87		
Bosque de Pino		11.04		
Matorral Submontano	Medio	1,158.39	2,362.94	17.85
Mezquital		1,084.60		
Pastizal Inducido		119.95		
Matorral Espinoso Tamaulipeco	Bajo	3,185.39	5,210.49	39.36
Pastizal Cultivado		1,376.73		
Pastizal Halófilo		4.49		
Vegetación de Dunas Costeras		46.33		
Vegetación Halófila		597.54		
Bosque de Encino	Alto	35.48	35.48	0.27
TOTAL			**13,237.96**	**100.00**

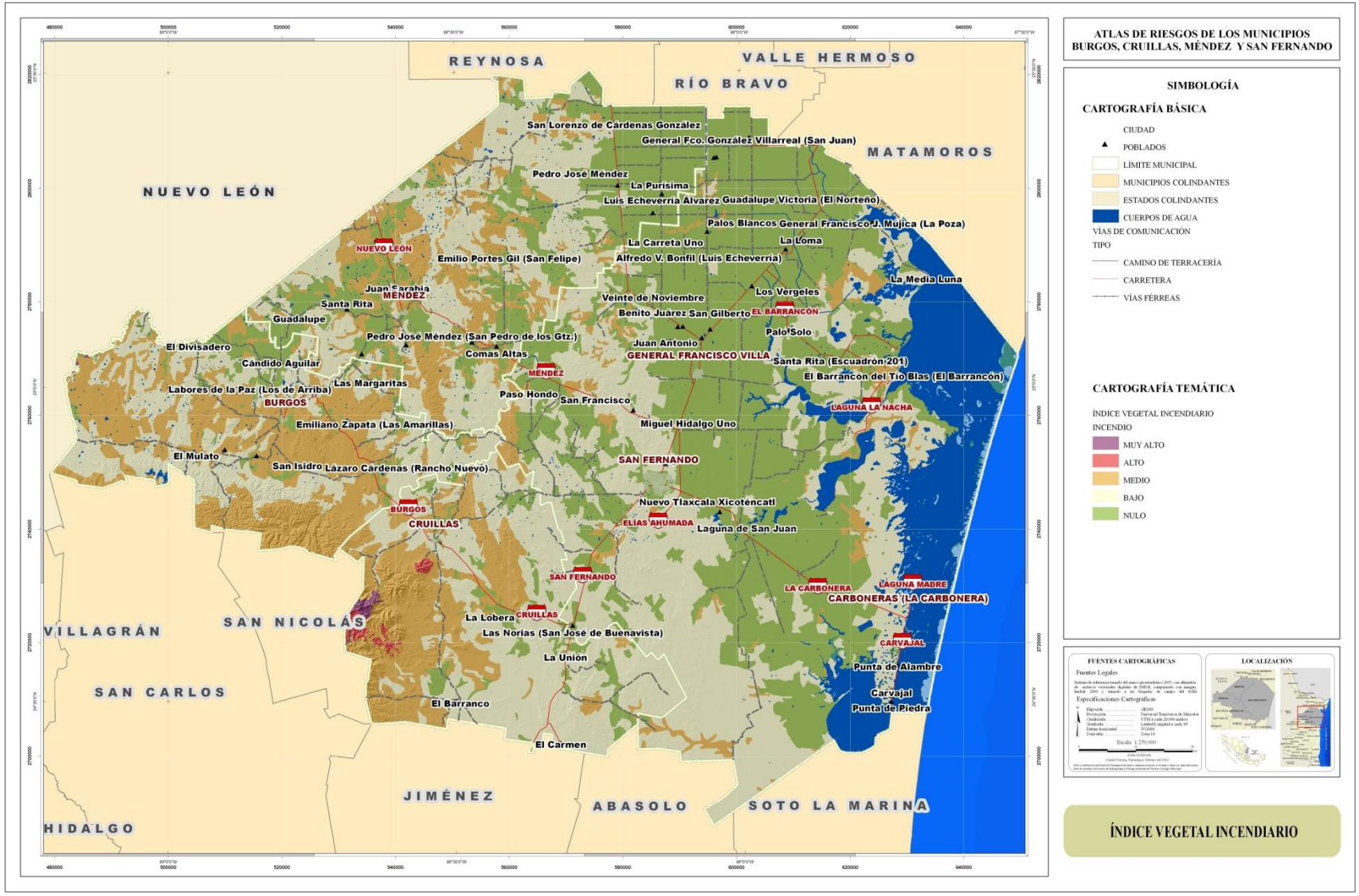


Figura 55.Índice Vegetal Incendiario, Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

VII.10. Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de la presión atmosférica y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, ocasionados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incremento en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones (CENAPRED, 2009).

El análisis de los efectos de la sequía se lleva a cabo a partir de diferentes enfoques: agrícola, hidrológica, meteorológica, biológica, ambiental, urbana o social; cada enfoque o campo de estudio, proporciona una distinta definición y caracterización. En el presente trabajo se analiza la sequía desde el punto de vista meteorológico, y se define como una función del déficit de precipitación con respecto a la precipitación media anual o estacional de largo período, y su duración en una determinada región. En este caso el análisis realizado se llevó a cabo con base en el estudio de Sequía Meteorológica para la República Mexicana (período 1950-1980), del Instituto de Geografía y Facultad de Ciencias de la UNAM, (Hernández *et. al*., 2000), cuyo mapa fue utilizado para extraer la región comprendida del Estado de Tamaulipas y posteriormente, enfatizar en la región de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, comparando el grado de severidad de sequía meteorológica del período 1950-1980 con respecto del que se generó en el presente trabajo (período 1980-2000).

Para el período 1950-1980 se identifica a la región de estudio bajo los efectos de un grado de sequía meteorológica severo, donde los valores del índice de severidad oscilan en el rango de 0.50 a 0.60, según la clasificación de Sancho, *et. al.*, 1980.

Con respecto al período 1980-2000 se utilizaron datos de precipitación media mensual de 103 estaciones meteorológicas distribuidas en el Estado, seleccionadas por contar con la gran mayoría de sus datos de precipitación para dicho período, cuyos valores obtenidos de índice de severidad son utilizados para la generación del mapa, enfatizando en la región de los Municipios de Bustamante, Cruillas, Méndez y San Fernando.

Con la base de datos se realizó el cálculo del índice de severidad (I.S.) para cada año del período de estudio, utilizando los valores de precipitación, comparados con sus respectivas medias (Tinajero *et al*., 1986; Sancho, *et al*., 1980).

La clasificación del índice de severidad de sequía meteorológica oscila de extremadamente severo (mayor de 0.80), muy severo (0.60 a 0.80), severo (0.50 a 0.60), muy fuerte (0.40 a 0.50), fuerte (0.35 a 0.40), leve (0.20 a 0.35) y ausente (<0.20) (Sancho, *et. al.*, 1980).

La fórmula del Índice de Severidad es: **I.S**.= $\frac{(SUMY-SUMX)}{SUMX}$

Donde: Y = Precipitación mensual registrada
X = Precipitación mensual normal (período 1980-2000)

Ejemplo del cálculo del I.S.

De los valores de precipitación correspondientes a la estación Palo Blanco (28216) ubicada en el Municipio de San Fernando (Tabla 71), se consideraron los datos del año 1989, el acumulado mensual (Y), y los valores de la media del período 1980-2000 (X).

Tabla 68. Valores de precipitación, estación Palo Blanco (28216), localizada en el Municipio de San Fernando.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Y	30.80	43.70	1.50	46.30	29.90	53.10	89.90	138.70	142.50	8.20	33.10	43.80
X	41.28	14.50	10.98	33.04	41.44	141.86	146.58	146.42	172.00	94.65	20.49	21.13

El valor de SUMY se obtiene de la suma de los datos del renglón “Y” si son menores que su respectiva media mensual normal de la línea “X”.

Para SUMX, los datos que se suman son las medias mensuales del renglón “X” que fueron mayores para aquellos valores de la línea “Y”.

Sustituyendo en la fórmula de (I.S) el valor de SUMY y SUMX se obtiene lo siguiente.

SUMY = 494.60
SUMX= 795.21
I.S = -0.37

Por último, se toma el promedio de los índices de severidad de cada estación del período estudiado, utilizando el valor absoluto para la generación del mapa.

Con el índice de severidad obtenido para todas las estaciones se generó el mapa de los grados de sequía mediante el trazo de isovalores, la totalidad de la superficie de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se encuentra bajo un sólo grado de sequía meteorológica del tipo muy severo (Figura 56).

Los valores obtenidos del índice de sequía meteorológica para esta región, fluctúan de 0.60 a 0.75 donde la zona Norte y Noroeste presenta valor de 0.60 a 0.63, incrementándose hacia la zona Sur y Sureste con valores de 0.64 a 0.75.

Comparando los dos períodos de estudio, se observa un incremento del grado de severidad de la sequía meteorológica para la región de estos cuatro Municipios (Tabla 69).

Tabla 69. Porcentaje de superficie expuesta a la sequía meteorológica.

GRADO DE SEQUÍA	PERÍODO (1950-1980) SUPERFICIE (%)	PERÍODO (1980-2000) SUPERFICIE (%)
Severo	100	
Muy Severo		100
TOTAL	**100**	**100**

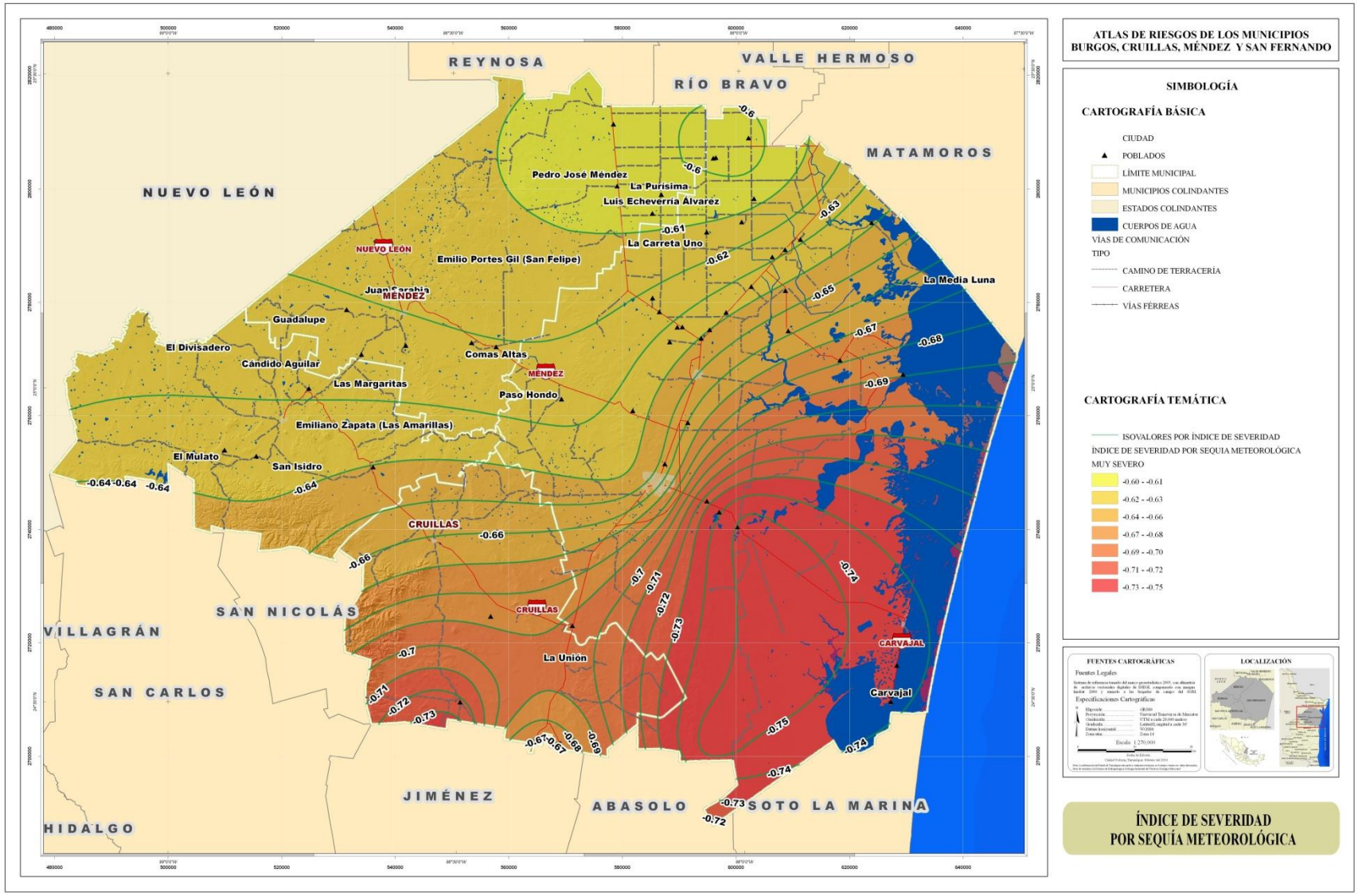


Figura 56. Grado de sequía meteorológica del período 1980-2000.

VIII. **RIESGOS ANTROPOGÉNICOS**

Para el desarrollo del subcapítulo riesgos antropogénicos, fue necesario identificar los peligros que se presentan en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando. Con la finalidad de evaluar el peligro al que está expuesta la población y calcular el riesgo que representa al vivir cerca de ellos. Se idenficaron sitios de concentración masiva, donde la población suele reunirse de manera constante, con el objetivo de cuantificar la cantidad de personas que pueden verse afectados ante emergencias de distinta naturaleza, considerando aquellas áreas con alta densidad poblacional, ubicadas en los alrededores de posibles fuentes de afectación. Estos lugares corresponden en su mayoría a sitios que ofrecen servicios públicos de educación, seguridad, transporte, diversión, esparcimiento, comercial entre otros.

Los riesgos antropogénicos que pueden llegar a afectar la población corresponden a los peligros químicos asociados a gaseras, estaciones de servicios de gasolineras, industrias químicas y petroquímicas, ductos e instalaciones de PEMEX. Sus instalaciones compuestas por tuberías y/o tanques de reservas, almacenan y transportan una cantidad considerable de combustibles que se distribuyen dentro de estos cuatro Municipios, en dado caso de no seguir los procedimientos de seguridad, se puede generar un desastre y poner en riesgo a la población. La cercana relación que existe entre las empresas que ofrecen el producto y la alta demanda de consumo de la población, hace que esa delgada línea de peligro se vea rebasada por la cercana convivencia y la cotidianidad. Para establecer el nivel de riesgo al que está expuesto ciertos sectores de la población, se realizó la simulación de explosión por computadora utilizando programa de SCRI versión 3.2, comparando con las variables de vulnerabilidad para cuantificar las zonas más susceptibles a ser afectadas por los peligros químicos y establecer los rangos y/o límites permisibles para futuras construcciones.

Por último, se identificaron sitios de peligros sanitarios que corresponden a servicios de salud, limpieza pública y ambiental. Estos sitios reciben su nombre por el tipo y la forma de afectación hacia el ser humano, la presencia o dispersión de los factores de riesgo van dirigidas hacia la salud humana, su contaminación es de tipo biológica-infecciosa.

VIII.1. Metodología

A continuación se describe la metodología empleada para el desarrollo del presente apartado, la cual involucra varios procesos; desde la fuente del método utilizado, la recopilación de información previa, el levantamiento sistemático de peligros antropogénicos, además de la simulación de explosiones.

VIII.1.a. CENAPRED

El objetivo es identificar y ubicar los diferentes tipos de peligros al que está expuesta la población y conocer el nivel de riesgo que existe en los Municipios Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando a nivel de Ciudad, población, colonia y manzana. La metodología que se aplicó para la determinación de Peligros Antropogénicos se basó en las Guías Metodológicas Básicas Vigentes para la Elaboración del Riesgo en sus Niveles Sociorganizativos, Químicos y Sanitarios, publicadas por el CENAPRED (2006c) y adecuadas para el presente Atlas.

La metodología destaca la importancia de identificar los **peligros sociorganizativos** para evaluar el riesgo a la población, considerando aquellas áreas de alta densidad poblacional ubicadas a lo largo de la trayectoria donde se encuentran los peligros químicos por explosión de ductos, gaseras, gasolineras o alrededor de una instalación industrial. El levantamiento consiste en la identificación de sitios con la mayor precisión a fin de que reflejen sus condiciones actuales y reales, considerando la distribución de la población, el tipo de vivienda o construcción, entre otros factores.

Es importante mencionar que de acuerdo al CENAPRED (2006c), para lograr un análisis a detalle se requiere información específica de la población próxima a posibles instalaciones generadoras de peligro, tal es el caso de horarios de mayor concentración de población, tamaño y tipo de población, propiedad pública o privada que puede ser dañada, entre otros factores.

Los servicios tomados en cuenta para estimar la cantidad de población que puede verse afectada durante una emergencia fueron los siguientes: viviendas, zonas comerciales, mercados, iglesias, escuelas, hospitales, centros deportivos, terminales de transporte de pasajeros (terrestre y aéreo).

La identificación de **peligros químicos** se concentra aquellos sitios que almacenan, transportan y/o distribuyen sustancias y materiales peligrosos. El grado de peligrosidad de una sustancia depende no sólo de las propiedades de la misma, sino también del volumen o cantidad presente, las condiciones de su almacenamiento y sobre todo las condiciones de su entorno. Durante la identificación de peligros a nivel local se deben determinar las actividades peligrosas que existen, tal como las instalaciones industriales que manejan y/o almacenan sustancias peligrosas en grandes volúmenes, las carreteras, vías férreas y los ductos por donde se transportan sustancias peligrosas, las sustancias o materiales peligrosos, dónde se ubican, qué tipo de accidente pueden ocasionar y las posibles consecuencias a la población (CENAPRED, 2006c).

Dando seguimiento a la metodología de CENAPRED, en el caso de **peligros sanitarios**, se realizó un inventario de clínicas y centros hospitalarios para cuantificar el equipamiento, tipo de atención y capacidad de respuesta durante una contingencia. Asimismo se identificaron sitios donde se concentran residuos y desechos sólidos, peligro biológico infeccioso que pueden causar efectos en la salud y ubicar su disposición final, estos sitios corresponden a rastros, basureros y rellenos sanitarios.

VIII.1.b. Recopilación de la Información

De entre las primeras fases para el desarrollo del Atlas de Riesgos de los Municipios de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando, se estableció la comunicación y reacción con los departamentos de Protección Civil Municipales. Se establecieron reuniones para la planificación del desarrollo del Atlas, las cuales fueron convocadas con la finalidad de dar a conocer los objetivos, alcances y metas del proyecto, de igual forma para obtener información existente de cada uno de los Municipios que involucrados. Simultáneamente se convocaron reuniones con instituciones del sector público Federal y Estatal, en este caso la Secretaría General de Gobernación, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Urbano y Ecología, Consejo Estatal de Población, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Secretaría de Salud y Asistencia, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, así como el Consejo de Planeación y Desarrollo del Estado de Tamaulipas (COPLADET).

De la información obtenida, se cuenta con la versión anterior del Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas (1999); así como el Atlas de Riesgos Municipal de San Fernando en formato digital. Protección Civil en convenio con COPLADET, proporcionan información geográfica de los Municipios, Imágenes Quick Bird, Base cartográfica (INEGI), Mapas, Base de datos de Escuelas (SEP), base de datos de Clínicas y Hospitales (SSA), Listado de gasolineras del Estado (SOPDUE), Instalaciones subestaciones eléctricas, líneas de alta tensión (CFE), estudios de riesgo ambiental informes y estudio (SEMARNAT), además de informes y resúmenes diversos.

VIII.1.c. Levantamiento Sistemático de Peligros Antropogénicos

El levantamiento sistemático para la identificación de los peligros antropogénicos se llevó a cabo las cabeceras Municipales de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando, el trabajo de campo se basó en la identificación de los diferentes tipos de peligros por medio de la exploración directa en cada Ciudad, haciendo divisiones por sectores, colonias, manzanas y calles, realizando un censo de los tres niveles de peligros para llevar a cabo la zonificación de riesgos. Para describir cada sitio se utilizó formatos en Excel divididos en tres grupos: Sociorganizativos, Químicos y Sanitarios (Tabla 70).

Tabla 70. Clasificación de los Peligros Antropogénicos y los tipos de sitios levantados.

PELIGRO	TIPOS DE SITIOS LEVANTADOS
Sociorganizativo	Aeropista, Auditorio, Bomberos, Cementerio, Centro Comercial, Centro Deportivo, CFE, DIF, Escuela, Hotel, Iglesia, Oficina de Gobierno, Plaza, Terminal
Químico	Gasera, Gasolinera
Sanitario	Hospital, Basurero, Rastro

Durante el desarrollo de este trabajo se elaboraron formatos individuales para cada tipo de sitio, estos se realizaron bajo las clasificaciones oficiales y los estándares establecidos por las instituciones participantes, lo anterior con la finalidad de homogenizar criterios e identificar con mayor precisión el lugar. Se incluyen los formatos de escuelas que contienen las claves escolares establecidos por la SEP y los formatos de hospitales contienen la Clave Única de Establecimiento de Salud (CLUES) asignados por la SSA, ambos utilizados para identificar un Centro escolar y/o unidad de salud. Cada formato digital cuenta con cinco apartados que contienen en promedio 35 campos, donde se describe su ubicación geográfica, características y datos propios de la institución, unidad o establecimiento, tipología de vivienda, tipo de peligro que pudiese afectar el sitio, así como condiciones de seguridad del mismo. Se anexan dos fotografías representativas, así como un croquis para una rápida ubicación (Figura 57).

En el caso de Peligro Sociorganizativo fueron elaborados formatos para auditorio, bomberos, cementerios, centros comerciales, centros deportivos, CFE, DIF, escuelas, hoteles, iglesias, oficinas de gobierno y terminales. En peligros químicos se tienen formatos para gaseras y gasolineras; y para peligros sanitarios se cuenta con los formatos de hospitales, basureros y rastros. Cabe mencionar que no se cuenta con formatos para aeropistas, plazas-parques, subestaciones CFE y ductos. Para identificar cada lugar se asignó una clave con tres letras y numero consecutivo de tres a cuatro dígitos, con el objetivo de identificar los sitios y agruparlos para elaborar la base de datos e identificarlos en el SIG (Tabla 71).

Tabla 71. Clasificación de sitios verificados y claves asignadas.

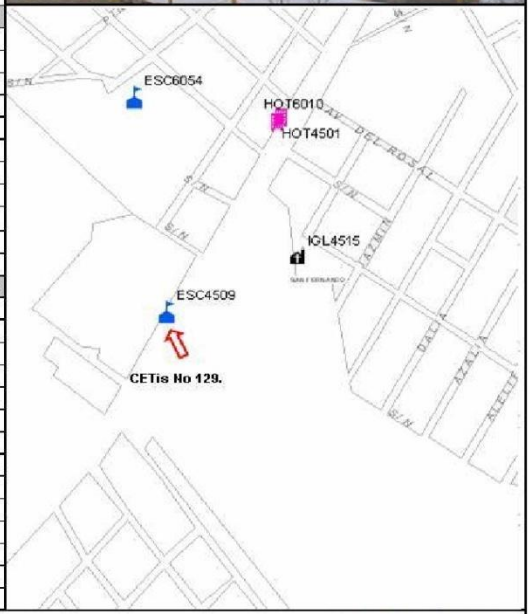
PELIGROS SOCIORGANIZATIVOS				QUÍMICOS	
SITIO	CLAVE ASIGNADA	SITIO	CLAVE ASIGNADA	SITIO	CLAVE ASIGNADA
Aeropista	AEP001	DIF	DIF001	Gasera	GAS0001
Auditorio	AUD0001	Escuela	ESC0001	Gasolinera	GSO0001
Bomberos	BOM001	Hotel	HOT001		
Cementerio	CEM0001	Iglesia	IGL001	SANITARIOS	
Centro Comercial	CCO0001	Oficina Gobierno	OFG001	Hospital	HOS0001
Centro Deportivo	CDE0001	Plaza-Parque	PZA-PAR001	Basurero	BAS0001
CFE	CFE001	Terminal	TER001	Rastro	RAS0001

FICHA DE PELIGRO SOCIORGANIZATIVO

ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

ESCUELA

UBICACIÓN									
PUNTO DE CONTROL:	ESC4509								
COORDENADAS UTM:	X:	583916		Y:	2746664				
	Z:	67							
CALLE:	Carretera Victoria - Matamoros								
COLONIA:	Carretera Victoria-Matamoros								
CODIGO POSTAL:	87620								
LOCALIDAD:	Villa de San Fernando								
MUNICIPIO:	San Fernando								
ESTADO:	Tamaulipas								
VISITADO POR: Arlet Cardoso Vázquez						FECHA: 7-Mar-09			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESCUELA									
NIVEL DE ESCOLARIDAD:	EDUC. INICIAL		EDUC. ESPECIAL		PRE-ESCOLAR				
	PRIMARIA		SECUNDARIA		PREPARATORIA				
	BACHILLERATO	X	SUPERIOR		UNIVERSIDAD				
ESCUELA:	OFICIAL	X	PARTICULAR		OTRO				
ZONA ESCOLAR:	Sin Zona		SECTOR:		Sin Sector				
NOMBRE:	Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 129								
CLAVE:	28DTA00010								
TURNO:	MATUTINO	X	VESPERTINO		NOCTURNO				
HORARIO:	07:00 a 14:00								
NOMBRE DIRECTOR (A:	Bernardo Lino Napoles Lara								
NUMERO DE POBLACIÓN:	ALUMNOS	689	DOCENTES	35	ADMON-INTEN	26			
POBLACIÓN TOTAL:	750 Personas								
SUPERFICIE m²:	Pendiente		SUPERF. CONSTRUIDA		Pendiente				
NUMERO DE AULAS:	20		NUMERO DE PISO (S)		2				
CUENTA CON:	AUDITORIO		SALA USOS MULT.		CANCHA TECHADA				
CAPACIDAD:									
TIPOLOGIA DE VIVIENDA									
TIPO DE MUROS:	CONCRETO		PIEDRA		LADRILLO	X			
	BLOCK		ADOBE		ACERO				
TIPO DE TECHO:	RIGIDO/LOSA	X	FLEXIBLE/LAMINA	X	ACERO				
TIPO DE SERVICIOS:	LUZ	X	AGUA	X	DRENAJE	X			
	SANITARIOS	X	COCINA	X	ENFERMERIA				
	CLIMA	X	INTERNET	X	OTRO:				
NUMERO TELEFONICO:	TEL: No Cuenta		FAX:		OTRO:				
SERVICIO ADICIONALES:	Ninguno								
TIPO DE PELIGRO PRESENTE									
ESCUELA CERCA DE ALGUN PELIGRO:	GASERA		GASOLINERA		INDUSTRIA				
	REFINERIA		DUCTOS		TORRES CFE				
	RÍO/ARROYO		BARRANCA		FALLA ACTIVA				
	SIERRA/CERRO		TALUD		MAR				
DISTANCIA DEL PELIGRO:	Ninguno								
ANTECEDENTES DE ALGUN EVENTO REGISTRADO:	INCENDIO		EXPLOSIÓN		SISMO				
	AGLOMERACIÓN		INUNDACION		NINGUNO	X			
SEGURIDAD									
FUNC. REFUGIO TEMPORAL	SI	X	NO						
PLAN DE CONTINGENCIA:	SI		NO	X					
MEDIDAS DE SEGURIDAD:	SI		NO	X					
PRIMEROS AUXILIOS:	SI	X	NO						
REALIZAN SIMULACROS:	SI		NO	X					
SALIDAS DE EVACUACIÓN:	SI	X	NO		SE DIRIGUEN HACIA:	Carretera Victoria			
COMENTARIOS									



MUNICIPIO SAN FERNANDO

Figura 57. Ficha de Iglesia utilizada para levantamiento de Peligros Sociorganizativos.

De los datos verificados en la ciudades de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando se capturaron **219** fichas, paralelamente se elaboraron 19 bases de datos de cada nivel de información, de los cuales **191** corresponden a sitios sociorganizativos, **14** a peligros químicos y **14** a peligros sanitarios (Tabla 72 y 73). A fin de conocer las peculiaridades de esta información se sugiere al lector consultar el Anexo I y II, el cual contiene la base de datos y fichas digitales de campo de cada Municipio. La importancia de estos formatos es identificar el tipo de peligro se encuentra presente en cada sitio levantado.

Tabla 72. Peligros verificados en los Municipios Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando.

TIPO DE PELIGRO	MÉNDEZ	BURGOS	CRUILLAS	SAN FERNANDO	TOTAL
Sociorganizativos	14	16	14	147	191
Químicos		3	2	9	14
Sanitarios	1	1	1	11	14
Total	15	20	17	167	219

Tabla 73. Sitios verificados de los Municipios Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando.

SOCIORGANIZATIVOS					
TIPO DE PELIGRO	**MÉNDEZ**	**BURGOS**	**CRUILLAS**	**SAN FERNANDO**	**TOTAL**
Aeropista				1	1
Auditorios	1	1			3
Bomberos					1
Cementerios	1		1	4	6
Centros Comerciales				4	4
Centros Deportivos	1		2	5	8
CFE				1	1
DIF	1	1		3	5
Escuelas	4	7	6	46	63
Hoteles				9	9
Iglesias	3	5	2	53	63
Oficinas de Gobierno	1	1	2	7	11
Plazas	2	1	1	8	12
Terminales				4	4
Total	**14**	**16**	**14**	**147**	**191**
QUÌMICOS					
TIPO DE PELIGRO	**MÉNDEZ**	**BURGOS**	**CRUILLAS**	**SAN FERNANDO**	**TOTAL**
Gasera		2	1	5	8
Gasolinera		1		4	6
Total	**0**	**3**	**2**	**9**	**14**
SANITARIOS					
TIPO DE PELIGRO	**MÉNDEZ**	**BURGOS**	**CRUILLAS**	**SAN FERNANDO**	**TOTAL**
Hospital	1	1	1	9	12
Basurero				1	1
Rastro					1
Total	**1**	**1**	**1**	**11**	**14**

VIII.1.d. Simulación de Explosión de Gaseras y Gasolineras

La metodología utilizada para la simulación de explosiones en gaseras y gasolineras, parten de una verificación de este tipo de instalaciones en los cuatro Municipios. A fin de consultar las particularidades de las instalaciones simuladas, se recomienda al lector consultar el Anexo I, incluido en éste informe.

El programa SCRI Fuego Versión 3.2 (SCRI: Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias) se utilizó para efectuar la simulación en computadora de modelos de análisis de consecuencias por fuego y explosiones, ya que proporciona la distancia de los radios de afectación para tres niveles de radiación térmica, más uno adicional que aplica en el caso de gaseras (Dinámica, 2007).

Existen diferentes tipos de fuego en función de la substancia involucrada, en éste caso se realiza el análisis únicamente para tres substancias: gas licuado de petróleo (gas LP.), gasolina y diesel, llevando a cabo un análisis de dos tipos:

a) **BLEVE** “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion” (Expansión Explosiva del Vapor de un Líquido en Ebullición), se trata de un tipo de explosión mecánica de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado, a presión sobrecalentados por rotura del recipiente o de alguna válvula de seguridad. Este tipo de simulación se utiliza para gas licuado de petróleo (Dinámica, 2007).

b) Fuego en Pool Fire, “Fuego en Derrames de Combustible”, su principal afectación es por radiación térmica y se suscita cuando hay un factor que provoca una chispa y a su vez la ignición del combustible, que para este caso se trata de la gasolina y el diesel (Dinámica, 2007).

A partir de información de los levantamientos de campo se obtuvo información diversa acerca de los establecimientos de venta y almacenamiento de combustibles (gasolina, diesel y gas L.P.), tales como ubicación geográfica, productos y volumen que manejan de cada sustancia en tanques de almacenamiento, así como a grandes rasgos la afectación que estos representan para algunos sitios. Se realizó el levantamiento de gaseras y gasolineras que se distribuyen de la siguiente manera: Burgos cuenta con dos gaseras y una gasolinera, en Cruillas una gasera y una gasolinera y San Fernando cinco gaseras y cuatro gasolineras (Tabla 76).

Se tomaron en cuenta datos como la capacidad de almacenamiento de los tanques de gas convertido a kilogramos, el tamaño de las trincheras de seguridad en el caso de las gasolineras, especificaciones de construcción referentes a la dimensión de los tanques de almacenamiento, entre otros.

El programa de simulación se alimenta con datos como: nombre del punto, coordenadas, número y volumen de tanques de almacenamiento, dimensiones de la trinchera, promedio de la dirección y velocidad del viento, humedad relativa, temperatura ambiental, entre otros, de los parámetros que muestra como opciones múltiples el mismo programa, se consideraron los máximos o los más altos, dando resultados en función del tipo de fuego, es decir, cuatro radios para el tipo BLEVE (bola de fuego, peligro alto, peligro medio y peligro bajo), así como tres radios para el tipo Pool Fire (peligro alto, peligro medio y peligro bajo). Cabe mencionar que la base de datos generada con el programa se puede consultar desde el Sistema de Información Geográfica (SIG).

Con la identificación de peligro por explosividad en cada una de las estaciones de servicio (gas L.P. y gasolina) fue posible realizar en el SIG Arc Map los diferentes escenarios de riesgo con el fin de cuantificar los posibles daños materiales y humanos, para ello se integró el nivel de información de población y vivienda a nivel manzana que contienen las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB’s), INEGI 2005a. Se invita al lector a consultar el Sistema de Información Geográfica a fin de informarse con mayor detalle sobre las diferentes zonas de afectación, grado de exposición y vulnerabilidad de la población así como las características que tiene cada uno de los establecimientos para los que se realizó la simulación.

En la Figura 58 se presenta un diagrama de flujo que sintetiza la metodología descrita para la simulación de explosiones en gaseras y gasolineras.

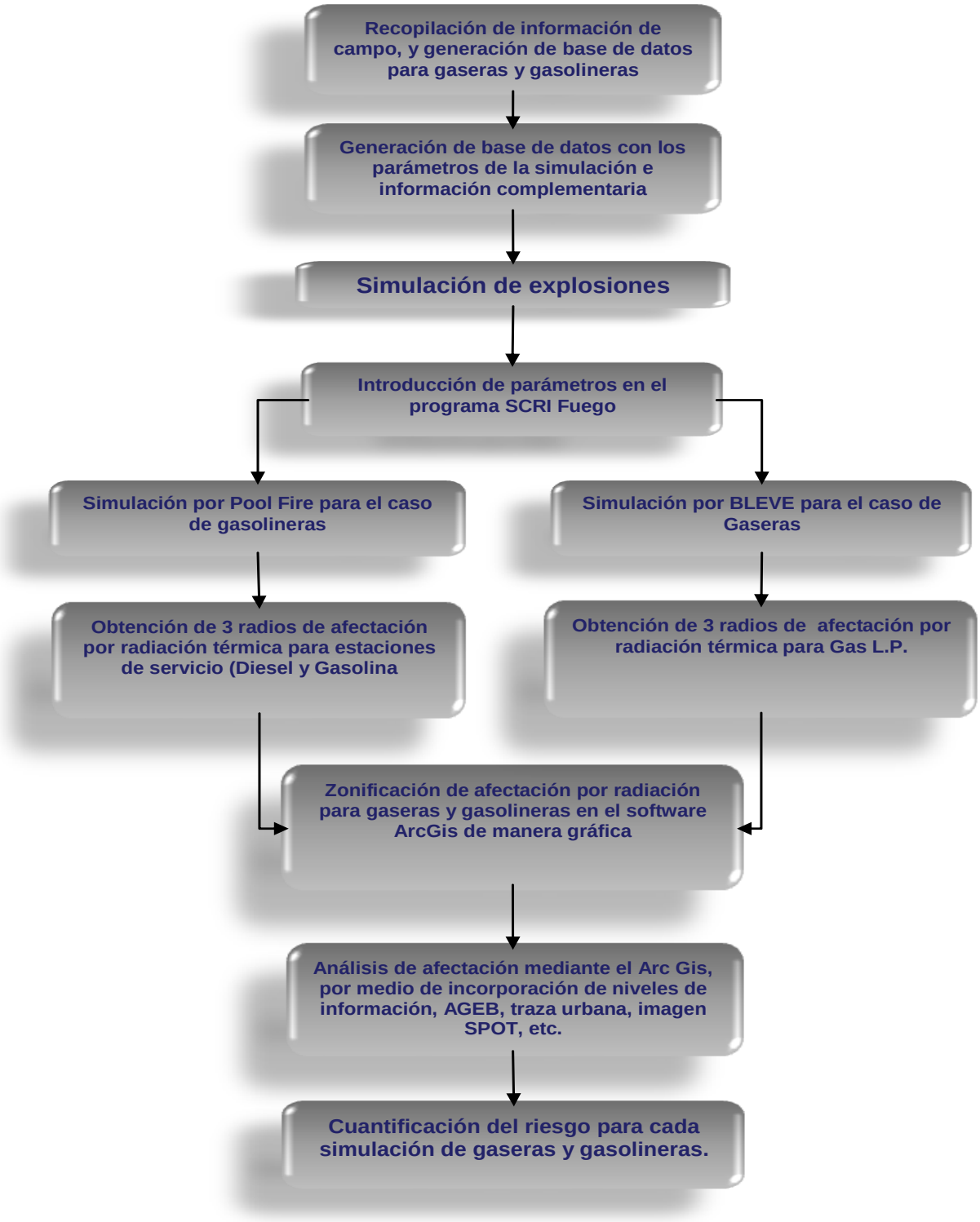


Figura 58. Esquema para la elaboración de simulación por explosión de gaseras y gasolineras.

VIII.1.e. Zonificación por Explosión de Ductos

Para llevar a cabo la descripción de la temática de riesgo por explosión de ductos, el Servicio Geológico Mexicano (SGM), en coordinación con Protección Civil del Estado (DGPCE), realiza la solicitud de información a PEMEX sobre el sistema de transporte de ductos. Con objetivo de llevar a cabo la actualización del Atlas en la temática de peligro químico. La solicitud se llevó a cabo de acuerdo a las bases establecidas en la Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatal y Municipales de Peligros y Riesgos; sin embargo no se obtuvo respuesta por parte de Petróleos Mexicanos. Con apoyo del INEGI se obtiene información digital de la trayectoria, distribución, número de líneas, clasificación de tuberías subterráneas y superficiales de los ductos, pero con carencias de base de datos, que imposibilitaron realizar el análisis del riesgo, optando por describir a nivel de peligro.

La zonificación de peligro se crea, a partir de los parámetros establecidos en el apartado de Identificación de Peligros y Riesgos Químicos de la guía metodológica de CENAPRED (2006c). Donde señala que para determinar la distancia de seguridad de un ducto se debe utilizar la Tabla 77, en la cual se indica dicha distancia de acuerdo con el diámetro nominal de la tubería, la presión de operación y la sustancia transportada. Sin embargo debido a que no se tiene información suficiente sobre el posible impacto de la ruptura de un ducto a otro(s) se debe considerar la distancia mayor determinada para los ductos que se alojan en el derecho de vía y la distancia se mide hacia ambos lados a lo largo del eje del ducto. Las consideraciones para determinar la zona de impacto potencial están destinadas a proporcionar un margen adicional de seguridad, característica deseable en casos de prevención, pero complicada cuando se emplea para regular el uso del suelo y la comunicación de peligros.

Para la zonificación se consideró el valor más alto de 200 metros, considerando el máximo escenario de peligrosidad, debido a que se desconoce el tipo de combustible y las características de temperatura, presión y diámetro de los ductos (Tabla 74).

Tabla 74. Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.

DIÁMETRO EN PULGADAS	TRAMPA DE DIABLO	GASODUCTOS		OLEODUCTO Y GASOLINODUCTO	GASODUCTO	
		100 > P ≥ 80 kg/zcm^2	80 > P≥ 50 kg/cm^2		50 ≥ P 15 kg/cm^2	P < 15 kg/cm^2
48	250	200	150	150	100	50
36	250	200	150	150	100	50
30	250	200	150	150	100	50
24	200	150	150	100	100	50
20	200	150	100	100	100	50
18	150	100	100	100	75	35
16	150	100	100	75	75	35
14	150	100	75	75	75	35
12	150	100	75	75	75	35
10	100	75	75	75	50	35
8	100	75	75	55	50	35
6	75	75	75	50	35	35
4	75	50	50	35	35	35
3	50	35	35	35	35	35
2	35	35	35	35	35	35

Fuente: CENAPRED, 2006c. La distancia de seguridad está establecida en metros.

El cálculo estadístico, se obtuvo a partir de la zonificación de 200 metros (hacia ambos lados del ducto), contra los datos de AGEB´s (INEGI, 2005a). El cálculo se realizó en las colonias por donde pasan los ductos de PEMEX, a través de sus calles o sobre un costado de la traza urbana, dando como resultado el número de colonias, viviendas y personas que están dentro de la zona de influencia de peligro.

VIII.2. Peligros Sociorganizativos

En este subcapítulo se trataran los Peligros Sociorganizativos que corresponden a aquellos sitios públicos o privados que brindan o prestan un servicio a la población, en consecuencia generan concentración masiva de personas, dando como resultado áreas vulnerables ante una serie de peligros naturales y antropogénicos. Mediante el trabajo de campo**,** dichos sitios se ubicaron en las ciudades de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando. Con el apoyo del levantamiento de fichas, se obtuvo la verificación de la siguiente infraestructura: auditorios, delegaciones de bomberos, cementerios, centros comerciales, centros deportivos, subestaciones eléctricas, escuelas, hoteles, iglesias-templos, oficinas de gobierno, plazas-parques y terminales.

A cada uno de los sitios se le asignó una clave única denominada punto de control, las cuales, están compuestas por tres letras (abreviación de cada sitio), seguida de cuatro dígitos, por ejemplo ESC4000, estas claves se distinguen entre sí por sus primeras siglas y son agrupadas en cada rubro. Para el caso específico de las escuelas que cuentan con variables, como turnos y niveles de educación dentro de una misma edificación, se conservó la misma numeración y se le asignó una letra adicional según sea el caso: por ejemplo ESC6000m, matutino (m), vespertino (v), preescolar (J), primaria (P), secundaria (S), preparatoria (PR), para mayor detalle consultar el apartado de metodología y anexos de fichas digitales. La información recabada durante la verificación de campo, se concentró en fichas técnicas digitales realizadas en formato EXCEL, éstas cédulas contienen datos de la ubicación en coordenadas UTM (datum interfase 92 - WGS84), dirección, información propia de cada lugar, número de personas, horarios, tipo de vivienda, tipo de peligro presente o cercano al sitio, entre otros.

De los datos obtenidos se elaboró una base de datos para cada rubro con todos los campos antes mencionados. Se identificaron **147** sitios de concentración masiva en la Ciudad de San Fernando, 16 en Burgos, 14 en Méndez y 14 en Cruillas dando un total de **191** áreas censadas para ésta región del Estado de Tamaulipas, es importante señalar que dichos sitios corresponden única y exclusivamente a la zona urbana de ambos Municipios (Tabla 75).

Tabla 75. Tipo y número de sitios verificados en Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

CLASIFICACIÓN	SITIO	BURGOS	CRUILLAS	MÉNDEZ	SAN FERNANDO	TOTAL
Centros Escolares	Escuelas	7	6	4	46	**63**
Centros Religiosos	Iglesias	5	2	3	53	**63**
Áreas Recreativas y de Entretenimiento	Auditorios	1		1	1	**3**
	Hoteles				9	**9**
	Plazas	1	1	2	8	**12**
Centros Deportivos	Centros Deportivos		2	1	5	**8**
Centros Comerciales	Centros Comerciales				4	**4**
Centros de Transporte	Aéreo pistas				1	**1**
	Terminales				4	**4**
Dependencias	Oficinas de Gobierno	1	2	1	7	**11**
Gubernamentales	DIF	1		1	3	**5**
	Bomberos				1	**1**
Otros	CFE				1	**1**
	Cementerios		1	1	4	**6**
Total		**16**	**14**	**14**	**147**	**191**

La Ciudad de **San Fernando**, es el Municipio más grande del Estado de Tamaulipas en cuanto a extensión territorial y la Ciudad más grande respecto a las otras tres que integran los Municipios; cuenta con una población en su zona urbana de 29,289 habitantes (INEGI, 2005b), su economía se basa principalmente en la agricultura, ganadería y pesca; como característica principal se encuentra a tan sólo 28 Km de distancia a la Laguna Madre, de ahí que una de sus principales actividades sea la pesca y que por otro lado su clima cálido-seco se asocia a su cercanía al Golfo de México.

La segunda Cabecera Municipal es **Burgos**, cuenta con una población de 1,333 habitantes (INEGI, 2005b), es una localidad con un territorio de contrastes, ya que se pueden encontrar extensas llanuras con matorrales y por otro lado sierras como la de San Carlos. Su actividad económica se basa en el sector primario, como son la agricultura y la ganadería.

La zona urbana de **Méndez** es el tercero en cuanto a tamaño de su población que es de 789 habitantes (INEGI, 2005b) sólo en la zona urbana, está establecida en una amplia llanura y sus principales actividades económicas son la agricultura, ganadería y en menor proporción el turismo, que practica la cacería de la paloma ala blanca.

La cabecera Municipal con menor densidad poblacional es **Cruillas** con tan sólo 653 habitantes (INEGI, 2005b), la población se encuentra asentada en una llanura con algunos lomeríos de pendientes muy suaves; en el Municipio tienen como principal actividad productiva la agricultura, ganadería y al igual que en Méndez también se practica la caza de la paloma ala blanca en la temporada de cosecha del sorgo.

La idea de mencionar el número de habitantes de cada Cabecera Municipal, es para proporcionar un panorama de la infraestructura con la que cuenta cada una de ellas en lo que respecta a servicios de tipo educativo, recreativo, deportivo, de transporte y Municipales, que fueron verificados en campo y que es la tarea de este capítulo, describir a cada uno de ellos, con la finalidad de contar con una base de datos de dichos servicios, se contemplen los peligros que se pueden generar por la concentración masiva de personas, así como, los peligros a los que pueden estar expuestos ya sea naturales o antrópicos. En este sentido el presente trabajo proporciona una descripción de algunas características de la ubicación, tipo de la vivienda y cantidad de personas que se concentra en estos servicios públicos.

La descripción se hace con más énfasis a las escuelas ya que representan el mayor número de sitios distribuidos en las ciudades, son lugares que concentra niños de edades entre cuatro a 16 años o más, dependiendo del nivel escolar. Así mismo los sitios religiosos (templos o iglesias) concentran una cantidad considerable de personas de diversas edades, sucesivamente se describen los sitios restantes dependiendo del número de sitios ubicados, entre los que se destacan los centros deportivos, hoteles, centros comerciales y oficinas de gobierno. Se abordará primero la cabecera Municipal de mayor tamaño que es San Fernando y así sucesivamente, en ese orden hasta finalizar con Cruillas que es el de menor población.

VIII.2.a. Centros Escolares

En **San Fernando** hay un total de 51 escuelas según los datos del Sistema Nacional de Información de Escuelas de la SEP (SNIE, 2010), de las cuales se verificaron en campo 46 planteles educativos. En **Burgos** se tienen siete escuelas registradas, las cuales todas fueron verificadas durante el período de trabajo de campo. Así mismo en las cabeceras Municipales de **Méndez** y **Cruillas** el SNIE de la SEP tiene en sus registros cinco escuelas en cada una de ellas, y que en este trabajo fueron identificados sólo cuatro en el caso de Méndez, y para Cruillas se verificaron seis.

San Fernando cuenta con todos los niveles educativos, los poblados de Burgos, Méndez y Cruillas sólo cuentan con el nivel preescolar, primaria, secundaria y medio superior (Tabla 76).

Tabla 76. Escuelas por nivel educativo en cuatro Cabeceras Municipales.

NIVEL EDUCATIVO	BURGOS	CRUILLAS	MENDEZ	SAN FERNANDO	TOTAL
Educación Especial				1	**1**
Educación Inicial					**1**
Preescolar	3	2	1	15	**21**
Primaria	2			19	**24**
Secundaria	1	1		3	**6**
Preparatoria, Bachillerato				5	**8**
Superior (Universidad)				2	**2**
TOTAL	**7**	**6**	**4**	**46**	**63**

Educación Especial: Como ya se mencionó **San Fernando** es la única Ciudad que cuenta con una escuela de educación especial, que es el Centro de Atención Múltiple de San Fernando (ESC5086), ubicado en la Colonia Bellavista Norte, pertenece al sector oficial o público, opera sólo el turno matutino, con 33 alumnos, siete docentes y dos administrativos; está construida con muros de block y techo de losa; cuenta con todos los servicios básicos como agua, luz, drenaje y sanitarios (Fotografía 15).

Educación Inicial: De igual manera **San Fernando** es la única Ciudad que cuenta con un plantel de educación inicial que es el Rosalinda Guerrero de Cavazos (ESC4501), ubicado en la Colonia Bella Vista Sur; atiende a 80 alumnos, cuenta con 11 docentes y 11 administrativos; el inmueble está construido con muros de block y techos de losa; cuenta con los servicios básicos y cocina (Fotografía 16).

Fotografía 15. Centro de Atención Múltiple de San Fernando (ESC5086).

Fotografía 16. Rosalinda Guerrero de Cavazos (ESC4501), San Fernando.

Preescolar: En **San Fernando** se distribuyen 10 colonias de la Ciudad; el plantel con mayor población es Estefanía Castañeda (ESC6041) que cuenta con ocho aulas para dar atención al alumnado; caso contrario el plantel con menor número de niños es, el Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC5078) que cuenta con tan sólo dos aulas y que además es el único plantel que, en cuanto a su infraestructura física educativa es de muros de madera y techo de lámina. En **Burgos** los tres planteles de nivel preescolar, están ubicados en una sola colonia que es la Colonia Centro. En **Méndez** hay sólo un Jardín de Niños, de la misma manera ubicada en la Colonia Centro, constituida por dos aulas. En **Cruillas** se encuentran dos centros de nivel preescolar, uno de ellos cuenta con cuatro aulas y el otro con dos. Más información sobre los planteles de este nivel de exponen en la Tabla 77 y Fotografía 17.

Tabla 77. Centros de educación preescolar de Burgos Cruillas Méndez y San Fernando.

	NOMBRE	PUNTO	COLONIA	ESCUELA	POBLACIÓN	SERVICIOS
Burgos	Bertha del Avellano de Cárdenas	ESC4200	Centro	Oficial	36	Básicos
	Centro de Asistencia Infantil Comunitario	ESC4201		CONAFE	18	
	Escolar Clarita Lerma	ESC5056		Oficial	18	
Cruillas	Consuelo Vela Medina	ESC4151			28	
	Centro de Asistencia Infantil Comunitario	ESC4152		CONAFE	16	
Méndez	Natividad Garza Leal	ESC5051		Oficial	33	
San Fernando	Manuel Gutiérrez Nájera	ESC4503	Ladrillera		130	Básicos, Clima
	Silvestre Revueltas	ESC4507	Tamaulipas		109	Básicos, Clima, Cocina
	Rosaura Zapata	ESC4508	Bellavista Sur		196	Básicos, Clima, Cocina, Internet
	Centro de Asistencia Infantil Comunitario	ESC5078	Villa del Mar	CONAFE	24	Básicos
	Hervin Wallon	ESC5080	Ampliación Valentina	Oficial	48	
	Margarita Maza de Juárez	ESC5082	Emiliano Zapata		64	Básicos, Cocina
	José María Morelos y Pavón	ESC5084	Bellavista Norte		156	
	Amalia González de Castillo Ledón	ESC5085	Jardín		36	Básicos
	Centro de Asistencia Infantil Comunitario	ESC5088	Centro	CONAFE	42	Básicos, Cocina
	Estefanía Castañeda	ESC6041	Loma Alta	Oficial	217	Básicos, Clima, Cocina, Internet
	Julián Carrillo	ESC6043			98	Básicos, Clima, Cocina
	Ignacio Manuel Altamirano	ESC6045			28	Básicos, Clima
	Rafael Ramírez	ESC6047			65	
	Manuel M. Ponce	ESC6053	Paso Real		92	
	Héroes de México	ESC6054J		Particular	36	Básicos, Clima, Cocina, Internet

Primarias: San Fernando cuenta con 19 planteles, de los cuales la escuela con mayor cantidad de personas corresponde a la escuela primaria urbana Ford No. 6 (ESC4500m), su infraestructura está compuesta por 19 aulas y cuenta además con una cancha con techo de lámina; la escuela con menor demanda es el Instituto Sabas Magaña García (ESC6050), el número de aulas con las que cuenta es de seis y es de dos niveles (Tabla 78).

En **Burgos** se tienen únicamente dos escuelas primarias que son Mártires de la Revolución (ESC4202), es la de mayor capacidad y que atiende a 173 alumnos, sólo en el turno matutino, es del sector oficial; en cuanto a su infraestructura física educativa el plantel está construido con muros de block y techo de losa, tiene además una cancha con techo de lámina y cuenta con todos los servicios básicos, incluso clima, cocina e internet; el segundo plantel con el que cuenta Burgos es la escuela primaria Salomón Álvarez García (ESC4204), y tiene registrados a 22 alumnos, opera sólo en el turno matutino, es del sector oficial; respecto al tipo de construcción del inmueble, está construido con muros de block y techo de losa, tiene sólo un aula y una cancha al aire libre, cuenta con servicios básicos como luz, agua, drenaje y sanitarios; los dos planteles se encuentran ubicados en la Colonia Alberto Carrera Torres.

La cabecera Municipal de **Méndez** tiene sólo una escuela primaria que es Ruperto Treviño Treviño (ESC4100) ubicada en la zona Centro, dicha escuela tiene una matrícula de 113 alumnos, que atiende sólo durante el turno matutino, pertenece al sector publico. Su construcción es de muros de block y techo de losa, en cuanto a servicios además de los básicos cuenta con cocina e internet.

Por último la zona urbana de **Cruillas** de igual manera tiene una sola escuela primaria que es Josefa Ortiz de Domínguez (ESC4150) ubicada en la Colonia Centro, es del sector oficial y atiende a 83 alumnos sólo en el turno matutino; el plantel está integrado por cuatro aulas las cuales están construidas con muros de block y techos de losa, cuenta también con una cancha techada con lámina; en lo que se refiere a servicios sólo cuenta con lo básico que es, luz, agua, drenaje y sanitarios (Fotografía 17).

Tabla 78. Centros de educación primaria de la Ciudad de San Fernando.

	NOMBRE	PUNTO	COLONIA	ESCUELA	POBLACIÓN	SERVICIOS
San Fernando	Ford No. 6	ESC4500m	Centro	Oficial	584	Básicos, Clima
		ESC4500v			380	
	Juan Escutia	ESC4502	Ladrillera		240	
	Alberto Carrera Torres	ESC4506m	Tamaulipas		202	
	Gumersindo Cardoza Cisneros	ESC4506v			170	
	Luís Donaldo Colosio Murrieta	ESC5077	Villa del Mar		167	Básicos
	Ernesto Guajardo Salinas	ESC5079	Ampliación Valentina		161	
	Nicolás Bravo	ESC5081	Emiliano Zapata		165	
	Antonio Beltrán García	ESC5083m	Bellavista Norte		395	
	José de Escandón y Helguera	ESC5083v			175	
	Benito Juárez	ESC6040m	Centro		214	Básicos, Clima
	Fernando Amilpa	ESC6040v			90	
	Mariano Matamoros	ESC6044	Loma Alta		242	Básicos, Clima, Internet
	Juana de Asbaje y Ramírez	ESC6049m	Centro		475	Básicos, Clima
	Miguel Hidalgo	ESC6049v			253	
	Sabas Magaña García	ESC6050		Particular	84	
	Isidora Cantú Meléndez	ESC6051	Loma Alta	Oficial	84	
	Genaro Cortina	ESC6052	Paso Real		274	
	Héroes de México	ESC6054P		Particular	130	Básicos, Clima, Cocina, Internet

Secundarias: En cuanto a escuelas secundarias, en **San Fernando** se tienen tres, dos de ellas son del sector oficial y una es del sector privado, operan sólo en el turno matutino, los tres edificios están construidos con muros de block y techos de losa; la secundaria General Belisario Domínguez (ESC5089) es la de mayor capacidad pues tiene una población de 768 alumnos, ubicado en la Colonia Vista del Norte, cuenta con 18 aulas y todos los servicios incluyendo cocina, clima e internet. En segundo lugar está la secundaria Técnica No. 65 Ing. Víctor Bravo Ahuja (ESC4504), con una plantilla de 466 alumnos, ubicado en la Colonia Américo Villareal, respecto a su infraestructura se compone de 8 aulas, con una cancha al aire libre, cuanta con servicios de agua, luz, drenaje, sanitarios, cocina y clima. Finalmente San Fernando cuenta con una secundaria del sector privado que es el Colegio Héroes de México (ESC6054S) ubicado en la Colonia Paso Real; dicha institución cuenta con 30 aulas en dos niveles (debido a que tiene otros niveles educativos), tiene canchas deportivas al aire libre, cuenta con todos los servicios básicos, así como clima, cocina e internet.

En la cabecera Municipal de **Burgos**, se verificó una Secundaria que es la Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez (ESC5054), del sector oficial, atiende a 149 alumnos, en un inmueble que es de un sólo nivel y consta de seis aulas las cuales están construidas con muros de block y techo de losa, así como una cancha con techo de lámina, además de los servicios básicos las aulas cuentan con clima.

En el caso de **Méndez**, también cuenta sólo con un plantel de nivel secundaria ésta es, Juana de Asbaje (ESC5053) ubicada en la Colonia Centro, en la cual asisten 132 alumnos en el turno matutino, dicha secundaria es del sector público y cuenta con seis aulas construidas con muros de block y techos de losa, tiene además una cancha techada; los servicios con los que cuenta son los básicos además de clima y cocina.

El Municipio de **Cruillas** tiene sólo un centro educativo de nivel secundaria que es General Juan José de la Garza (ESC5057) se ubica en la Colonia Centro, es del sector oficial y su plantilla estudiantil es de 74 alumnos que atiende en un sólo turno; está conformada de seis aulas construidas con muros de block y techos de lámina, tiene canchas al aire libre; los servicios con los que cuenta son solamente los básicos, luz, agua, drenaje y sanitarios (Fotografía 17).

Jardín Estefanía (ESC6041) San Fernando

Preescolar Bertha (ESC4200), Burgos

Preescolar Natividad G. (ESC5051), Méndez

Preescolar Consuelo (ESC4151), Cruillas

Primaria Ford No 6 (ESC4500), San Fernando

Primaria Mártires (ESC4202), Burgos

Primaria Ruperto (ESC4100) Méndez

Primaria Josefa Ortiz (ESC4150), Cruillas

Escuela Belisario (ESC5089) San Fernando

Sec. Técnica No. 40 (ESC5054), Burgos

Sec. Juana de Asbaje (ESC5053), Méndez

Sec. Juan José (ESC5057), Cruillas

Fotografía 17. Planteles de nivel preescolar, primario y secundario.

Medio Superior: La Ciudad de **San Fernando** tiene dos planteles del sector oficial que operan en turno matutino, están construidos con muros de block y techos de losa. El Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 129 (ESC4509) ubicado en la carretera Victoria - Matamoros; cuenta con un total de 750 personas (Fotografía 18). El Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 139 ubicado en la Colonia Bellavista Norte (ESC5087) cuenta con 20 aulas y 689 alumnos.

En **Burgos** podemos encontrar sólo un plantel de nivel medio superior que es el Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET (ESC5055) consta de 100 alumnos, cinco docentes y tres administrativos con un total de 108 personas que laboran durante el turno matutino; el plantel está conformado por cuatro aulas construidos con muros de block y techos de losa, además cuenta con los servicios de luz, agua, drenaje y sanitarios (Fotografía 19).

Fotografía 18. CBTIS (ESC4509) San Fernando.

Fotografía 19. CEMSADET (ESC5055), Burgos.

La cabecera Municipal de **Méndez**, cuenta con el Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET No. 02 (ESC5052) localizado en la zona Centro, es del sector oficial y labora en turno matutino para atender a un total de 58 alumnos, cuenta con cinco docentes y dos administrativos; su infraestructura está compuesta por tres aulas de un sólo nivel construidas con muros de block y techos de losa; en cuanto servicios sólo tiene luz, agua, drenaje y sanitarios. (Fotografías 20)

En la zona urbana de **Cruillas**, cuenta Colegio de Bachilleres de Tamaulipas Plantel No. 38 (ESC5059) (Fotografía 21) ubicado en la zona Centro; también es del sector oficial y labora sólo durante el turno matutino; respecto a su personal cuenta con tres docentes y un administrativo para atender a 49 alumnos, en cincos aulas que son de un sólo nivel y las cuales están construidas con muros de block y techos de lámina; en lo que se refiere a servicios el plantel tienen luz, agua, drenaje y sanitarios.

Fotografía 20. CEMSADET (ESC5052), Méndez.

Fotografía 21. Colegio Bachilleres (ESC5059), Cruillas.

Universidades: La Ciudad de **San Fernando** es el único Municipio que cuenta con este nivel educativo del sector privado. El Instituto de Computación Profesional Bilingüe (ESC6042) (Fotografía 22) ubicado en la Colonia Centro cuenta con un total de 45 personas, cuenta con seis aulas construidas con muros de block y techo de losa; con servicios de clima e internet, además de los básicos. La Universidad del Valle de Bravo (ESC6046) (Fotografía 23) ubicada en la Colonia Loma Alta que también pertenece al sector privado; labora durante los turnos matutino y vespertino. El plantel está construido con muros de block y techos de losa y cuenta con los servicios básicos de luz, agua, drenaje, sanitarios y clima.

Fotografía 22. Instituto de Computación Profesional San Fernando.

Fotografía 23. Universidad del Valle de Bravo, San Fernando.

VIII.2.b. Centros Religiosos

La Ciudad de **San Fernando** cuenta con 53 iglesias distribuidas en 13 colonias de la Ciudad. La iglesia de mayor capacidad es el templo de San Fernando (IGL6052) ubicado en la Colonia Centro tiene capacidad para 300 personas, el tipo de construcción corresponde a muros de block con techo de losa, cuenta con los servicios básicos de luz, agua, drenaje y sanitarios (Fotografía 24). El templo Primera Iglesia Bautista Misionera Bethania (IGL4517) ubicada en el Centro de la Ciudad, tiene capacidad para 200 personas y está construida con muros de block y techo de losa. Caso contrario los centros religiosos de menor capacidad son el templo, Cristo Rey (IGL5137) con capacidad para tan sólo 20 personas, dicho templo está construido con muros de madera y techo de lámina y cuenta sólo con el servicio de luz; es el mismo caso para la iglesia San Pedro y San Pablo (IGL6056) que tienen cupo sólo para 15 personas, está ubicado en la Colonia Paso Real, el templo tiene muros de block sin techo.

En la cabecera Municipal de **Burgos**, son un total de cinco; el templo Virgen de Guadalupe (IGL5100) (Fotografía 25) es el de mayor capacidad con 200 personas, está ubicada en el Centro de la población y es un inmueble construido con muros de block y techo de losa, cuenta con los servicios de luz y agua; por otro lado la iglesia más pequeña en cuanto a cupo de personas que es de 50, se es el templo San Francisco de Asís (IGL5102) ubicada en la Colonia Plan de Ayala.

En **Méndez** cuenta con tres iglesias ubicadas en el Centro de la Ciudad, el templo Camino de Salvación (IGL5099) con cupo para 100 personas en un edificio construido con muros de block y techo de lámina, los servicios con que cuenta son, luz, agua, drenaje y sanitarios. El Templo El Olivar (IGL4101) tienen capacidad para 60 personas y está construida con muros de block y techo de lámina, respecto a los servicios tiene luz, agua, drenaje y sanitarios, por último la iglesia Sagrado Corazón de Jesús tiene capacidad para 50 personas (IGL4100) construida con muros de block y techo de lámina (Fotografía 26).

El poblado de **Cruillas** cuenta con dos iglesias ubicadas en el Centro, estos son el Templo Lirio de los Valles (IGL4150) con capacidad para 200 personas y Capilla Católica (IGL5103) con capacidad para 60 personas (Fotografía 27). Ambas iglesias están construidas con muros de block y techos de losa, respecto a los servicios, las dos cuentan con luz, agua, drenaje y sanitarios.

Fotografía 24. Iglesia de San Fernando.

Fotografía 25. Sagrado Corazón de Jesús, Méndez.

Fotografía 26. Iglesia de Guadalupe, Burgos

Fotografía 27. Capilla Católica, Cruillas.

VIII.2.c. Áreas Recreativas y de Entretenimiento

Auditorios: Los auditorios son áreas donde se realizan eventos por lo que hay concentración masiva de personas. La Ciudad de **San Fernando** cuenta con el Centro de Convenciones Manuel Cavazos Lerma (AUD4500) ubicado en la Colonia Centro, tiene capacidad para más de 8,000 personas, es un edificio construido con muros de block y techo de losa, cuenta con los servicios de luz, agua, teléfono y sanitarios. El poblado de **Burgos** cuenta con el Auditorio Municipal para usos múltiples (AUD4200), tiene capacidad para 1,000 a 1,500 personas, está construida con muros de block y techo de lámina, cuenta con servicios básicos de luz, agua, sanitarios y cocina. En **Méndez** se encuentra el Centro Cívico Municipal (AUD4100) localizado en el Centro de la población, es un antiguo inmueble construido con muros de adobe y techo de lámina, en el que pueden concentrarse hasta 1,500 personas, los servicios que tiene son luz, agua, sanitarios y cocina. En **Cruillas** no se verificó este tipo de sitios.

Hoteles: Son establecimientos de hostelería para alojar a huéspedes y viajeros con cierta comodidad. En temporada alta por vacaciones, días festivos o eventos de cualquier índole, concentran cierta cantidad de personas. La Ciudad de **San Fernando** es la única Ciudad que ofrece este servicio. Se verificaron nueve hoteles de los cuales cuatro se encuentran en la Colonia Centro, tres en la Colonia Paso Real, uno en la Tamaulipas y otro en la Colonia Loma Alta. En cuanto a clase, sólo hay uno que es de cuatro estrellas y el resto son de tres y dos estrellas; el que tiene mayor número de habitaciones es el hotel América (HOT4504) y el más pequeño es el hotel Silmen (HOT4502). En la siguiente Tabla 79 se detalla cada uno de ellos. Para el resto de los Municipios que son Burgos, Méndez y Cruillas no se verificó ni un hotel, por que no cuentan con este servicio.

Tabla 79. Hoteles en la Ciudad de San Fernando.

PUNTO	COLONIA	NOMBRE	CLASE	HABITACIONES	MUROS	TECHO	SERVICIOS
HOT4500	Centro	Quinta La Herradura	4	15	Block	Losa	Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima, Alberca, Lavandería
HOT4502	Tamaulipas	Silmen	2	10			Luz, Agua, Teléfono, Televisor, Cable, Clima, Lavandería
HOT4503	Paso Real	Quinta La Villa	2	30			Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima, Alberca, Lavandería
HOT4504	Centro	América	3	56	Ladrillo Block		Luz, Agua, Teléfono, Televisor, Cable, Clima, Lavandería
HOT6006		Garcías	2	17	Block		
HOT6007	Loma Alta	Las Palomas	3	27			Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima, Cafetería, Elevador, Enfermería, Lavandería
HOT6008	Centro	Laguna Inn	2	18	Ladrillo Block		Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima, Lavandería
HOT6009	Paso Real	Tenos		26	Block		Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima
HOT6010		La Villa		22			Luz, Agua, Teléfono, Internet, Televisor, Cable, Clima, Lavandería

Plazas: Son lugares espaciosos de un poblado o Ciudad y en el que convergen varias calles. Que sirve para, esparcimiento, ferias, fiestas populares, mercado y actos cívicos, es de ahí la importancia de conocer su ubicación, ya que en ellas se puede reunir cierta cantidad de personas en un pequeño lapso de tiempo, lo cual crea la posibilidad de generarse accidentes como por ejemplo, cualquier acción real o ficticia que genere pánico a una multitud puede ocasionar reacciones violentas e inesperadas, que en el caso de evacuaciones apresuradas con carácter de "estampidas" humanas conlleva a que las personas se causen lesiones entre ellas mismas. Una de las principales plazas de **San Fernando** es la que tiene el monumento a La Madre ubicada en la zona Centro de la Ciudad. En las tres Cabeceras Municipales de **Burgos, Méndez y Cruillas,** se verificó una plaza en la zona Centro (Tabla 80).

Tabla 80. Plazas de los cuatro Municipios

PUNTO	COLONIA	MUNICIPIO
PZA4200	Centro	Burgos
PAR5008		Cruillas
PZA4100		Méndez
PZA4101		
PZA4500	Tamaulipas	San Fernando
PZA4501	Centro	
PZA6010		
PZA6011		
PAR5013	Villa del Mar	
PAR5014	Ampliación Valentina	
PAR5015	Bella Vista Norte	
PAR5016	Centro	

Centros Deportivos: Sitios en los que se llevan a cabo actividades apoyadas por instalaciones deportivas estas corresponden a canchas de fútbol, beisbol, básquetbol, voleibol, alberca, pista de atletismo, gimnasio, entre otras. En este estudio un centro deportivo puede ser sólo un espacio utilizado como cancha para diferentes deportes o también puede referirse a un estadio, gimnasio o clubes de golf.

Para **San Fernando** se verificaron un total de cinco centros deportivos, todos son públicos y son dos los de mayor capacidad e instalaciones, los cuales son, Gimnasio Municipal Esperanza Alicia Cárdenas Villalón (CDE5010) y Unidad Deportiva Manuel Cavazos Lerma (CDE6010). En la zona urbana de **Burgos** no se verificó ni un centro deportivo (Tabla 81).

En la cabecera Municipal de **Méndez** se tiene al centro recreativo Las Anacúas (CDE5007) ubicado en el Centro de la población, en donde se practican deportes como fútbol, básquetbol y natación, cuenta con servicios como agua, luz, sanitarios y regaderas, está limitado por una malla perimetral y es abierta al público en general.

En la población de **Cruilla**s, se verificaron dos centros deportivos que corresponden a canchas en donde se practica el fútbol y básquetbol, están localizadas en el Centro de la población y son públicas; no cuentan con servicios y tampoco están limitadas con ningún tipo de material.

Tabla 81. Centros Deportivos de San Fernando

PUNTO	COLONIA	NOMBRE	SITIO	INSTALACIONES	MUROS	TECHO	SERVICIOS
CDE4500	Américo Villareal	Campo Deportivo Américo	Cancha	Fútbol, Básquetbol	No Cuenta	No Cuenta	Sin Servicios
CDE5009	Bella Vista	Cancha Sin Nombre		Fútbol, Básquetbol, Juegos Infantiles			
CDE5010		Gimnasio Municipal Esperanza Alicia Cárdenas Villalón	Gimnasio	Fútbol, Básquetbol, Gimnasio	Malla, Block	Lámina	Básicos, Cafetería Regaderas Vigilancia
CDE6010	Loma Alta	Unidad Deportiva Manuel Cavazos Lerma	Centro Deportivo	Fútbol, Básquetbol, Pista de Atletismo	Malla, Block		Básicos, Regaderas
CDE6011	Paso Real	Cancha Deportiva	Cancha	Fútbol	Malla	No Cuenta	Luz

VIII.2.d. Centros Comerciales

Centros Comerciales: Un Centro Comercial o plaza comercial está compuesto por uno o varios edificios, dedicados al comercio. Generalmente los centros comerciales poseen la misma estructura organizacional y que actualmente funcionan como espacios públicos, en donde las personas pueden tener actividades de tipo comercial y de esparcimiento, por lo que se contemplan como sitios de concentración masiva.

San Fernando es el único Municipio en donde se verificaron un total de cuatro centros comerciales, tres de ellos corresponden a cadenas de supermercados como Aurrera, Su Bodega y Súper M; y sólo un mercado que es el Benito Juárez el cual tiene una superficie de 2,000 m^2 (Tabla 82).

Tabla 82. Centros Comerciales de la Ciudad de San Fernando

NOMBRE	PUNTO	CALLE	COLONIA	MUROS	TECHO	NIVELES	SERVICIOS
Mi Bodega Aurrera	CTC4500	Ruiz Cortínez	Centro	Block	Lámina	1	Básicos, Clima, Teléfono, Internet, Vigilancia
Su Bodega-Almacenes Ibarra	CTC4501				Losa	2	
Súper M	CTC4502	José María Morelos y Zaragoza					
Mercado Benito Juárez	CCO6000	Segundo Centenario				1	Básicos

VIII.2.e. Centrales de Transporte

Aeropuertos y Aeropistas: San Fernando cuenta con una aeropista, que está en operación y se localiza en las afueras de la Ciudad, es utilizada por gobierno Municipal y Federal.

Terminales: La Ciudad de San Fernando es el única que cuenta con terminales de autobús, en este caso fueron cuatro de diferentes líneas de auto transporte, todos localizados en la Colonia Centro y sobre la avenida Ruiz Cortínez tres de ellas y sólo una en la calle Ignacio Allende. Son terminales, que no tienen un área de estacionamiento exclusivo y el abordaje de pasaje lo hacen sobre las mismas avenidas. Sus taquillas están construidas en muros de block y techos de losa en las cuales laboran entre cuatro a siete personas (Tabla 83).

Tabla 83. Terminales de Autobuses en la Ciudad de San Fernando

NOMBRE	PUNTO	CALLE	LINEAS DE TRANSPORTE	EMPLEADOS
Terminal Oriente	TER4500	Ignacio Allende esquina Pino Suárez	Oriente	4 Personas
Central de Autobuses Transpaís	TER4501	Ruiz Cortínez	Transpaís	7 Personas
Terminal Oriente	TER4502		ADO	4 Personas
Transportes del Noreste S.A. de C.V.	TER4503		Noreste	3 Personas

VIII.2.f. Dependencias de Gobierno

Bomberos: La Ciudad de **San Fernando** cuenta con una de reciente creación, en la que laboran seis personas por cada uno de los dos turnos para cubrir un horario de 24 horas; se encuentra ubicada sobre la calle Margarita Maza de Juárez en la Colonia Bella Vista Sur. El tipo de servicios que tiene, es una línea telefónica con el número (841) 852 3582, así como vigilancia, clima e internet y sin dejar de mencionar los básicos, como agua, luz, sanitarios y drenaje En el resto de los Municipios no se verificó ninguna otra estación de bomberos, porque carecen de este servicio.

Oficinas de Gobierno: Corresponde a todas las dependencias gubernamentales que llevan a cabo la planeación, coordinación, organización de servicios, manejo y distribución de los recursos para el desarrollo de los Municipios, corresponde a departamentos que se encargan de brindar servicios básicos de educación, salud, empleo, desarrollo urbano, ayuda, apoyo, asistencia social entre otros.

En la Ciudad de **San Fernando** se verificaron 7 oficinas de gobierno, identificadas como Presidencia Municipal (OFG6009), Seguridad Pública, Policía, Transito Municipal y Poder Judicial del Estado (OFG4501), Asociación Agrícola Local y Asociación Municipal de Propietarios Rurales (OFG4503), Secretaría de Educación en Tamaulipas (OFG6010) y Policía Federal de Caminos (OFG4502), todas estas oficinas ubicadas en la zona Centro de la Ciudad; el CONAFE Coordinación General No. 2 (OFG5006) y UNETE CAPA Centro Nueva Vida (OFG5006) ubicados uno en la Colonia Américo Villareal y el segundo en la Colonia Bellavista (Tabla 84).

Para **Burgos** se verificó la Presidencia Municipal (OFG4200) ubicada en la zona Centro, cuenta con una plantilla de más de 115 empleados en un horario de 9 a 16 horas. Así mismo en **Méndez**, también se ubico sólo a la Presidencia Municipal como oficina de gobierno (OFG4100), la cual está constituida por 80 empleados que laboran durante un horario de 9 a 17 horas. En **Cruillas** se verificó a la Presidencia Municipal (OFG4150) en la cual laboran un total de 25 personas en un horario de 8 a 16 horas. Otra oficina verificada en Cruillas corresponde a la Oficina Fiscal (OFG4150), ubicada en la zona Centro, en donde laboran 15 personas de 9 a 16 horas. Los edificios de la presidencia están construidos en dos niveles con muros de block y techo de lámina, cuenta con todos los servicios básicos.

Tabla 84. Oficinas de gobierno de San Fernando

NOMBRE	PUNTO	COLONIA	EMPLEADOS	HORARIO	SERVICIOS
Seguridad Publica, Policía, Transito Municipal y Poder Judicial del Estado	OFG4501	Centro	35 Personas	08:00 a 16:00	Luz, Agua, Clima, Teléfono, Internet, Sanitarios, Drenaje
Policía Federal de Caminos	OFG4502		Dato Reservado		
Asociación Agrícola Local y Asociación Municipal de Propietarios Rurales	OFG4503			08:00 a 15:30	
CONAFE Coordinación General No. 2	OFG4505	Américo Villareal	8 Personas	09:00 a 18:00	
UNETE CAPA Centro Nueva Vida	OFG5006	Bella Vista Norte	Dato Reservado	08:00 a 16:00	Luz, Agua, Clima, Sanitarios
Presidencia Municipal	OFG6009	Centro	35 Personas	08:00 a 20:00	Luz, Agua, Clima, Teléfono, Internet, Vigilancia, Sanitarios, Drenaje
Secretaría de Educación en Tamaulipas	OFG6010		8 Personas	08:00 a 17:00	Luz, Agua, Clima, Teléfono, Internet, Sanitarios, Drenaje

DIF: El Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (SNDIF), es el organismo público encargado de instrumentar, aplicar y dar dimensión a las políticas públicas en el ámbito de la asistencia social. En la Ciudad de **San Fernando** se identificaron tres departamentos del DIF; uno de ellos está enfocado a dar asistencia al adulto mayor, que es Casa Club del Adulto Mayor (DIF6007) ubicado en la Colonia Loma Alta. Así mismo el DIF (DIF4500) y el DIF San Fernando (DIF6008) los dos ubicados en la zona Centro de la Ciudad, los inmuebles están construidos con ladrillo-block y techo de losa con servicios de luz, agua, drenaje, clima y sanitarios.

Para **Burgos** se verificó un edificio del DIF (DIF4200) ubicado en la zona Centro, el cual cuenta con diez empleados; en un inmueble construido con muros de ladrillo y adobe con techo de losa, además de los servicios básicos. La cabecera Municipal de **Méndez** cuenta con un edificio del DIF (DIF4100) localizado en el Centro de la zona urbana, es atendido por 15 personas en un edificio de un sólo nivel y construido con muros de block y techo de losa, tiene servicios como luz, agua, vigilancia, sanitarios, regaderas, drenaje, cocina y auditorio. En **Cruillas** no se verificó ningún edificio DIF.

VIII.2.g. Otros

Cementerios: Son terrenos generalmente cercados destinados a sepultar cadáveres, los cuales son centros en los que en ciertas fechas del año hay una relevante concentración de personas, estas fechas son principalmente el día de muertos. Así mismo es importante contemplarlos para conocer su capacidad de espacio disponible en el caso de requerirse por consecuencia de un desastre.

En **San Fernando** se verificaron cuatro cementerios, el más antiguo con aproximadamente 100 años de servicio es el panteón Municipal de San Fernando (CEM4501), con una extensión de 2,250 m^2; el segundo cementerio que no tienen nombre (CEM4501), tiene operando apenas 20 años y con una extensión de 5,000 m^2; el Panteón San Francisco (CEM6001) que es el de mayor dimensión con 42,000 m^2 y con un tiempo de operación de 40 años; por último el cementerio Paso Real (CEM6004) que es de más reciente operación con apenas 10 años y una extensión de 8,000 m^2 (Tabla 85).

En **Burgos** no se verificó ningún cementerio. Para la Cabecera Municipal de **Méndez** se verificó un cementerio que es Municipal (CEM5002), se encuentra dentro de la zona urbana con una antigüedad de 10 años, está limitada por una barda de piedra y cuenta con una superficie de 10,000 m^2. Por último en **Cruillas** también se verificó el Panteón Municipal (CEM5003) localizado en la zona Centro de la población, tiene 15 años en operación, está limitado por una barda perimetral construida con block y con una superficie de 2,700 m^2.

Tabla 85. Cementerios de la Ciudad de San Fernando

PUNTO	COLONIA	NOMBRE	TIEMPO SERVICIO (AÑOS)	LIMITADO
CEM4500	Américo Villareal	Panteón Municipal	20	Alambre de Púas
CEM4501	Centro		100	Barda de block
CEM6001	Loma Alta	Panteón San Francisco	40	
CEM6004	Poso Real	Panteón Paso Real	10	

Oficinas o subestaciones eléctricas de CFE: en San Fernando, se verificó sólo una oficina de CFE. En el resto de los Municipios no se verificó este tipo de sitios.

Como ya se hizo mención en el presente Capítulo, la distribución de sitios asociados a peligros sociorganizativos en los Municipios de San Fernando, Burgos, Cruillas y Méndez, se realizó mediante la verificación de **191** sitios de concentración masiva, entre ellos se destacan **147** para la Ciudad de San Fernando (Figura 59), mientras que para el resto de los Municipios su infraestructura decrece con **16** en Burgos (Figura 60), **14** en Cruillas (Figura 61) y finalmente **14** en Méndez (Figura 62). Para ilustrar algunos de los sitios mencionados en este documento se muestran los siguientes mosaicos de Fotografías 28 y 29.

Auditorio (AUD4500), San Fernando

Auditorio Municipal (AUD4200), Burgos

Auditorio Municipal (AUD4100), Méndez

Bomberos (BOM4500), San Fernando

Panteón San Fernando (CEM4501).

Panteón Municipal (CEM5002), Méndez

Panteón Municipal (CEM5003), Cruillas

Mercado (CCO8002), San Fernando

Gimnasio (CDE5010), San Fernando

Cetro Recreativo (CDE5007), Méndez

Centro Deportivo (CDE4150), Cruillas

CFE (CFE4500), San Fernando

Fotografía 28. Sitios de concentración masiva de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

Casa Club (DIF6007), San Fernando

DIF (DIF4200), Burgos

DIF (DIF4100), Méndez

Hotel América (HOT4504), San Fernando

Presidencia (OFG6009), San Fernando

Presidencia Municipal (OFG4200) Burgos

Presidencia Municipal (OFG4150), Méndez

Presidencia Municipal (OFG4150), Cruillas

Plaza San Fernando (PZA4501)

Plaza Burgos (PZA4200)

Plaza Méndez (PZA4100)

Plaza Cruillas (PZA5008)

Fotografía 29. Sitios de concentración masiva.

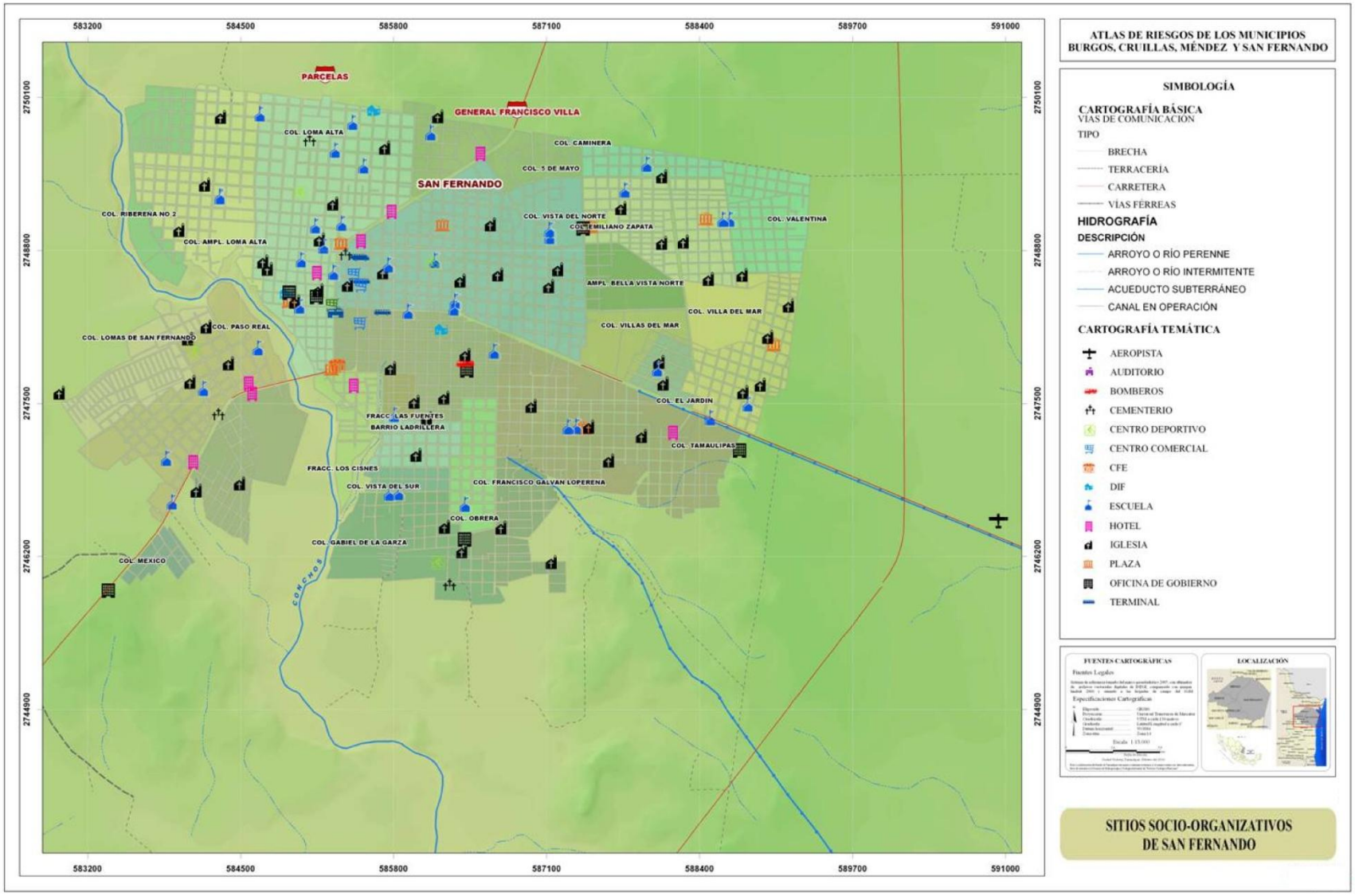


Figura 59. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de San Fernando.

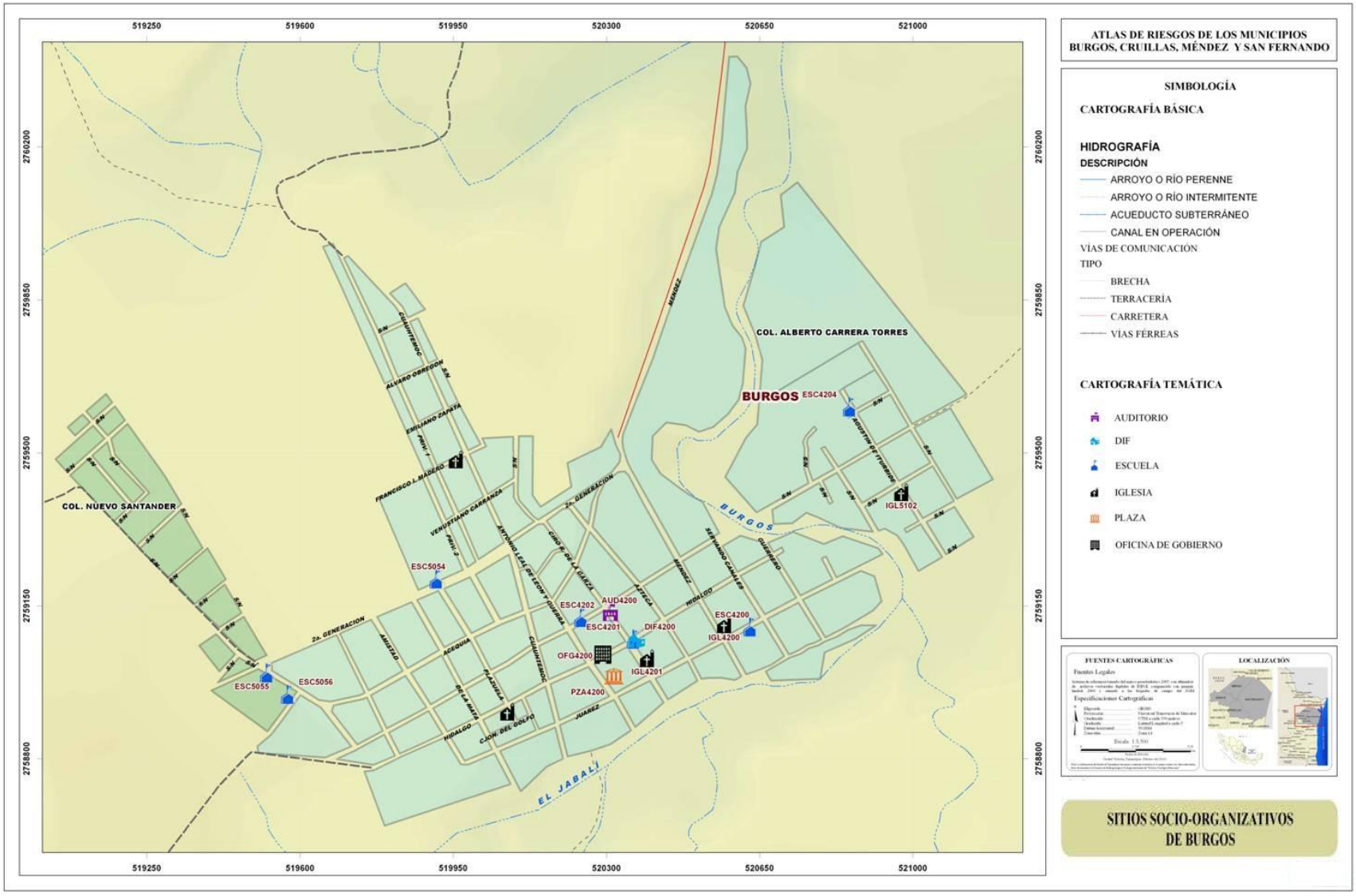


Figura 60. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Burgos.

Figura 61. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Cruillas.

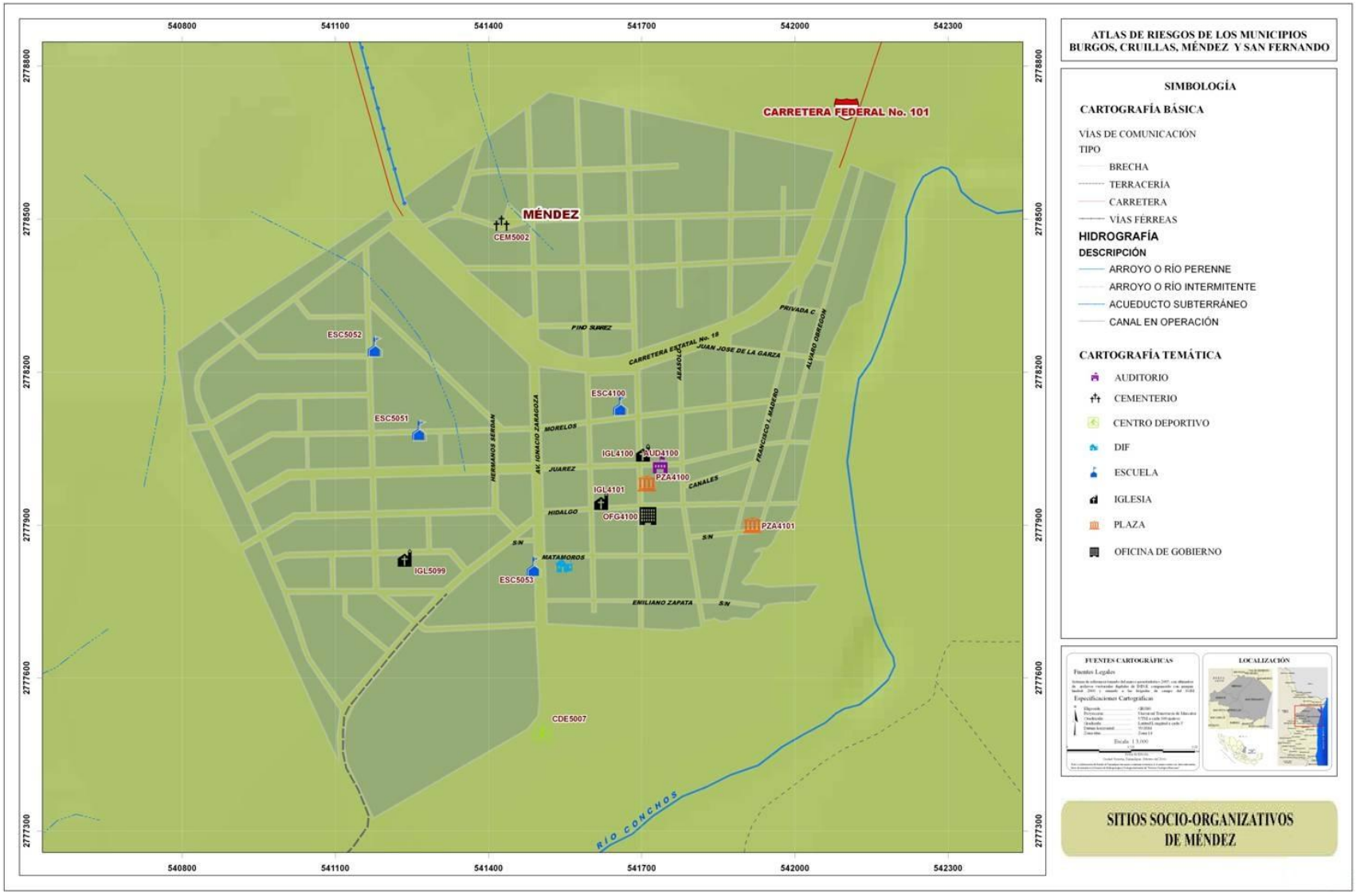


Figura 62. Sitios de concentración masiva ubicados en la Cabecera Municipal de Méndez.

VIII.3. Sitios de Concentración Masiva Ubicados en Zonas de Peligros Naturales y Antropogénicos

El análisis realizado en este Atlas permite identificar cada uno de los sitios verificados en peligro ya sea natural o antropogénico, el siguiente paso fue zonificar cada eje temático involucrado en el presente estudio, es decir, para los peligros hidrometeorológicos se agruparon en función del tipo de inundación (encharcamiento, escurrimiento, desbordamiento y acumulación). En el caso de peligros antropogénicos se consideró únicamente el peligro químico por explosión asociado a estaciones de servicio (gaseras y gasolineras) y ductos de Pemex. Para los fenómenos geológicos se concentraron en: caída de bloques, flujos de lodo y deslizamiento. En este apartado se encontrará una descripción de los sitios expuestos a los efectos de cada fenómeno, en caso de requerir un mayor nivel de detalle, se recomienda consultar los subcapítulos correspondientes.

La descripción de peligro socio-organizativo se basa en el análisis estadístico dentro de un marco descriptivo y cuantitativo, apoyado en datos obtenidos a partir de una zonificación contra el censo de infraestructura expuesta, dando como resultado el número de sitios que pueden ser afectados en función del tipo de peligro. Cabe mencionar que únicamente se considera el nivel de peligro, sin considerar el nivel de riesgo ya que se desconoce el costo de los sitios censados.

VIII.3.a. Sitios en Peligro por Inundación

Las cabeceras Municipales de San Fernando, Burgos y Méndez que se abordan en este subcapítulo son sujetas a posibles inundaciones; en el caso de San Fernando y Méndez está relacionado al desbordamiento del río Conchos, que atraviesa la Ciudad de San Fernando de Noroeste a Sureste; además también tiene problemas de encharcamiento de sus calles al ser rebasada la capacidad del drenaje proyectado para la Ciudad. En la zona urbana de Burgos, la posible inundación que se puede producir se asocia al probable desbordamiento del arroyo del mismo nombre, él cual en temporadas de estiaje está seco, sin embargo con precipitaciones extraordinarias llega a presentar un caudal importante retomando su planicie de inundación en la que está asentada la población. El Municipio de Cruillas, de acuerdo al análisis realizado para este proyecto, se determinó que no tiene peligro por inundación.

VIII.3.a.1. Centros Educativos Situados en Zonas Propensas a Inundación

Los resultados indican que sólo en la Cabecera Municipal de **San Fernando**, se tienen **25** planteles escolares en zonas de inundación; el resto de las tres Cabeceras Municipales de **Burgos, Cruillas y Méndez**, no se identificó ninguna escuela en zona de inundación (Tabla 86).

Tabla 86. Centros escolares en peligro por inundación

NIVEL	SAN FERNANDO	BURGOS	MENDEZ	CRUILLAS
Educación Especial	1			
Educación Inicial				
Preescolar	5			
Primarias	10			
Secundarias	2			
Preparatorias	4			
Universidades	2			
TOTAL	25	0	0	0

Educación Especial: El único plantel de educación especial, con el que cuenta San Fernando está localizado en una zona de inundación; el cual corresponde al Centro de Atención Múltiple San Fernando (ESC5086) con clave 28DML0008D, ubicado en la calle Adolfo López Mateos de la Colonia Bella Vista, en la cual pueden ser afectadas un total de 45 personas. Para el resto de las Cabeceras Municipales no se identificaron escuelas en zonas de inundación.

Nivel Inicial: Dentro de éste nivel se tiene en peligro por inundación a las escuelas Rosalinda Guerrero de Cavazos (ESC4501), ubicada en la calle Laguna de Jara de la Colonia Bella Vista Sur de San Fernando, con 104 personas, está en peligro por inundación. En el resto de las Cabeceras Municipales no se identificaron escuelas en zonas de inundación.

Nivel Preescolar: De nivel preescolar se encuentran cinco planteles en peligro estos son, el Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC5088), ubicado en la calle Padre Mier y Gómez Farías de la Colonia Centro; Estefanía Castañeda (ESC6041), ubicada en la calle Mariano Escobedo y Genaro Cortina; Julián Carrillo (ESC6043), en la calle Simón Bolívar; Rafael Ramírez (ESC6047), que se encuentra sobre Melchor Ocampo; dichos planteles pertenecen a la Colonia Loma Alta; finalmente la escuela Manuel M. Ponce (ESC6053), ubicado en la calle Cedrón y Limón de la Colonia Paso Real, todos estos planteles pertenecen a la Cabecera Municipal de San Fernando ya que en el resto de las Cabeceras Municipales no se identificaron escuelas en zonas de inundación.

Nivel Primaria: En la Ciudad de San Fernando ante un evento de inundación pueden ser afectados 10 escuelas de nivel primaria con 3,082 personas. La escuela primaria Ford No. 6 que es la de mayor densidad poblacional se encuentran en zona de inundación; el plantel Capitán Genaro Cortina es el más cercano al rio Conchos a tan sólo 250 metros y dentro de la planicie de inundación (Tabla 87). En el resto de las tres Cabeceras Municipales no se tienen escuelas en zonas de inundación.

Tabla 87. Escuelas primarias ubicadas en zonas de inundación en San Fernando.

NOMBRE	PUNTO	COLONIA	POBLACION
Ford No. 6	ESC4500m	Centro	584
	ESC4500v		380
Antonio Beltrán García	ESC5083m	Bellavista Norte	395
José de Escandón y Helguera	ESC5083v		175
Benito Juárez	ESC6040m	Centro	214
Fernando Amilpa	ESC6040v		90
Mariano Matamoros	ESC6044	Loma Alta	242
Juana de Asbaje y Ramírez	ESC6049m	Centro	475
Miguel Hidalgo	ESC6049m		253
Capitán Genaro Cortina	ESC6052	Paso Real	274
TOTAL	**10 Planteles**		**3,082**

Secundarias: Se identificaron dos escuelas en zona de inundación la Secundaria Técnica No. 65 Ing. Víctor Bravo Ahuja (ESC4504) y la Secundaria General Belisario Domínguez (ESC5089); el primer plantel se ubica en la calle Insurgentes de la Colonia Américo Villarreal, en la cual pueden ser afectados un total de 510 alumnos y en el segundo plantel se tienen 817 personas en zona de peligro por inundación. Para el resto de las Cabeceras Municipales no se tienen escuelas en zonas de inundación.

Nivel bachillerato: Se identificaron cuatro planteles en zona de inundación. Tres de ellas corresponden al sector oficial y sólo una al sector privado, ubicadas las cuatro en diferentes colonias, con un total de 1,690 personas susceptibles a inundaciones, todas laboran sólo en el turno matutino. Dichos planteles están fuera de la planicie de inundación del Río Conchos, por lo que el tipo de inundación por el que pueden ser afectados es principalmente por encharcamiento, dichas escuelas pertenecen a San Fernando (Tabla 88). En el caso de las otras tres Cabeceras Municipales no hay escuelas de este nivel en zonas de inundación.

Universidades: Las dos escuelas de nivel superior de **San Fernando**, se encuentran en zona de inundación. El Instituto de Computación Profesional Bilingüe (ESC6042) ubicada en la calle Segundo Centenario de la Colonia Centro y la Universidad del Valle de Bravo (ESC6046) que se encuentra en la calle Emiliano Zapata de la Colonia Loma Alta, también es propensa a eventos de inundación. No se tienen escuelas en zonas de inundación en el resto de las tres Cabeceras Municipales.

Tabla 88. Escuelas de nivel Medio Superior en zonas de inundación en San Fernando.

NOMBRE	PUNTO	COLONIA	POBLACIÓN
CBTIS No. 129	ESC4509	Sin Nombre	750
José Vasconcelos	ESC4510	Centro	103
CBTA No. 139	ESC5087	Bellavista Norte	750
Preparatoria U.A.T.	ESC6048	Loma Alta	87
TOTAL	**4 Planteles**		**3,082**

VIII.3.a.2. Centros Religiosos en Zonas Propensas a Inundación

Se identificó un total de **27** centros religiosos en zonas de inundación distribuidos en 11 colonias de la Ciudad de **San Fernando**. De éstas, 13 iglesias se encuentran sobre la planicie de inundación del Río Conchos (Tabla 89). Así mismo 14 iglesias están ubicadas fuera de dicha planicie y pueden ser afectadas por encharcamiento (Tabla 90). En **Burgos** se identificaron dos iglesias el Templo Nuestra Señora de Loreto (IGL5152) y la iglesia San Francisco de Asís (IGL5102). Para el resto de las dos Cabeceras Municipales no se identificó a ningún centro religioso en zona de inundación.

Tabla 89. Iglesias localizadas en peligro por inundación del Río Conchos.

NOMBRE	PUNTO	COLONIA	POBLACIÓN
Alianza Cristiana Misionera	IGL4502	Bella Vista Sur	150
Iglesia Maranatha	IGL4505	Américo	50
Templo la Luz del Mundo	IGL4506		60
Escuela de Evangelismo	IGL4507		200
Templo Palabra de Vida	IGL4508		50
Cristo es el Camino	IGL4514	Las Malvinas	30
Iglesia de Cristo	IGL4515a	Paso Real	209
	IGL4515b		250
Templo Betesda	IGL4516		50
	IGL4516		50
Iglesia de Dios - Santidad	IGL6058		35
Iglesia Emmanuel	IGL6059		50
Iglesia Cristiana	IGL6062		15
TOTAL	**13 Iglesias**		**1,199**

Tabla 90. Iglesias ubicadas en zonas de peligro por encharcamiento.

NOMBRE	PUNTO	COLONIA	POBLACIÓN
Iglesia Bethania	IGL4517	Centro	200
Capilla Cristo Rey	IGL5128	Bella Vista	200
Templo Dios es Amor	IGL5129		100
Iglesia Bautista	IGL5132		80
Iglesia Sendero de la Cruz	IGL5133		90
Iglesia Lirio de los Valles	IGL5134		50
Evangelista del 7o. Día	IGL5135	Sin Nombre	100
Jesucristo de los últimos Días	IGL6047	Centro	80
Templo Príncipe de Paz	IGL6049	Ampliación Loma Alta	35
Capilla Sagrada Familia	IGL6050		25
Cristo el Faro del Mundo	IGL6051	Loma Alta	45
Iglesia de Cristo	IGL6053	Centro	45
Testigos de Jehová	IGL6055		35
San Pedro y San Pablo	IGL6056	Ribereña	15
TOTAL	**14 Iglesias**		**1,100**

Auditorios y plazas situados en zonas propensas a inundación: Se identificó al Centro de Convenciones de **San Fernando** (AUD4500) en zona de inundación; en lo que se refiere a plazas, son tres las que se identificaron en áreas de inundación para la Ciudad de San Fernando, las cuales se encuentran dos de ellas en la Colonia Loma Alta plaza (PZA6010) y (PZA50167); la tercera es la plaza (PZA5016) en la Colonia Vista del Norte. La más cercana al Río Conchos es la Plaza (PZA6011) a tan sólo 230 metros. En el caso de la cabecera Municipal de **Burgos**, su plaza principal (PZA4200) también puede verse afectada por eventos de inundación. En Cruillas y Burgos no se verificó este tipo de sitios.

Centros Deportivos situados en zonas propensas a inundación: Son cuatro los centros deportivos situados en zonas de inundación en **San Fernando**, uno de ellos es la Unidad Deportiva de San Fernando (CDE6010) ubicado en la Colonia Loma Alta; el segundo corresponde a una cancha deportiva (CDE6011) de la Colonia Paso Real; el tercero es el campo deportivo Américo Villareal (CDE4500) en la Colonia Américo Villareal; por último El Gimnasio Municipal Esperanza Alicia Cárdenas Villalón (CDE5010) que está ubicado en la Colonia Bellavista. En los tres Municipios restantes no se identificó este tipo de sitios en zonas de inundación.

Centros Comerciales y Mercados en zonas propensas a inundación: De los cinco centros comerciales con los que cuenta el Municipio de **San Fernando**, cuatro de ellos se encuentran en zonas de inundación, los cuales son, el Mercado Benito Juárez (CCO6000) en la Colonia Loma Alta; Mi Bodega Aurrera (CTC4500) ubicado en la Colonia Tamaulipas; Su Bodega Almacenes Ibarra S.A. de C.V. (CTC4001) y Súper M (CTC4502) ubicados en las colonias Vista del Norte. En las tres Cabeceras Municipales restantes no se identificó este tipo de sitios en zonas de inundación.

Hoteles situados en zonas propensas a inundación: El servicio de hospedaje está cubierto por nueve hoteles en **San Fernando**, de los cuales cinco se encuentran en zona de inundación, que son, Villa de San Fernando (HOT4503) y el hotel Tenos (HOT6009) localizados en la Colonia Paso Real; Quinta La Herradura (HOT4500) en el Fraccionamiento Los Cisnes y finalmente el hotel Garcías (HOT6006) que pertenece a la Colonia Loma Alta. En las Cabeceras Municipales restantes no se identificó este tipo de sitios en zonas de inundación.

Oficinas de Gobierno situados en zonas propensas a inundación: Son tres los edificios en zona de peligro por inundación en lo que se refiere a Oficinas de Gobierno, verificados en la Cabecera Municipal de **San Fernando**, los cuales se mencionan a continuación: CONAFE Coordinación General No. 2 (OFG4505) de la Colonia Gabriel de la Garza; Secretaría de Educación de Tamaulipas (OFG6010) y la Presidencia Municipal (OFG6009) ubicados en la Colonia Loma Alta. En las Cabeceras Municipales de Burgo, Cruillas y Méndez no se identificó a ninguno de estos sitios en zonas de inundación.

CFE situados en zonas propensas a inundación: La oficina de la Comisión Federal de Electricidad del Municipio de San Fernando, también se encuentra en zona de inundación. En el resto de las tres Cabeceras Municipales no se identificaron sitios de este tipo en zona de inundación.

Terminales situados en zonas propensas a inundación: Así mismo en lo que respecta a las cuatro terminales con las que cuenta San Fernando, tres de ellas se encuentran en zonas de inundación que corresponden a la línea de Transporte del Noreste S.A. de C.V. (TER4503); Transpais (TER4501) ubicados en la Colonia Vista del Norte; y la Terminal Oriente (TER4500) en la Colonia Centro. En el resto de las tres Cabeceras Municipales no se identificaron sitios de este tipo en zona de inundación.

Otros: Para el caso de los cementerios, de los cuatro con los que cuenta **San Fernando**, tres de ellos se encuentran en zona de inundación, que son, el Panteón Paso Real (CEM6004) en la Colonia Paso Real; el Panteón Municipal (CEM4500) de la Colonia Gabriel de la Garza y el Panteón Municipal de San Fernando (CEM4501) ubicado en la Colonia Vista del Norte. En el resto de las tres Cabeceras Municipales no se identificaron sitios de este tipo en zona de inundación.

VIII.3.b. Centros de Concentración Masiva en Zonas Dentro o Cercanas a Peligros Químicos

Para el caso de peligro químico, también se determinaron todos y cada uno de los sitios que se localizan en el área de radiación térmica por explosión de gasolineras, gaseras y ductos; en este apartado se mencionan en las Tablas 94 y 95 por tipo de peligro, por Ciudad, así como por sitio. Como resultado del análisis realizado para la identificación de sitios en peligro químico, se obtuvo que, no se tiene ningún sitio en peligro por radiación térmica en ninguno de los cuatro Municipios de la zona de estudio; es el mismo caso para el peligro por explosión en la zona de peligro por ductos, tampoco se encontró ningún sitio o centro de concentración masiva expuesto.

En lo que corresponde a gaseras se encontraron un total de ocho locales distribuidas en las Cabeceras Municipales de **San Fernando, Burgos, Méndez** y **Cruillas**, las cuales están distribuidas de la siguiente manera, San Fernando cuenta con cinco gaseras localizadas en la porción Norte y Este de la Ciudad; en el caso de la cabecera Municipal de Burgos, cuenta con dos gaseras y las cuales se encuentran en los extremos Oriente y Poniente de la zona urbana; en la zona urbana de Cruillas se verificó una gasera que se ubica en el extremo Poniente de la zona urbana y a 800 m de distancia de la zona Centro. En la Cabecera Municipal de Méndez no se verificó ninguna gasera.

Tabla 91. Sitios de concentración masiva ubicados en zonas de peligro químico.

TOTAL DE SITIOS DE CONCENTRACIÓN MASIVA EN PELIGRO QUIMICO					
PELIGRO QUIMÍCO	**BURGOS**	**CRUILLAS**	**MÉNDEZ**	**SAN FERNANDO**	**TOTAL**
Gasolineras					**0**
Gasera	6	2		26	**34**
Ductos					**0**
TOTAL	**6**	**2**	**0**	**26**	**34**

Tabla 92. Sitios en peligro químico de Burgos Cruillas Méndez y San Fernando.

CLASIFICACIÓN	SITIO	BURGOS	CRUILLAS	MÉNDEZ	SAN FERNANDO	TOTAL
Centros Escolares	Escuelas	3	1		11	**15**
Centros Religiosos	Iglesias	3			10	**13**
Centros Recreativos y Entretenimiento	Hoteles				1	**1**
	Plazas				2	**2**
Centros Deportivos	Centros Deportivos		1		1	**2**
Dependencias Gubernamentales	Oficinas de Gobierno					**1**
TOTAL		**6**	**2**	**0**	**26**	**34**

VIII.3.b.1. Centros Escolares Peligro por explosión de Gaseras

Los planteles educativos de la Ciudad de **San Fernando** que se encuentran en peligro por explosión de tres gaseras son 11, podrían afectar un total de 1,692 personas, así como 79 edificios o aulas escolares (Tabla 93). Para la cabecera Municipal de **Burgos**, hay tres escuelas en peligro químico por explosión, de la gasera Gas Elsa S.A. de C.V., dichas escuelas son, la Secundaria Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez (ESC5054). El Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET y el plantel de nivel preescolar Albergue Escolar Clarita Lerma (ESC5056); todos ubicados en la zona Centro de la población. En la zona urbana de **Cruillas** se identificó el Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC4152), ubicado en la zona Centro de dicha población, está en peligro por la gasera Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS4150).

Tabla 93. Centros educativos en peligro por explosión de gaseras en San Fernando

ESCUELAS EN PELIGRO POR GAS ECONÓMICO DE MATAMOROS S.A. de C.V. (GAS5003)				
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**NIVEL**	**POBLACIÓN**
Silvestre Revueltas	ESC4507	Tamaulipas	Preescolar	109
Rosaura Zapata	ESC4508	Bellavista Sur		196
Amalia González de Castillo Ledón	ESC5085	Jardín		36
Alberto Carrera Torres	ESC4506m	Tamaulipas	Primaria	202
Gumersindo Cardoza Cisneros	ESC4506v			170
ESCUELAS EN PELIGRO POR TERMO GAS S.A. de C.V. (GAS4500)				
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**NIVEL**	**POBLACIÓN**
Centro de Asistencia Infantil Comunitario	ESC5078	Villa del Mar	Preescolar	24
ESCUELAS EN PELIGRO POR GAS ELSA S.A. de C.V. (GAS5004)				
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**NIVEL**	**POBLACIÓN**
Nicolás Bravo	ESC5081	Emiliano Zapata	Primaria	165
Margarita Maza de Juárez	ESC5082		Preescolar	64
Antonio Beltrán García	ESC5083m	Bellavista Norte	Primaria	395
José de Escandón y Helguera	ESC5083v			175
José María Morelos y Pavón	ESC5084		Preescolar	156
TOTAL	**11 Escuelas**			**1,692**

VIII.3.b.2. Centros Religiosos por Explosión de Gaseras

En **San Fernando** se encontraron diez centros religiosos con posibilidad de ser afectados, éstos son, la gasera Gas Económico de Matamoros S.A. de C.V. (GAS5003), contiene siete iglesias dentro de sus radios de afectación, siendo así, la que incluye mayor número de centros religiosos; la gasera Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS5004) contienen sólo dos templos dentro de sus radios de afectación y sólo una templo se identificó dentro del radio de afectación de la gasera Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004) (Tabla 94 y Figura 63).

En el caso de **Burgos**, que cuenta con dos gaseras, que por explosión podrían afectar a tres iglesias, las cuales son, Iglesia Monte Sinaí (IGL5101), con capacidad para 100 personas y la iglesia Virgen de Guadalupe (IGL5100) en donde se pueden concentrar hasta 200 personas, pueden ser afectadas por la gasera Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS4201); el centro religioso Templo Príncipe de Paz (IGL4200) que tiene una capacidad para 80 personas, puede ser afectada por la gasera Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200), ya que se encuentra dentro de sus radios de radiación térmica; todas ubicadas en la zona Centro de Burgos (Figura 64). Para el resto de los Municipios que son **Méndez** y **Cruillas** no hay afectación para los centros religiosos que fueron verificados.

Tabla 94. Centros Religiosos en peligro por explosión de gaseras en San Fernando.

IGLESIAS EN PELIGRO POR GAS ECONÓMICO DE MATAMOROS S.A. de C.V. (GAS5003)			
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**POBLACIÓN**
Sagrado Corazón de Jesús	IGL4509	Tamaulipas	30
Misión Bautista Sinaí	IGL4511		60
Iglesia Evangélica Peniel	IGL4512	San Fernando	40
Capilla Cristo Rey	IGL5128	Bella Vista Norte	200
Templo Dios es Amor	IGL5129		100
Iglesia Evangelista	IGL5130	Jardín	40
San Martín de Porres	IGL5131		20
IGLESIAS EN PELIGRO POR GAS ELSA S.A. de C.V. (GAS5004)			
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**POBLACIÓN**
Iglesia Evangelista Cristo Verde	IGL5126	Emiliano Zapata	50
Iglesia Evangelista Templo Peniel	IGL5127		200
IGLESIAS EN PELIGRO POR GAS GUEVARA S.A. DE C.V. (GAS6004)			
NOMBRE	**PUNTO**	**COLONIA**	**POBLACIÓN**
San Juan Diego	IGL6057	Loma Alta	300
TOTAL	10 Iglesias		1,040

VIII.3.b.3. Otros Sitios por Explosión de Gaseras

Algunos otros sitios que potencialmente pueden ser afectados por gaseras en **San Fernando** son: el Centro Deportivo (CDE5009) de la Colonia Bella Vista, que consiste sólo de una cancha en donde se practican deportes como el básquetbol, fútbol y en donde además hay juegos infantiles; la plaza (PZA5015) de la Colonia Emiliano Zapata y una oficina de gobierno que corresponde a UNETE CAPA Centro de Nueva Vida (OFG5006); los cuales pueden ser afectados por la gasera Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS5004). En otra zona de la Ciudad también hay una plaza (PZA4500) de la Colonia Tamaulipas, que podría ser afectada por explosión de la gasera Gas Económico de Matamoros (GAS5003); y finalmente el hotel Las Palomas (HOT6007) puede ser afectado por dos gaseras que son, Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004) y Gas Rodríguez S.A. de C.V. (GAS6005).

En la cabecera Municipal de **Cruillas**, sólo se tiene un sitio que puede ser afectado por la explosión de una gasera; este es un Centro Deportivo (CDE4151) en la zona Centro de la Ciudad, que consiste de canchas deportivas para básquetbol, el cual se encuentra en la zona de radiación térmica de la gasera Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150) (Figura 62).

Para ilustrar a los sitios identificados en zonas de peligro químico ver las siguientes figuras **San Fernando** (Figura 63), **Burgos** (Figura 64) y **Cruillas** (Figura 65).

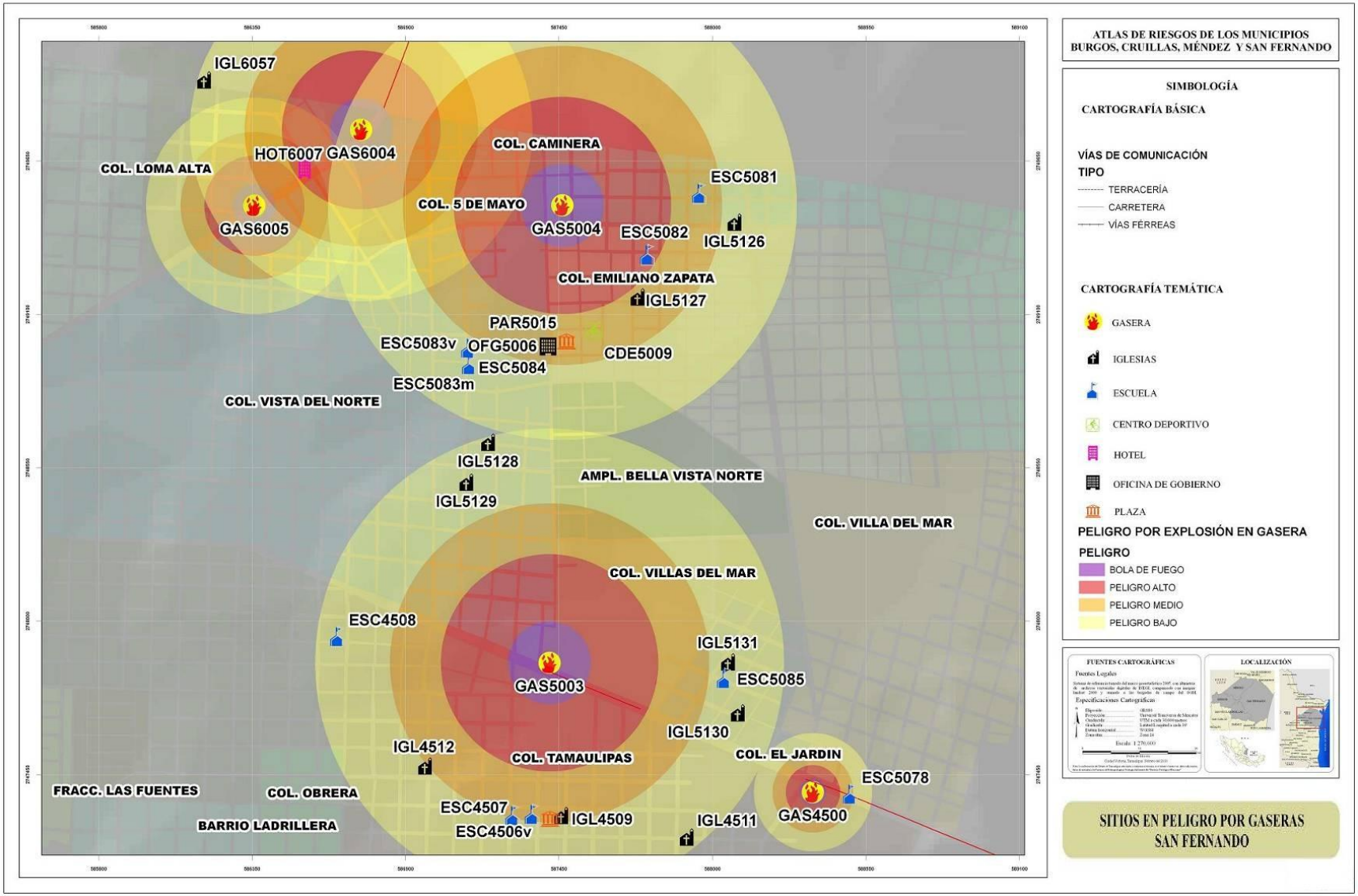


Figura 63. Sitios de concentración masiva en zonas por explosión de gaseras, San Fernando.

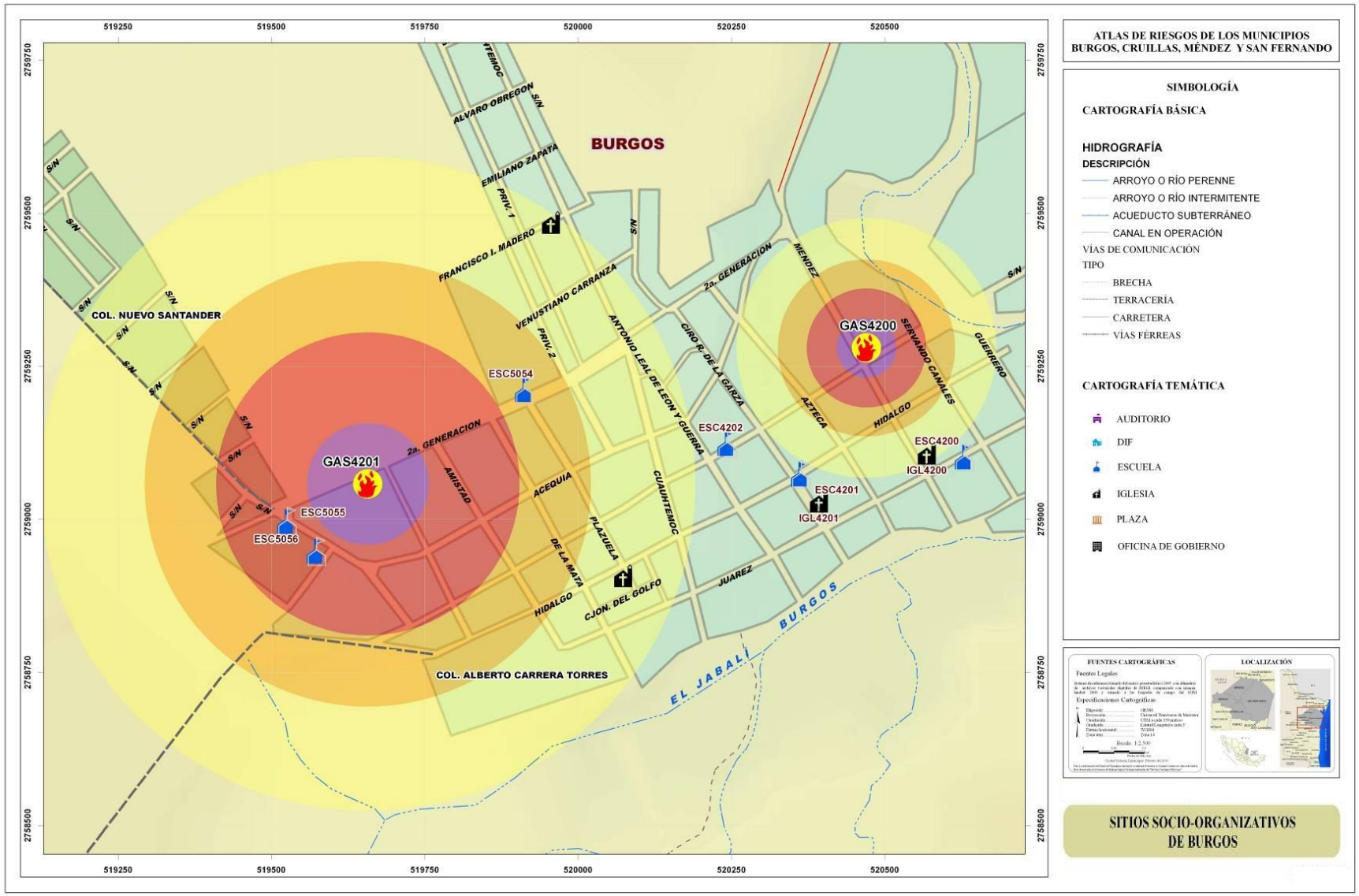


Figura 64. Sitios de concentración masiva en zonas de peligro por explosión de gaseras, Burgos.

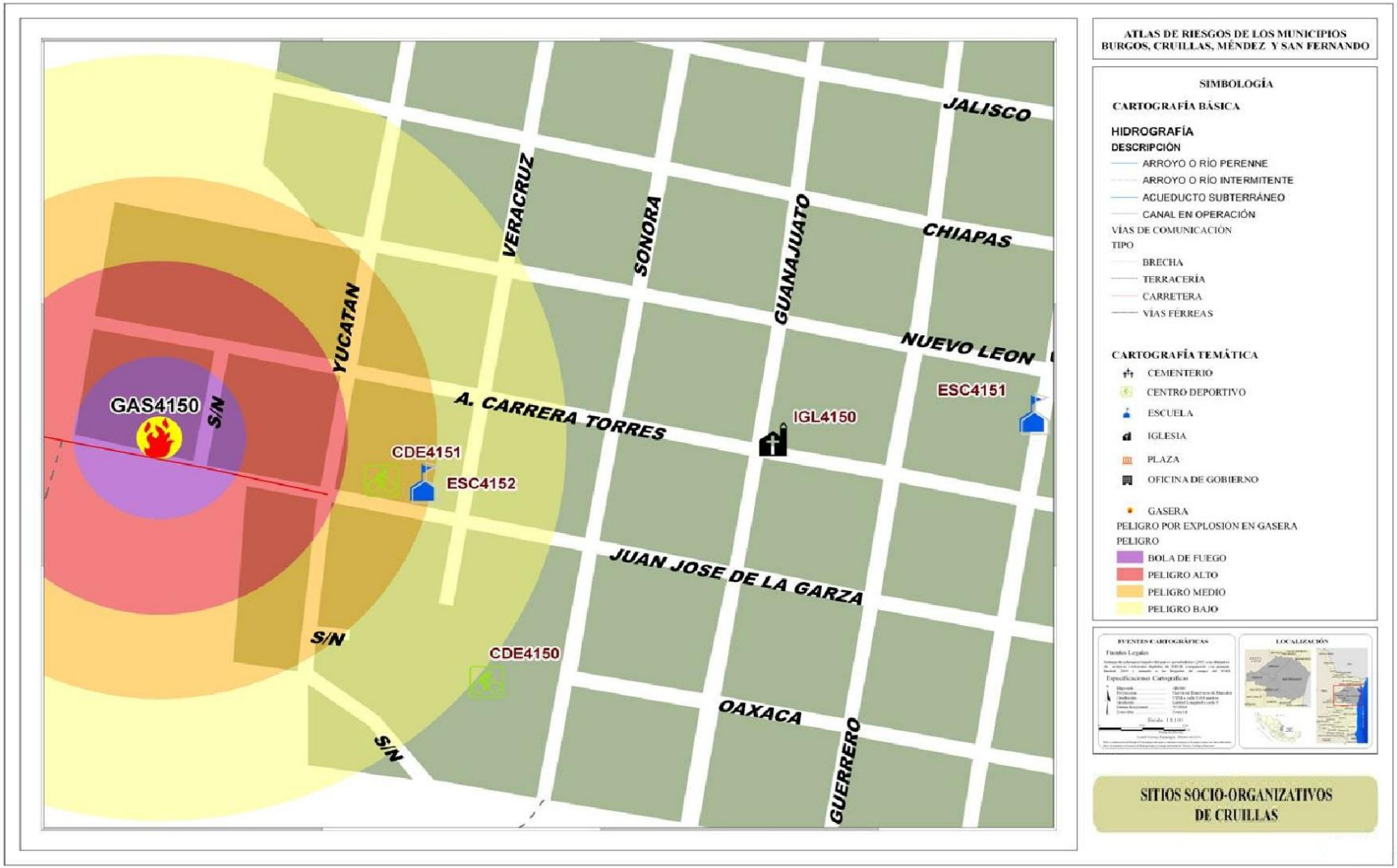


Figura 65. Sitios de concentración masiva en zona de peligro por explosión de una gasera, Cruillas.

VIII.4. Peligros Químicos

Se realiza a continuación una descripción breve de los peligros relacionados con substancias químicas, en este caso gaseras, gasolineras, ductos e industrias, para ello se abordan características principales, posibles zonas y grados de afectación, número de personas expuestas y para algunos casos se establece el riesgo al que están expuestos tanto la población como la infraestructura existente.

En cuestión de afectación por la explosión de una gasera o una gasolinera, es la radiación térmica la que en proporciones mayores podría causar daños. Los valores de intensidad de la radiación y el tiempo de exposición condicionan la afectación o el efecto que la explosión de estos tipos de establecimientos tendría hacia instalaciones y personas.

A consecuencia de las explosiones, las personas pueden sufrir de forma directa diversos daños, que van desde la ruptura de tímpano por la intensidad del ruido, hasta la muerte por hemorragia pulmonar o por proyección del cuerpo. Los daños indirectos incluyen heridas por fragmentos de cristal y proyectiles, así como muerte provocada por colapso de edificios y estructuras" (Bossi et al., 2000). Una ponderación de los daños que personas y estructuras podrían presentar dependiendo de la magnitud de la radiación térmica se muestra en la Tabla 95.

Tabla 95. Efectos de la radiación térmica.

RADIACIÓN TÉRMICA (Kw/m^2)	EFECTO
1.40	Se considera inofensivo para personas sin protección especial
1.70	Mínimo necesario para causar dolor
2.10	Mínimo necesario para causar dolor después de 60 segundos
4.00	Suficiente para causar dolor con una exposición de 20 segundos (quemaduras de primer grado)
4.70	Causa dolor en 15 - 20 seg. y heridas después de 30 segundos
11.70	El acero delgado (parcialmente aislado) puede perder su integridad mecánica
12.60	La madera puede alcanzar el punto de ignición después de una larga exposición; 100% de letalidad
25.00	El acero delgado (aislado) puede perder su integridad mecánica
37.50	Suficiente para causar daños a equipos de proceso y colapso de estructuras.

(Fuente: Casal et al.,1999)

La simulación de explosiones de establecimientos que manejan combustibles se realizó con la finalidad de conocer las posibles dimensiones de afectación y con ello, prevenir y/o mitigar los daños que éstos podrían causar. Dicha simulación se realiza únicamente para gaseras y gasolineras utilizando el programa computacional SCRI-Fuego Versión 3.2 como se indica en el subcapítulo de Metodología.

Como se menciona en el capítulo de metodología, para dimensionar el área de afectación es necesario tomar en cuenta factores diversos, entre algunos de éstos están, cantidad de combustible almacenado, aspectos ambientales, reacción de los cuerpos de rescate, medidas de seguridad, rugosidad del terreno, la radiación térmica, y/o qué obstáculos pueda tener el fuego.

Las descripciones realizadas a continuación, son ejemplos de los casos de simulación por explosión de gaseras o gasolineras que mayor afectación puedan causar hacia centros de concentración masiva de personas y/o aquellas susceptibles a presentar o generar reacciones en cadena.

VIII.4.a. Gaseras

Las posibles afectaciones que causarían las explosiones de gaseras debido a la radiación térmica son de mayores dimensiones que las de gasolineras y éstas pueden verse incrementadas si en las proximidades de las estaciones de servicio hay otras instalaciones que manejen sustancias peligrosas, almacenen objetos y/o materiales combustibles.

En base a lo anterior, podría desatarse una reacción en cadena y provocar una explosión con consecuencias mayores.

La radiación térmica, dependiendo de su intensidad causaría diversos daños mencionados en la tabla anterior, para este subcapítulo y como resultado de las simulaciones se obtienen cuatro radios de afectación:

- **Radio de Peligro por Bola de Fuego,** con radiación térmica mayor a 31.5 Kw/m^2, resulta mortal para todo ser vivo que esté dentro del radio de afectación, por quemaduras y asfixia. Existe además la posibilidad de propagación de incendios y explosiones de vapor por expansión de líquidos en ebullición (BLEVES) a instalaciones vecinas (reacción en cadena).

- **Radio de Peligro Alto,** con radiación térmica de 31.5 Kw/m^2, es suficiente para causar daños a equipos de proceso y colapso de estructuras, y para seres vivos que estén dentro de este radio de afectación fatalidad.

- **Radio de Peligro Medio,** con radiación térmica de 12.60 Kw/m^2, la madera puede alcanzar el punto de ignición, el acero delgado puede perder su integridad mecánica, y los seres vivos que estén en este radio tienen posibilidades de perder la vida.

- **Radio de Peligro Bajo,** con radiación de 5.05 Kw/m^2, en el que los seres vivos pueden presentar quemaduras de diversos grados, por una exposición de 20 segundos.

Para el análisis de afectación por explosión de gaseras basándose en las simulaciones, se utiliza sólo información sobre las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's) disponible. Teniendo como base los datos de las Estaciones de Servicio (gaseras) que hay en Burgos, Cruillas y San Fernando, tales como el número y capacidad de los tanques de almacenamiento de combustible con los que cuentan de éstas, es importante resaltar que en la Ciudad de Méndez no hay este tipo de establecimientos. Para ubicar las gaseras espacialmente se puede notar en cada subcapítulo correspondiente a cada uno de los Municipios de este Atlas.

Para cada Municipio se realiza la descripción de un establecimiento de combustible Gas L.P. abarcando localización, afectación por nivel de peligro, señalándose en colores dichos niveles como sigue: peligro por bola de fuego - morado; peligro alto - rojo; peligro medio – naranja; peligro bajo - amarillo.

Méndez

La Ciudad de Méndez, al momento de la realización del presente Atlas no contó con estaciones de servicio de gas L.P. por lo cual no se realizaron simulaciones en el mismo.

Burgos

En la cabecera Municipal de Burgos se encuentran dos estaciones de servicio que comercializan gas Licuado de Petróleo (Gas L.P.), éstas gaseras quedan ubicadas dentro de la mancha urbana y dentro de los radios de influencia de la radiación térmica existen sitios concentración masiva Tabla 96.

Tabla 96. Distribución de gaseras en la Ciudad de Burgos.

MUNICIPIO	PUNTO	NOMBRE COMERCIAL	COLONIA	TANQUES GAS L.P.	CAPACIDAD TANQUES (L)
BURGOS	GAS4200	Termo Gas S.A. de C.V.	Alberto Carrera Torres	1	5,000
	GAS4201	Gas Elsa S.A. de C.V.	Nuevo Santander	1	45,420

Estación de servicio Gas Elsa S.A. de C.V. con punto de control GAS4201 (Fotografía 30). Ubicada en la Colonia Centro, sobre la calle Méndez y cuenta con un tanque de almacenamiento con capacidad de 45,420 L (Fotografía 31).

Fotografía 30. Gas Elsa S.A. de C.V. ubicada en la Colonia Centro.

Fotografía 31. Tanque de almacenamiento de Gas Elsa S.A. de C.V.

La ubicación y escenarios de afectación por radiación térmica se muestran en la Figura 66. A partir del análisis de los niveles de peligro resumidos en la Tabla 97, se describen de manera breve los centros de concentración masiva de personas que presentarían afectación en caso de ocurrir un siniestro en la estación de servicio Gas Elsa. En caso de explosión en ésta gasera, la afectación en el área comprendida dentro de los radios de peligro por bola de fuego, peligro alto y peligro medio es hacia viviendas, éstas de tipo III, por lo que le corresponde un nivel de vulnerabilidad media. El radio de peligro bajo, además de las viviendas se encuentra el Templo Príncipe de Paz (IGL4200). La Colonia que en una porción resultaría afectada es Alberto Carrera Torres, localizada en la parte Este de la Ciudad.

Tabla 97. Análisis de la posible afectación por explosión de Gas Elsa S.A. de C.V. en Burgos.

GAS ELSA S.A. DE C.V. (GAS4201) 45,420 L DE GAS LP								
NIVEL DE PELIGRO	RADIO POSIBLE DE AFECTACIÓN (m)	POSIBLE AFECTACIÓN				GRADO DE VULNERABILIDAD	VALOR DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)	COLONIAS EXPUESTAS
		NÚMERO VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	POSIBLE AFECTACIÓN			
Bola de Fuego	48	2	III	8	Viviendas	Media	301,000.00	Alberto Carrera Torres
Alto	97	17		76			3,362,400.00	
Medio	144	25		108			4,237,800.00	
Bajo	211	79		325	Viviendas, Iglesia IGL4200		9,191,600.00	

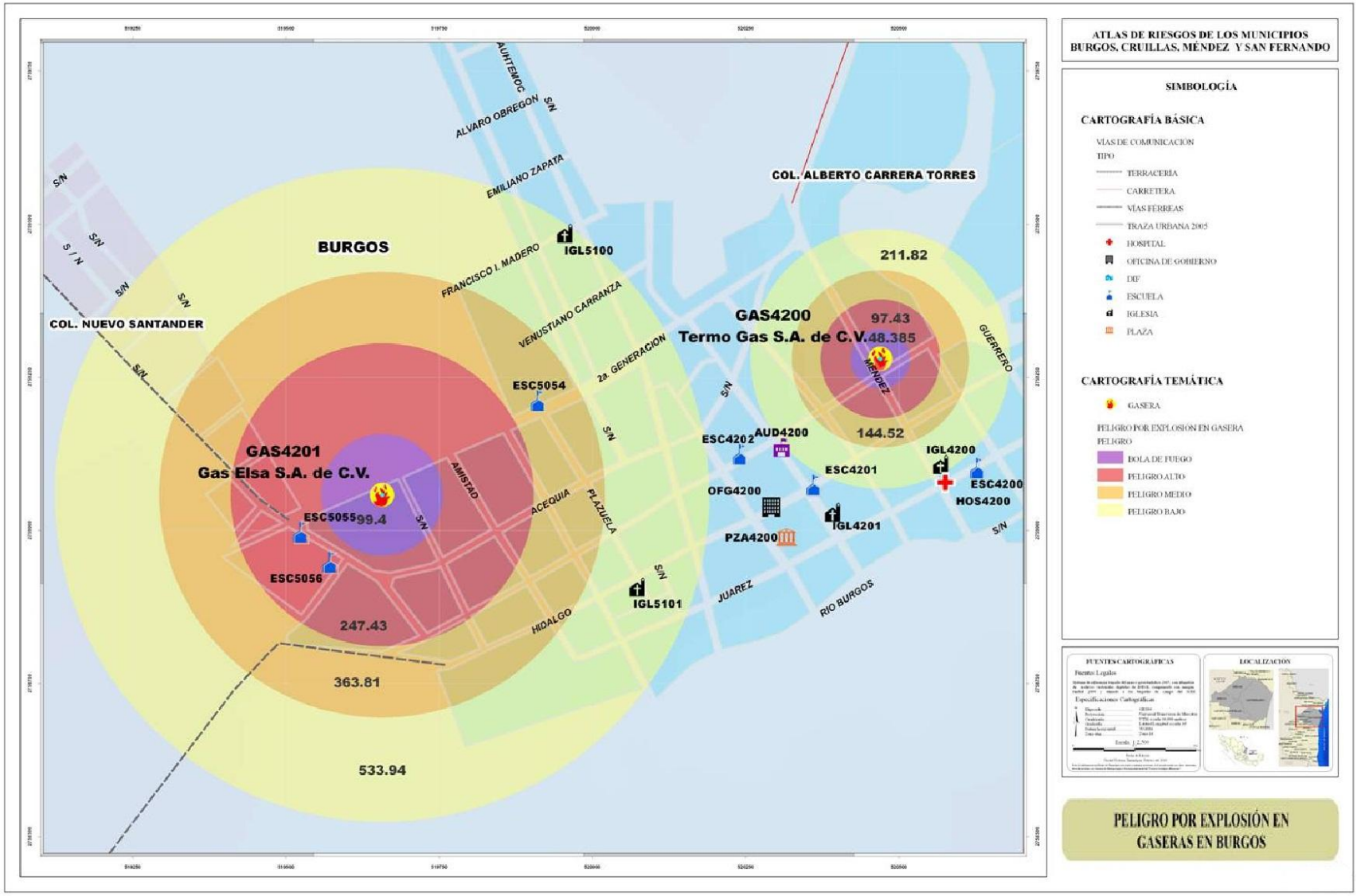


Figura 66. Escenario de explosión en las estaciones de Servicio de Gas, Ciudad de Burgos.

Gasera Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200). Ubicada en la parte Oeste de la Ciudad de Burgos, sobre la Avenida 2ª Generación en la Colonia Centro (Figura 66), cuenta con un tanque de almacenamiento de gas L.P. con capacidad de 5,000 L. Ésta estación de servicio en caso de ocurrir una explosión, es la que mayor afectación hacia centros de concentración masiva de personas provocaría (Fotografía 32 y 33).

Fotografía 32. Termo Gas S.A. de C.V. ubicada en la Colonia Centro.

Fotografía 33. Tanque de almacenamiento de Termo Gas S.A. de C.V.

En caso de explosión de ésta gasera, la afectación en el área comprendida dentro del radio de peligro por bola de fuego es hacia viviendas, de las que se encuentran de tipo II cuya vulnerabilidad es alta (Tabla 98).

Tabla 98. Análisis de afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. en Burgos.

TERMO GAS S.A. DE C.V. (GAS4200) 5,000 L DE GAS LP								
NIVEL DE PELIGRO	RADIO POSIBLE DE AFECTACIÓN (m)	POSIBLE AFECTACIÓN				GRADO DE VULNERABILIDAD (respectiva al tipo de vivienda)	VALOR DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)	COLONIAS EXPUESTAS
		NÚMERO VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	POSIBLE AFECTACIÓN			
Bola de Fuego	99	4	II	7	Viviendas	Alta	120,000.00	Alberto Carrera Torres y Nuevo Santander
Alto	247	10	II y III	32	Viviendas, Escuelas ESC5055, ESC5056	Alta y Media	240,000.00	
Medio	363	13	I, II y III	39	Viviendas, Escuelas ESC5054	Alta. Media y Baja	234,000.00	
Bajo	533	27		81	Viviendas, Iglesia IGL5100, IGL5101		3,240,000.00	

Para el nivel de peligro alto, se encuentran dos centros educativos: el Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET (ESC5055) y el centro preescolar Albergue Escolar Clarita Lerma (ESC5056). Las viviendas que se encuentran dentro de este nivel de peligro son de los tipos II y III, cuya vulnerabilidad correspondiente es alta y media, en su mayoría de tipo III.

Dentro del radio de afectación de peligro medio se encuentra la escuela Secundaria Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez (ESC5054). Las viviendas comprendidas dentro de este radio corresponden a los tipos I, II y III, cuya vulnerabilidad es muy alta, alta y media, respectivamente.

En el nivel de peligro bajo, resultarían afectados los centros religiosos: Templo Virgen de Guadalupe (IGL5100), y la Iglesia Monte Sinaí (IGL5101), en las cuales pueden llegar a reunirse hasta 200 y 100 personas respectivamente, dependiendo del día de la semana. Dentro de este nivel de peligro se encuentran viviendas de los tipos I, II y III con vulnerabilidades muy alta, alta y media, respectivamente.

Cruillas

Estación de servicio Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150). Para esta Ciudad se encuentra sólo esta gasera (Figura 67), la cual está ubicada en la calle Juan José de la Garza, de la Colonia Centro, la cual cuenta con un tanque de almacenamiento de 10,000 L (Fotografía 34 y 35).

Fotografía 34. Estación de servicio Gas Ideal S.A. de C.V., Colonia Centro.

Fotografía 35. Tanque de almacenamiento de Gas Ideal S.A. de C.V.

Esta gasera (GAS4150) queda ubicada en la periferia de la Ciudad, sin embargo una parte de ésta queda a unos metros de distancia, además existen ya algunos centros de concentración masiva de personas por lo que hay que mantener bajo supervisión este establecimiento (Tabla 99).

En el nivel de peligro por bola de fuego no se tiene afectación hacia viviendas ni hacia centros de concentración masiva. Para el nivel de peligro alto se tendría afectación hacia viviendas de tipo I y III, a los que corresponde una vulnerabilidad muy alta y media, respectivamente. Para este caso, dentro de este radio de peligro no existen centros de concentración masiva de personas.

Dentro del radio delimitado como peligro medio se encuentran el plantel de educación preescolar Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC4152) al que concurren aproximadamente 16 personas, en su mayoría niños y el centro deportivo (CDE4151). Para este radio de peligro la tipología de viviendas que podrían ser afectadas en caso de una explosión son de tipo I y III con una vulnerabilidad muy alta y media respectivamente. En el nivel de peligro bajo se encuentra el centro deportivo (CDE4150) en el que podrían reunirse de 30 a 50 personas, para este nivel las viviendas son: tipo I cuya vulnerabilidad es muy alta, tipo II con vulnerabilidad alta y tipo III con vulnerabilidad media.

Tabla 99. Análisis de afectación por explosión de Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150)

GAS IDEAL S.A. DE C.V. (GAS4150) 10,000 L DE GAS LP								
NIVEL DE PELIGRO	RADIO POSIBLE DE AFECTACIÓN (m)	POSIBLE AFECTACIÓN				GRADO DE VULNERABILIDAD (respectiva al tipo de vivienda)	VALOR DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)	COLONIAS EXPUESTAS
		NÚMERO VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	POSIBLE AFECTACIÓN			
Bola de Fuego	60	Sin Información	Sin Información	1	Sin Información	Sin Información	Sin Información	Centro
Alto	131	2	I y III	10	Viviendas	Muy Alta y Media	250,000.00	
Medio	193	5		20	Viviendas, Escuela ESC4152, Centro Deportivo CDE4151		555,000.00	
Bajo	283	13	I, II y III	53	Viviendas, centro Deportivo CDE4150	Muy Alta, Alta y Media	1,265,600.00	

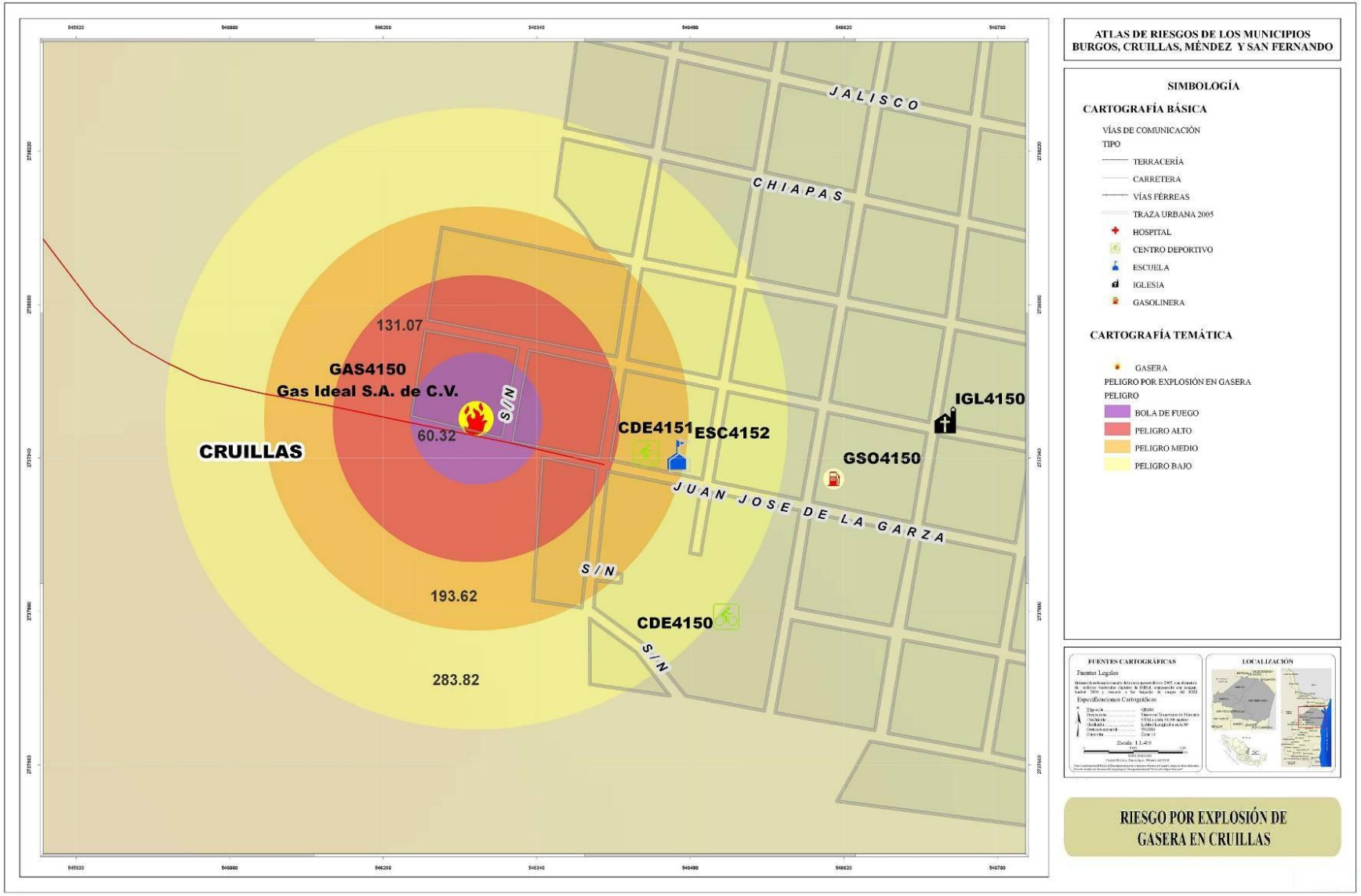


Figura 67. Escenario de explosión en la estación de Gas Ideal S.A. de C.V., Municipio de Cruillas.

VIII.4.b. Gasolineras

En la determinación de los radios de peligros por explosión de gasolineras se realizaron simulaciones para lo que se involucraron factores diversos, tales como, las dimensiones de la trinchera de seguridad de tanques de almacenamiento, número y capacidad máxima de los mismos, tipo de combustible, temperatura, entre otros. Los radios de afectación se establecieron bajo la metodología descrita en el apartado correspondiente.

Los combustibles tienen capacidades de arder de formas diferentes, por lo mismo, es menor en dimensiones la explosión de una gasolinera a la de una gasera en cuanto a área de afectación. Para el caso de gasolineras, al no presentarse la bola de fuego, se generaron únicamente tres radios de peligro por afectación en función de la radiación térmica:

- **Radio de Peligro Alto** con radiación térmica de 31.5 Kw/m^2, suficiente para causar daños a equipos de proceso y colapso de estructuras. Deceso de seres vivos que estén dentro de este radio de afectación.
- **Radio de Peligro Medio** con radiación térmica de 12.60 Kw/m^2, la madera puede alcanzar el punto de ignición, el acero delgado puede perder su integridad mecánica, y los seres vivos que estén dentro de éste pueden morir.
- **Radio de Peligro Bajo** con radiación de 5.05 Kw/m^2, en el que los seres vivos pueden presentar quemaduras de diversos grados, por una exposición de 20 segundos.

Existen un total de seis gasolineras distribuidas de la siguiente manera: en Burgos una, en Cruillas una y en San Fernando cuatro, así mismo, se aplicó la simulación de explosión y análisis de la afectación ocasionada por la radiación térmica de éstas gasolineras, en caso de explosión. Se hace notar que la Ciudad de Méndez no cuenta con este tipo de instalaciones (Tabla 100). En este apartado se describen aquellas gasolineras que se consideran de mayor peligro por la intensidad de afectación.

Tabla 100. Total de gasolineras verificadas.

MUNICIPIO	GASOLINERAS
Méndez	0
Burgos	1
Cruillas	1
San Fernando	4
Total	**6**

De dichas gasolineras y habiendo realizado la simulación de explosión para cada tipo de combustible de cada estación de servicio, se representa el radio de mayor área que por lo regular es el correspondiente a gasolina tipo Magna, por ser el de mayor demanda (a excepción de Diesel en carreteras que permiten el acceso a vehículos de autotransporte de carga). De manera similar a las gaseras, existen zonas de las ciudades analizadas para este subcapítulo que no cuentan con información de las AGEB's, por lo que sólo se contabilizan los niveles que resultan con afectación.

Sólo se ejemplifican algunas gasolineras en el subcapítulo de peligro, las mismas se abordarán en el apartado de Riesgo, las estaciones de servicio analizadas, en algunos casos se encuentran en zonas donde el desarrollo habitacional no ha iniciado, por lo mismo, sólo se incluyen algunos ejemplos para ilustrar la manera de visualizar las simulaciones en el SIG del Atlas.

Cabe mencionar que la simulación tomada en cuenta para determinar de manera gráfica la posible área de afectación por explosión de una gasolinera, se realizó en función de la cantidad de combustible, siendo la gasolinera con tanque de almacenamiento de combustible de mayor capacidad o en dado caso, el combustible que tuviera disponible cada gasolinera.

A pesar de haber realizado la simulación para cada tipo de combustible que existiera en la estación de servicio, para la representación gráfica y el análisis sólo se tomó en cuenta el que diera el radio de afectación mayor.

Méndez

En la Ciudad de Méndez no existen estaciones de servicio, por lo cual no se realizó análisis por afectación de explosión.

Burgos

En la cabecera Municipal de Burgos existe una estación de servicio, la cual no presenta afectación a viviendas y no presenta afectación hacia centros de concentración masiva.

La estación de servicio 3058 Gaspo Colectivo No. 1 Plan de Ayala (GSO4200). Se localiza en la calle Emiliano Zapata de la Colonia Plan de Ayala, en la porción Oriente de la Ciudad (Figura 68) y que cuenta con un tanque de almacenamiento de gasolina magna de 60,000 L (Fotografía 36 y 37).

Fotografía 36. Gasolinera Gaspo Colectivo No.1 (GSO4200).

Fotografía 37. Tanque de almacenamiento de gasolinera Gaspo.

Para esta estación de servicio del análisis de los radios de peligro obtenidos de la simulación de explosión (Tabla 101), se tiene que la posible afectación es hacia viviendas que para los tres niveles de peligro resulta con una clasificación de vivienda tipo III cuya vulnerabilidad correspondiente es media (Figura 68).

Tabla 101. Afectación por explosión de Gasolinera Gaspo Colectivo No.1 (GSO4200).

GASPO COLECTIVO No. 1 (GSO4200) EST-3058							
NIVEL DE PELIGRO	RADIO POSIBLE DE AFECTACIÓN (m)	POSIBLE AFECTACIÓN				VALOR DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)	COLONIAS EXPUESTAS
		NÚMERO VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	POSIBLE AFECTACIÓN		
Alto	14.30	1	III	1	Viviendas	300,000.00	Alberto Carrera Torres
Medio	25.50	2		2		420,000.00	
Bajo	41.40					240,000.00	

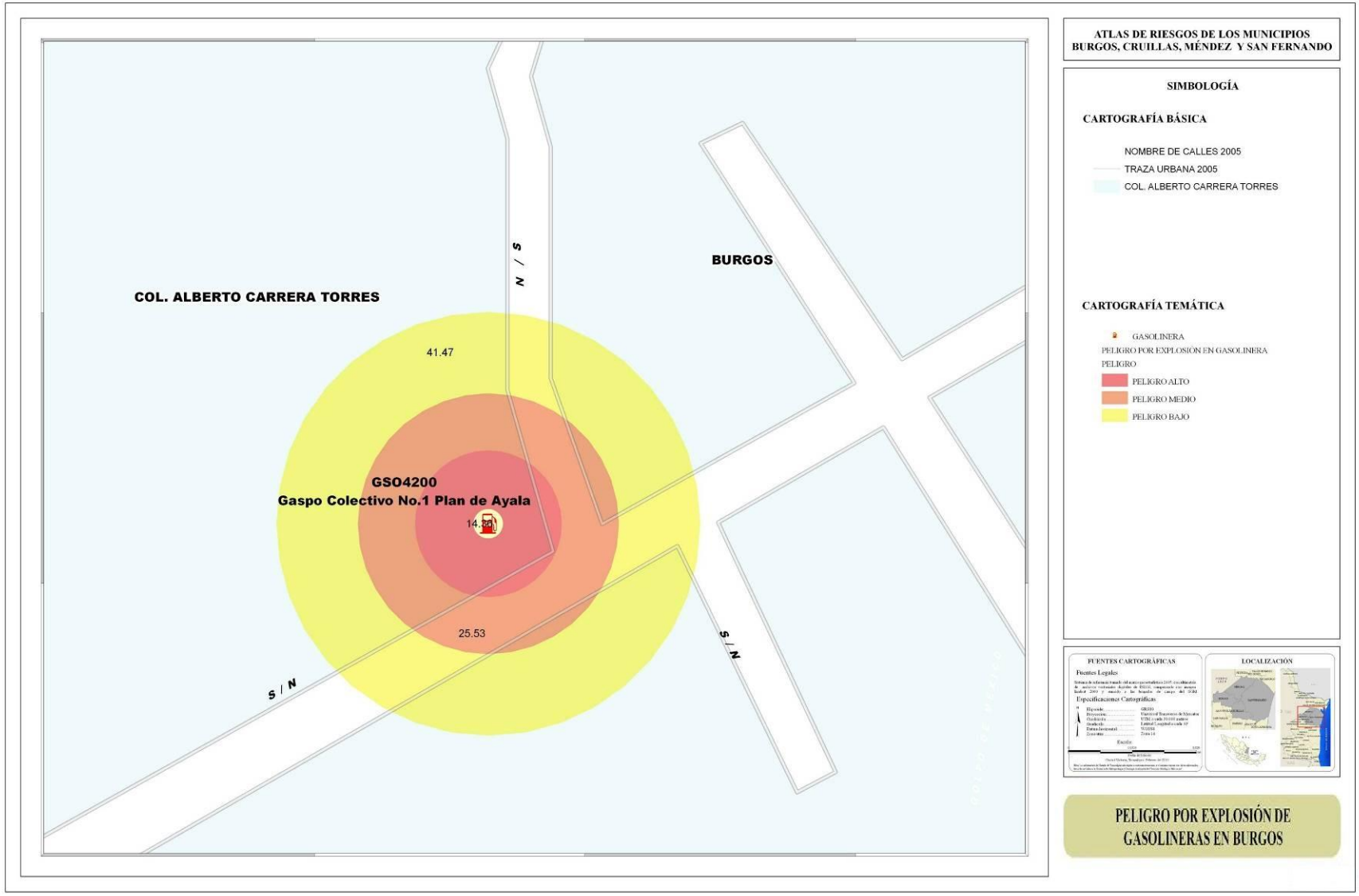


Figura 68. Escenario de explosión de la estación Gaspo Colectivo en la Ciudad de Burgos.

Cruillas

En la Ciudad de Cruillas, al igual que en la Ciudad de Burgos, sólo existe una estación de servicio, la que tampoco presentaría afectación a centros de concentración masiva.

La **Estación de Servicio 5169 Cruillas (GSO4150)**, está ubicada entre las calles Juan José de la Garza y Sonora ambas de la Colonia Centro (Figura 69), cuenta con dos tanques de almacenamiento de 40,000 L, uno para gasolina magna y otro para diesel, en este caso la representación (Fotografía 38 y 39).

Fotografía 38. Servicio Cruillas (GSO4150).

Fotografía 39. Tanque de almacenamiento.

San Fernando

En la Ciudad de San Fernando cuenta con cuatro gasolineras, ubicadas una en la zona Centro de la Ciudad y tres restantes en las salidas de la Ciudad, hacia el Norte una, hacia el Sur otra y la última hacia el Oriente (Figura 70). De estas gasolineras ninguna presentaría afectación hacia centros de concentración masiva, sin embargo si la tendrían hacia viviendas (Tabla 102 y Fotografía 40).

Tabla 102. Distribución de gasolineras en la Ciudad de San Fernando

PUNTO	ESTACION	NOMBRE DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO	COLONIA	TIPO Y CAPACIDAD (L)		
				MAGNA	PREMIUM	DIESEL
GSO4500	4202	Humberto Encarnación Garza Servicios	Carretera Victoria - Matamoros	50,000	Sin Dato	80,000
GSO4501	4746	Gasolinera del Noreste Gano S.A. de C.V.	Centro	50,000		Sin Dato
GSO4502	7175	Gasolinera Loma Colorada S.A. de C:V.		40,000		50,000
GSO5004	1304	Agro Gas S.A. de C:V	6 de Mayo	60,000		Sin Dato

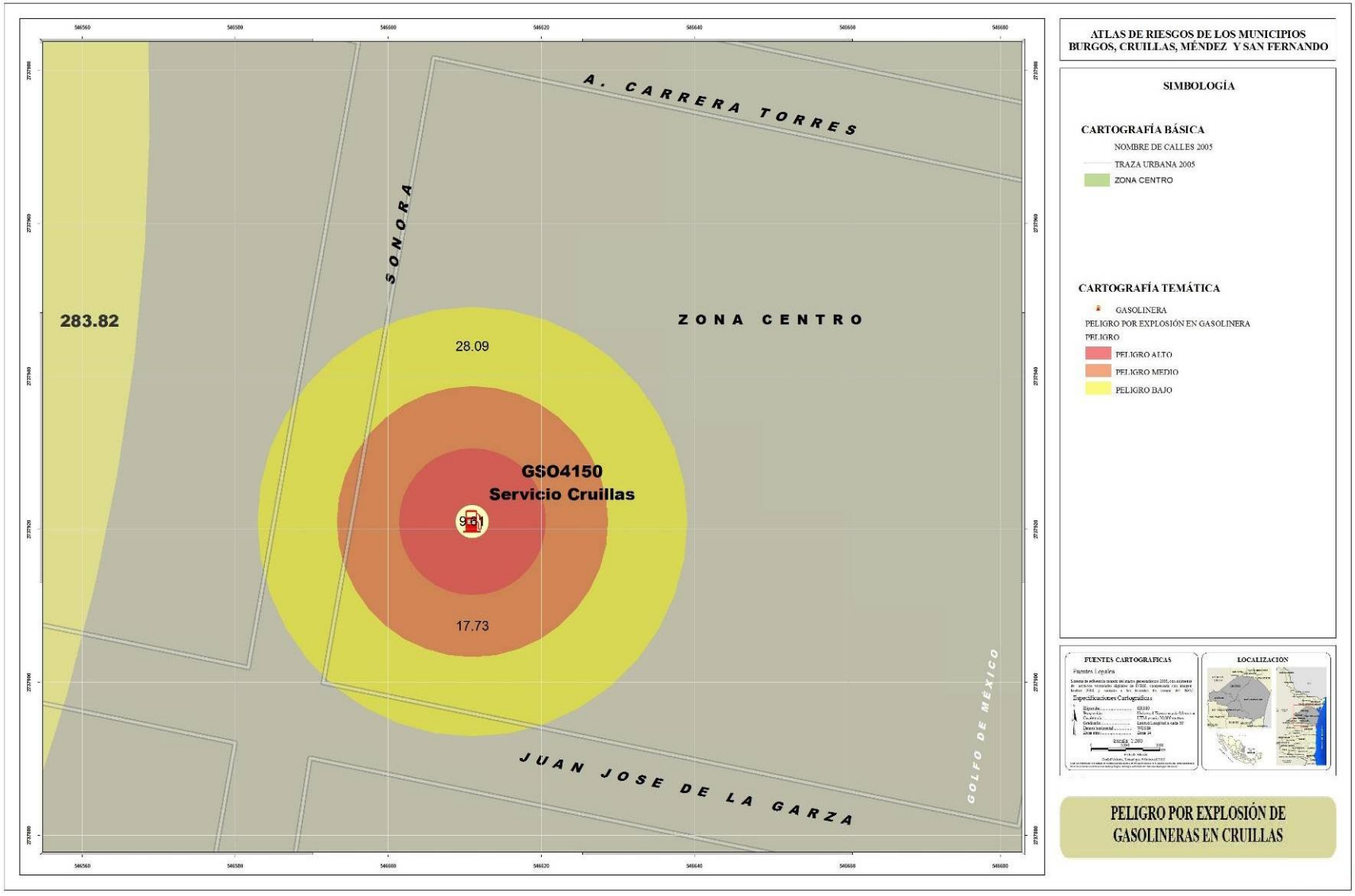


Figura 69. Escenario de explosión en la gasolinera Servicio Cruillas.

Estación 4202 Humberto Encarnación Garza (GSO4500)

Estación 4746 Gasolinera del Noreste Gano (GSO4501)

Estación 7175 Loma Colorada S.A. de C.V. (GSO4502)

Estación 1304 Agro Gas S.A. de C.V. (GSO5004)

Fotografía 40. Gasolineras instaladas en la Ciudad de San Fernando.

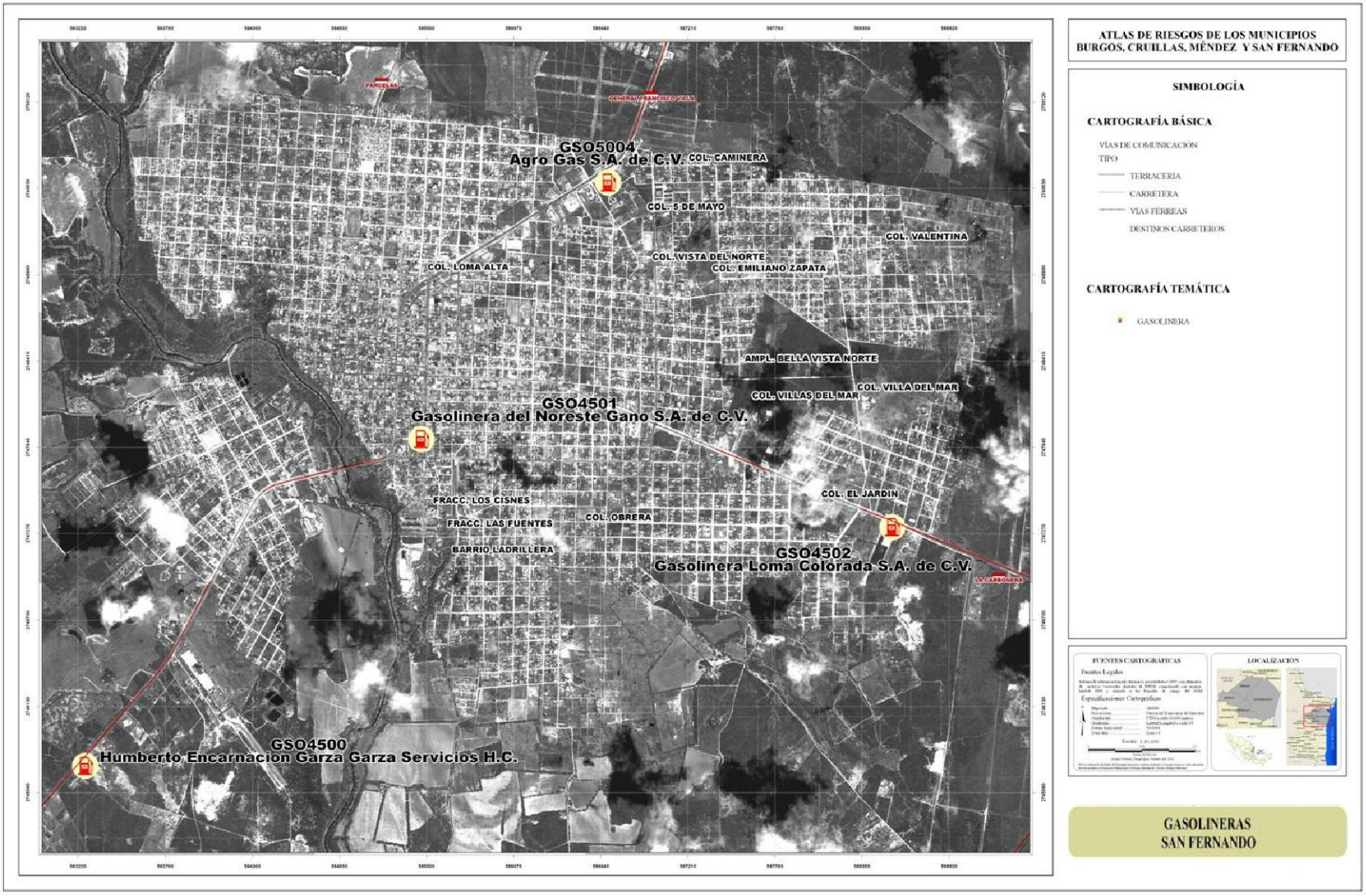


Figura 70. Localización de gasolineras en la Ciudad de San Fernando.

La Estación de Servicio 4746 Gasolinera del Noreste Gano S.A. de C.V. (GSO4501) Ubicada en la Avenida Ruiz Cortínez de la Colonia Centro (Figura 71), cuenta con un tanque de almacenamiento de 50,000 L que en caso de explotar afectaría viviendas (Fotografía 41 y 42).

Fotografía 41. Tanque de almacenamiento de la gasolinera Gano.

Fotografía 42. Gasolinera del Noreste Gano (GSO4501).

Del análisis del escenario de la explosión de la Gasolinera Gano (GSO4501) se desprende que principalmente causaría afectación a viviendas, dado que ningún centro de concentración masiva de personas se encuentra en las proximidades de ésta (Tabla 103).

Tabla 103. Análisis de afectación por explosión de Gasolinera del Noreste Gano.

GASOLINERA DEL NORESTE GANO (GSO4501) EST-4746							
NIVEL DE PELIGRO	RADIO POSIBLE DE AFECTACIÓN (m)	POSIBLE AFECTACIÓN				VALOR DE INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)	COLONIAS EXPUESTAS
		NÚMERO VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	POSIBLE AFECTACIÓN		
Alto	14.30	1	IV	2	Viviendas	450,000.00	Centro
Medio	25.70			3		315,000.00	
Bajo	41.70	4	III y IV	8		600,000.00	

Para los tres niveles de peligro se tiene que la afectación es hacia viviendas, para los niveles alto y medio el tipo de viviendas es de tipo IV y corresponde una vulnerabilidad baja. Para el nivel de peligro bajo se tiene además del tipo IV, el tipo III de viviendas a lo que se tiene una vulnerabilidad baja y media respectivamente (Figura 71).

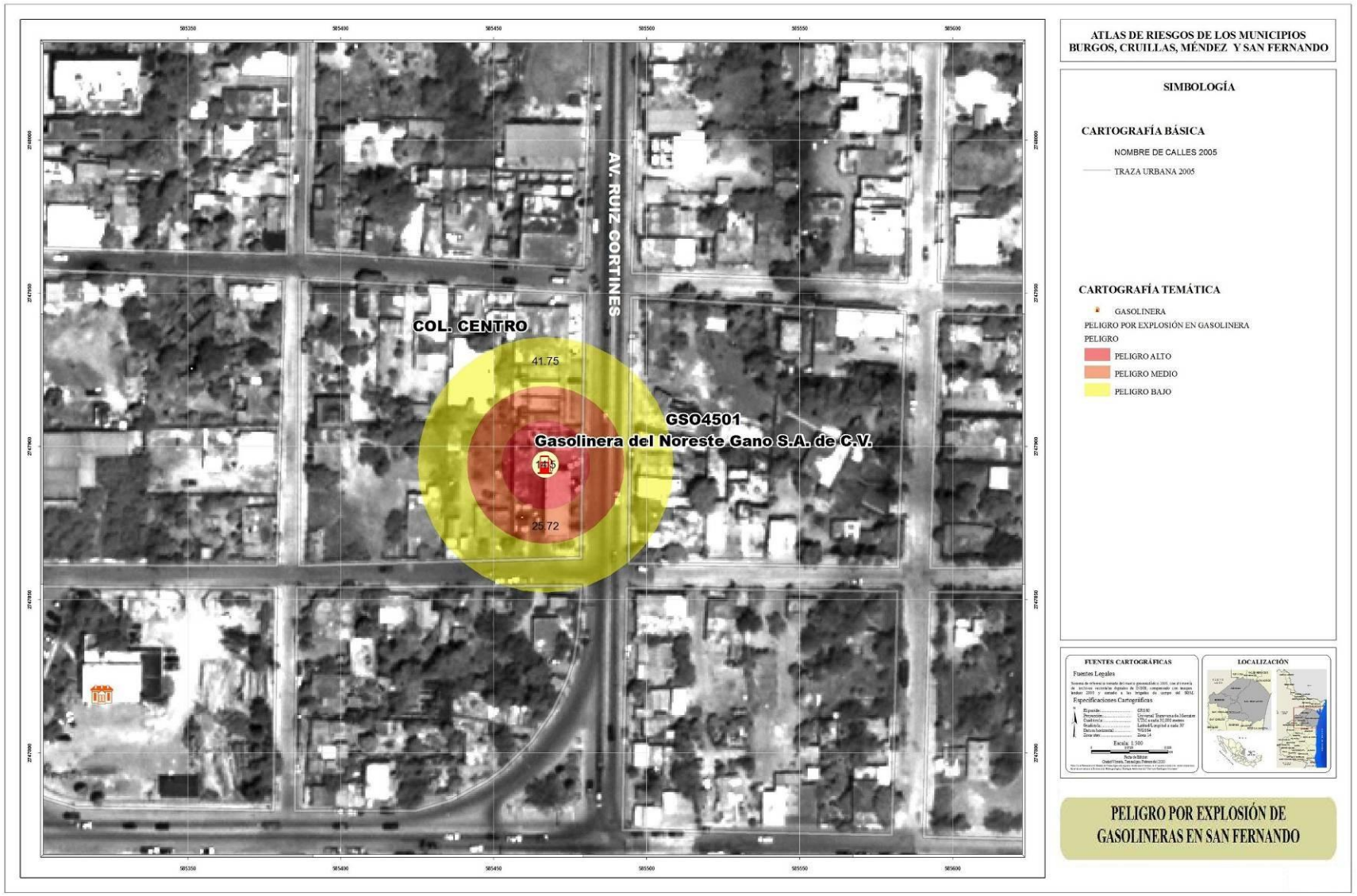


Figura 71. Escenario de explosión de la Gasolinera del Noreste Gano (GSO4501).

VIII.4.c. Peligro por Ductos

Tamaulipas es el sexto Estado de la República Mexicana con mayor desarrollo en líneas de ductos. La presencia de esta red de transporte data después de la construcción de la refinería de Francisco I. Madero, del descubrimiento de campos petroleros en el Golfo de México y de yacimientos de gas en la Cuenca de Burgos, a partir de entonces la industria petrolera opera sin interrupción con una continúa actividad que ha facilitado la expansión de su infraestructura, creando centros de procesadores de gas, complejos petroquímicos y estaciones de almacenamiento. Actualmente cada subsidiaria de PEMEX maneja sus ductos con independencia del resto de la red. El transporte que hace PEMEX de sus productos por medio de su red de ductos es más barato y eficiente que el que se hace por cualquier otro medio de transporte. Sin embargo es importante que esta red de ductos se le proporcione continuamente el mantenimiento adecuado y establezca los procedimientos de control electrónico de sus flujos, tal como los tiene ya establecidos para el control de los flujos que transitan por su red de gasoductos.

La necesidad de transportar los productos, da origen a la creación de terminales de reparto y al sistema de transporte por medio de ductos, esta red que nace en los pozos de producción donde el hidrocarburo es transportado hacia los centros de refinación para su proceso de separación, transformación y purificación. Una vez beneficiado el petróleo, los productos son enviados a través de ductos de acero que pueden ir sobre la superficie o bajo la tierra atravesando la más variada topografía, la capacidad de transporte depende del diámetro de las tuberías, en muchos casos varían de 3” a 48” de diámetro y los productos transportados son: petróleo crudo, gas natural, gasolinas, diesel entre otros (PEMEX, 2007). La red de ductos cumple con funciones específicas para transportar los productos, pueden variar de poliductos, oleoductos a gasoductos, la mayoría de las veces estas tuberías comparten en gran medida los corredores de derechos de vía.

La red consta de aproximadamente 200.23 kilómetros de longitud que se distribuyen a través de los Municipios de Cruillas, Méndez y San Fernando, la mayor parte de la traza de conductos a traviesa zonas no urbanizadas, a excepción del Municipio de Méndez y San Fernando que se expone en más de 2.5 Km cerca de la mancha urbana. En su trayecto, los ductos están expuestos a una serie de factores que incrementan la probabilidad de ocurrencia de accidentes. A parte de los agentes como el cambio climático, lluvia y salinidad que aceleran el deterioro de las tuberías por corrosión, la invasión del derecho de vía, golpes mecánicos y la toma clandestina son los factores más recurrentes que pueden aumentar el nivel de peligro. De acuerdo a los datos de accidentes emitidos por PEMEX-Refinación (2004), los casos con mayor número de registró de accidentes corresponde la toma clandestina, corrosión y golpe mecánico. En ocasiones los accidentes de obras civiles se deben a que no existe un registró de la ubicación exacta de pozos, ductos y tuberías.

A pesar de los claros señalamientos (postes amarillos), donde PEMEX advierte que no se debe construir, excavar, ni golpear en las áreas delimitadas como derecho de vía, se identificaron alrededor de 58 personas viviendo sobre la red de ductos o a distancias cortas, siendo que el derecho de vía marca una distancia promedio de 25 a 30 metros (Fotografía 43). Estos señalamientos generalmente son ignorados al otorgan permisos para construcción de viviendas e instalación de servicios públicos. El 07% de la población de San Fernando y Méndez se encuentran viviendo en áreas de peligro por ductos, esto equivale a un total de 58 habitantes, distribuidos 39 en Méndez y 19 en San Fernando (Tabla 110).

Fotografía 43. Señalamiento de Ductos de PEMEX advierten la distancia del derecho de vía.

VIII.4.c.1. Metodología

Con el objetivo de llevar a cabo el Atlas de Riesgos de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando en la temática relacionada a peligro químico, el Servicio Geológico Mexicano (SGM), en coordinación con Protección Civil del Estado (PCE), realizó la solicitud de información a PEMEX sobre el sistema de transporte de ductos. Tal solicitud se llevó a cabo de acuerdo a las bases establecidas en la Guía Básica para la elaboración de Atlas Municipal de Peligros y Riesgos; sin embargo no se obtuvo respuesta por parte de Petróleos Mexicanos, razón por la cual se utilizaron fuentes de información alternas. De acuerdo a la información del INEGI (2005c), se obtuvo información digital de la trayectoria y distribución de los ductos, que cuenta con el número de líneas, clasificación de tuberías subterráneas y superficiales, pero carece de datos básicos para llevar a cabo un análisis de riesgo, por tal razón en el presente atlas únicamente se aborda a nivel de peligro.

Para obtener el peligro, la zonificación se basó en los parámetros establecidos en el subcapítulo de Identificación de Peligros y Riesgos Químicos de la guía metodológica de CENAPRED (2006c). Donde señala que para determinar la distancia de seguridad de un ducto se debe utilizar la Tabla 107, la cual se indica la distancia de acuerdo al diámetro nominal de la tubería, la presión de operación y la sustancia transportada. Sin embargo, cuando se carece de información sobre el posible impacto de la ruptura de un ducto a otro(s) se debe considerar la distancia mayor determinada para los ductos que se alojan en el derecho de vía y la distancia se mide hacia ambos lados a lo largo del eje del ducto. Las consideraciones para determinar la zona de impacto potencial están destinadas a proporcionar un margen adicional de seguridad. Para realizar el análisis de peligro, se consideró el escenario máximo de peligrosidad establecido en la Tabla 104, considerando 200 metros de zonificación para ambos lados en toda la trayectoria de los ductos, dado que se carece de información básica sobre tipo de combustible transportado y las características de temperatura, presión y diámetro de los ductos.

Tabla 104. Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.

DIÁMETRO EN PULGADAS	TRAMPA DE DIABLO	GASODUCTOS		OLEODUCTO Y GASOLINODUCTO	GASODUCTO	
		100 > P ≥ 80 kg/zcm^2	80 > P≥ 50 kg/cm^2		50 ≥ P 15 kg/cm^2	P < 15 kg/cm^2
48	250	200	150	150	100	50

Fuente: **CENAPRED, 2006c. La distancia de seguridad está establecida en metros.**

Con la zonificación de peligro y los datos de las AGEB´s, se llevó a cabo el análisis estadístico en la zona urbana de los Municipios de Méndez y San Fernando, para obtener el número de colonias, viviendas y personas que se ubican dentro de la zona de influencia de peligro por ductos. En el Municipio de Burgos y Cruillas no se realizó un estudio detallado, debido a que la zonificación de peligro por ductos se ubica lejos de la zona urbana y en aquellas las localidades o poblaciones carecen de datos de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB´s), contando únicamente con el censo total de personas. Considerando que no se cuenta con todos los datos de los ductos, es importante aclarar que si se omiten sitios donde existen ductos, es por falta de información no adquirida durante la elaboración del presente Atlas.

VIII.4.c.2. Ductos de Gas

En los últimos años la parte Centro-Norte del Estado de Tamaulipas, se ha constituido como uno de los lugares fundamentales para el desarrollo del mercado de gas natural en México. Las actividades de la industria petrolera son llevadas única y exclusivamente por Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, en tanto que la distribución del gas natural se puede llevar a cabo con previo permiso, por sectores social y privado. Los ductos localizados dentro de la zona geográfica antes mencionada, son utilizados por PEMEX-Gas y Petroquímica Básica para la distribución de gas natural.

Esta red de ductos provienen de los Municipios colindantes y se distribuyen en 200.23 kilómetros de tuberías subterráneas y superficiales de uno y dos conductos, cruzan en 17.46 Km de longitud por el

Municipio de Cruillas en dirección sensiblemente Sur-Norte y se prolonga hasta el Municipio de San Fernando en 112.77 Km, estas líneas se conectan a otros trazos y se bifurca en Méndez en 112.77 Km con dirección Norte-Sur que se dirige hacia el Municipio de Reynosa y con dirección Noroeste-Sureste con dirección el Estado de Nuevo León. Estas líneas tienen como objetivo transportar el producto a su destino final, como ciudades, terminales de almacenamiento, industrias y termoeléctricas. Actualmente no se cuenta con un registró total del diámetro de los conductos ni el tipo, ni la cantidad o presión con la que se transporta el producto. Los datos mencionados en el presente documento corresponden a información proporcionada por el INEGI, 2005b (Figura 72 y Tabla 105).

Tabla 105. Longitud de ductos de Pemex en los Municipios de Cruillas, Méndez y San Fernando.

MUNICIPIOS	LINEAS	LONGITUD Km
Cruillas, Méndez, San Fernando	1 Conducto Subterráneo	20.87
	2 Conductos Subterráneos	3.11
	2 Conductos Superficiales	176.25
	Total	**200.23**

Las líneas de ductos se conectan a pozos de gas que se encuentran distribuidos en el Municipio de Méndez y San Fernando. Durante la prospección en campo se identificó instalaciones de pozos activos operados por compañías subcontratistas de PEMEX, realizando actividades de exploración y/o explotación de gas natural. Muchas de estas instalaciones se pueden observar en el Municipio de Méndez y al Norte del Municipio de San Fernando (Fotografía 44).

La ubicación exacta de estos pozos no se muestran en ningún mapa comercial, ni existe registró de su ubicación. Sin embargo, en los Municipios de Méndez y San Fernando se muestran sectores de ductos que se bifurcan y terminan en sitios sin referencia aparente, pero en algunos casos, en esos lugares están instalados los pozos en producción (Figura 72).

Fotografía 44. Pozo de exploración de gas ubicado al Norte del Municipio de Méndez.

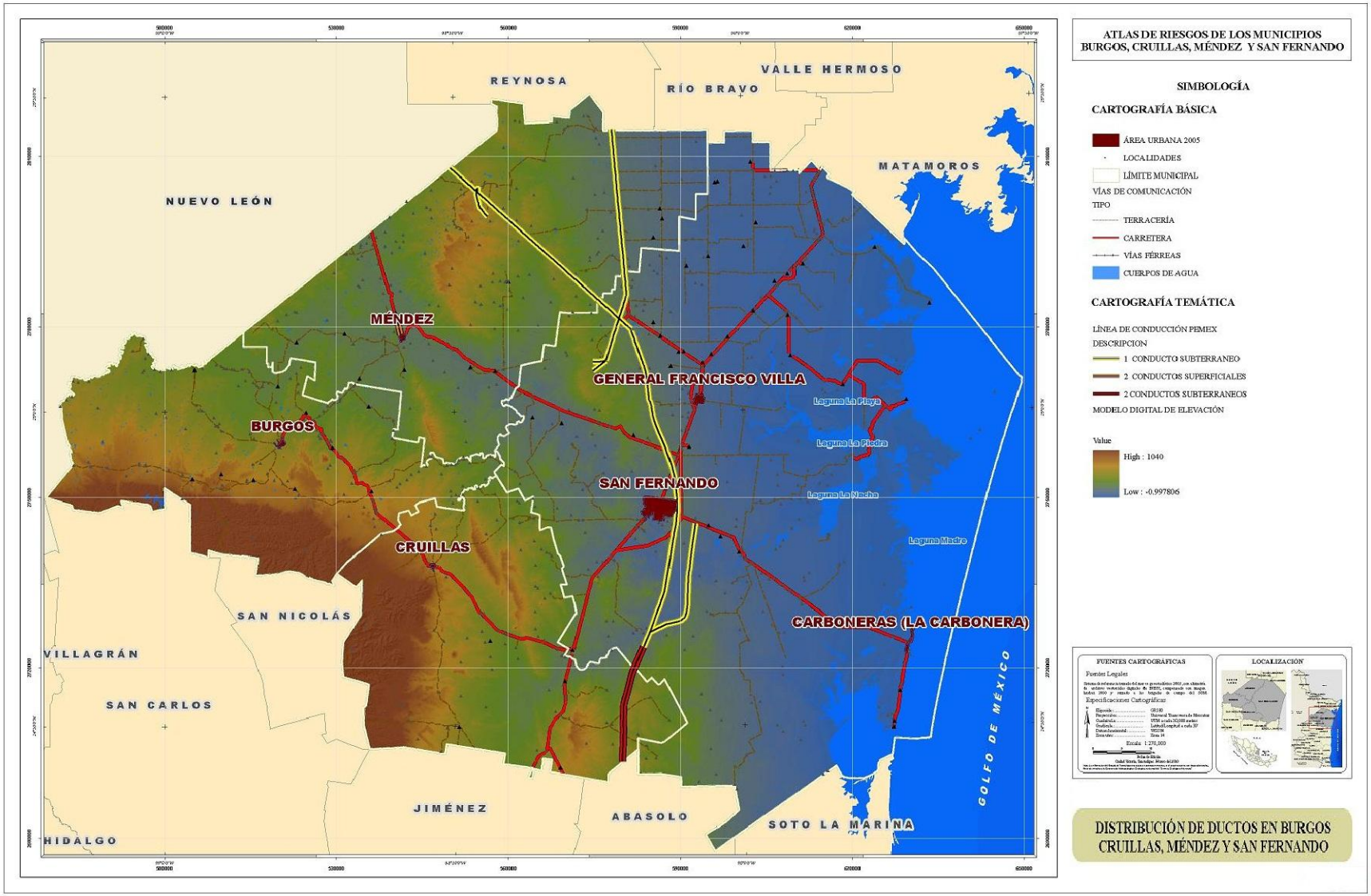


Figura 72. Distribución de líneas de ductos en los Municipios de la zona de estudio.

La zonificación de peligro por explosión de ductos en los cuatro Municipios, permitió establecer escenarios de detonación en la trayectoria de las líneas de conducción, identificando áreas de mayor riesgo y las zonas que son altamente potenciales de ocurrir un siniestro. En las zonas urbanas de Méndez y San Fernando, se obtuvo el total de número de viviendas y personas en zonas de peligro, así como los sitios de concentración masiva – iglesia y cementerio. Del análisis estadístico realizado en dos de las zonas urbanas, se obtuvo un total de una Colonia asentada dentro del área de peligro registrando nueve viviendas con 39 habitantes en Méndez. Caso contrario, en San Fernando se identificaron dos colonias con cinco viviendas y 19 personas (Tabla 106 y Figura 72).

Tabla 106. Peligro por explosión ductos en Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

MUNICIPIO	POBLACION MUNICIPAL	DUCTOS KM LONGITUD	CIUDAD	POBLACION CIUDAD	COLONIAS PELIGRO	VIVIENDAS PELIGRO	PERSONAS PELIGRO	POBLACION PELIGRO
Burgos	4,782		Burgos	1,333				0.00 %
Cruillas	2,268	17.46	Cruillas	653				0.00 %
Méndez	4,785	70.00	Méndez	789	1	9	39	3.80 %
San Fernando	57,756	112.77	San Fernando	29,666	2	5	19	0.06 %
Total	**69,591**	**200.23**	**4 Ciudades**	**32,441**	**3**	**14**	**58**	**0.70%**

Se identificaron sitios públicos dentro de zona de peligro de ductos de gas, estos pueden llevar a ser vulnerables dependiendo de la distancia a la que este expuesta, así como de las características físicas de cada lugar. Se logró identificar dos sitios divididos entre iglesia y cementerio (Tabla 107).

Tabla 107. Sitios públicos ubicados en zona de peligro de ductos en Méndez y San Fernando.

CLASIFICACIÓN	SITIO	MÉNDEZ	SAN FERNANDO	TOTAL
Centros Religiosos	Iglesia		1	1
Otros	Cementerios	1		1
	TOTAL	**1**	**1**	**2**

Peligro por explosión de ductos en el Municipio de Burgos

Las líneas de ductos provienen de los Municipios aledaños no pasan por este Municipio por tanto no afectan en ningún sentido la zona urbanizada (Figura 72).

Peligro por explosión de ductos en el Municipio de Cruillas

Las líneas de ductos provienen de los Municipios aledaños y se distribuye en 17.46 Km de longitud al Sureste del Municipio de Cruillas, se les observa cerca de la localidad Los Jabalinas, San Isidro (Lauro Guerra), La Orquídea, San Isidro y Palo Blanco. Se prolongan al Norte con dirección sensiblemente Norte-Sur a través de llanuras y lomeríos hacia el Municipio de San Fernando, pasando por zonas agrícolas y localidades poco pobladas que cuentan entre uno y 55 habitantes (INEGI, 2005b), así mismo los conductos cruzan caminos no pavimentados de terracería que dan acceso a los poblados y comunidades aledañas de Cruillas.

Las líneas de ductos se distribuyen lejos de la mancha urbana de Cruillas, esta distancia no permitió realizar un análisis con la ayuda de la zonificación, así como tampoco se identificó la presencia ductos en las principales poblaciones. Por lo que resta mencionar que el Municipio de Cruillas, está ubicado lejos del peligro por ductos de PEMEX. Por lo tanto la zonificación por peligro de explosión no arrojó datos de afectación a la población urbana (Figura 72).

Peligro por explosión de ductos en el Municipio de San Fernando

La línea de ductos provienen del Sur del Estado y se distribuye en 112.23 Km de longitud al Poniente del Municipio de San Fernando se prolonga con dirección sensiblemente Norte - Sur a través de llanuras y lomeríos hacia los Municipios de Méndez y Reynosa. En general los conductos pasan por varias comunidades y localidades pequeñas que cuentan con uno a 50 habitantes (INEGI, 2005b), así como ranchos y haciendas localmente conocidos, atravesando zonas agrícolas, vías de acceso como la carretera federal de Matamoros y Reynosa-Ciudad Victoria, y los ríos Chorreras y Conchos (Figura 72).

Los conductos pasan por los poblados Huapango y Guadalupe, en éste último, la red se divide en dos sistemas. Una línea se prolonga en dirección Norte pasando cerca de la Ciudad de San Fernando y los poblados de El Tepehuaje, San Vicente, Jesús Vázquez Moya, El Galeno, Felipe Carrillo Puerto, Nuevo San Fernando, Adolfo Ruiz Cortínez, Miguel Ramos, La Peñita Florida Norte y Florida Norte La Presa. En estas últimos poblados surge otra línea de ductos que proceden de pozos de producción sus conductos se prolongan hacia el Municipio de Méndez (Figura 72 y Fotografía 45 y 46).

Fotografía 45. Señalamientos cruzando por los poblados de Méndez.

Fotografía 46. Señalamientos de Pemex muestran el derecho de vía.

La otra línea se prolonga a hasta unirse con las instalaciones de la planta petroquímica inactiva Cosoleacaque S.A. de C.V., ubicada sobre la carretera La Carbonera a 4.5 Km al Oriente de la Ciudad de San Fernando. La planta antes mencionada corresponde a una planta de almacenamiento y reparto, la cual sus instalaciones se encuentran fuera de servicio (Figura 72 y Fotografía 47 y 48).

Fotografía 47. Terminal de Almacenamiento y Reparto, San Fernando.

Fotografía 48. Instalaciones de la Planta Petroquímica Cosoleacaque.

Zonificación de peligro por explosión de ductos en la Ciudad de San Fernando

La zonificación permitió establecer escenarios de explosión de la trayectoria de los ductos que ayudaron a identificar las áreas de mayor riesgo y los sitios más vulnerables. Se obtuvo como resultado el total de viviendas, número de personas y los sitios de concentración masiva que están expuestos a este peligro. Los ductos de gas natural pertenecen a Gas y Petroquímica Básica de PEMEX - Subdirección de Ductos Sector Reynosa y se distribuyen en dirección sensiblemente Norte-Sur en la porción Oriente - límite de la zona urbana de la Ciudad de San Fernando. Las líneas se pueden identificar por medio de señalamientos en color amarillo que sobresalen en las zonas agrícolas y en carretera La Carbonera (Fotografía 49). En su trayectoria el derecho de vía pasa lejos de la periferia de la zona urbana. Sin embargo la zonificación por peligro por explosión de ductos junto con el análisis de imágenes de satélite e imágenes spot, muestran asentamientos dentro de la zona de peligro de 200 metros (Figura 73). En la porción Oriente de la Ciudad, el análisis a detalle de la zonificación de peligro contra los datos de las AGEB´s, muestra dos colonias en peligro con un total de 19 habitantes que habitan en cinco casas con viviendas tipo II y III, estas corresponden a la Colonia Valentina con 17 personas y Villa del Mar con dos habitantes (Tabla 108).

Tabla 108. Colonias, viviendas y personas en peligro por explosión de ductos, San Fernando.

CIUDAD	POBLACION CIUDAD	COLONIA	TIPOLOGIA VIVIENDA	VIVIENDAS PELIGRO	PERSONAS PELIGRO	POBLACION PELIGRO
San Fernando	29,666	Valentina	Tipo II	3	17	0.06%
		Villa del Mar	Tipo III	2	2	
Total		2 Colonias	Tipo II y III	5	19	

El análisis muestra que las construcciones corresponden a viviendas tipo III, esto significa que las viviendas de las dos colonias son del tipo de interés social, casas pequeñas o departamentos típicos para la clase media construidas con elementos estructurales de dos a tres habitaciones, piso de cemento, servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje, gas y teléfono, equipadas con televisión, lavadora y refrigerador entre otros mueble. Las viviendas tipo II corresponden a hogares construidos con materiales de la zona sin elementos estructurales, con dos a tres cuartos, piso de cemento, con servicios básicos, refrigerador televisión y sin computadora (Figura 73 y 74).

La zonificación también permitió identificar un sitio público dentro de peligro por ductos, este corresponde a la iglesia Monte Calvario (IGL5123) ubicada en la calle Calamar esquina Miguel Hidalgo de la Colonia Villa del Mar, construida por muros de block y techo de lámina, cuenta con servicios de luz, agua y drenaje, en éste sitio se concentra alrededor de 80 personas (Figura 74 y Fotografía 50).

Fotografía 49. Ductos de Pemex cruzan la carretera La Carbonera, San Fernando

Fotografía 50. Templo Monte Calvario en peligro por ductos, Colonia Villa del Mar (IGL5123).

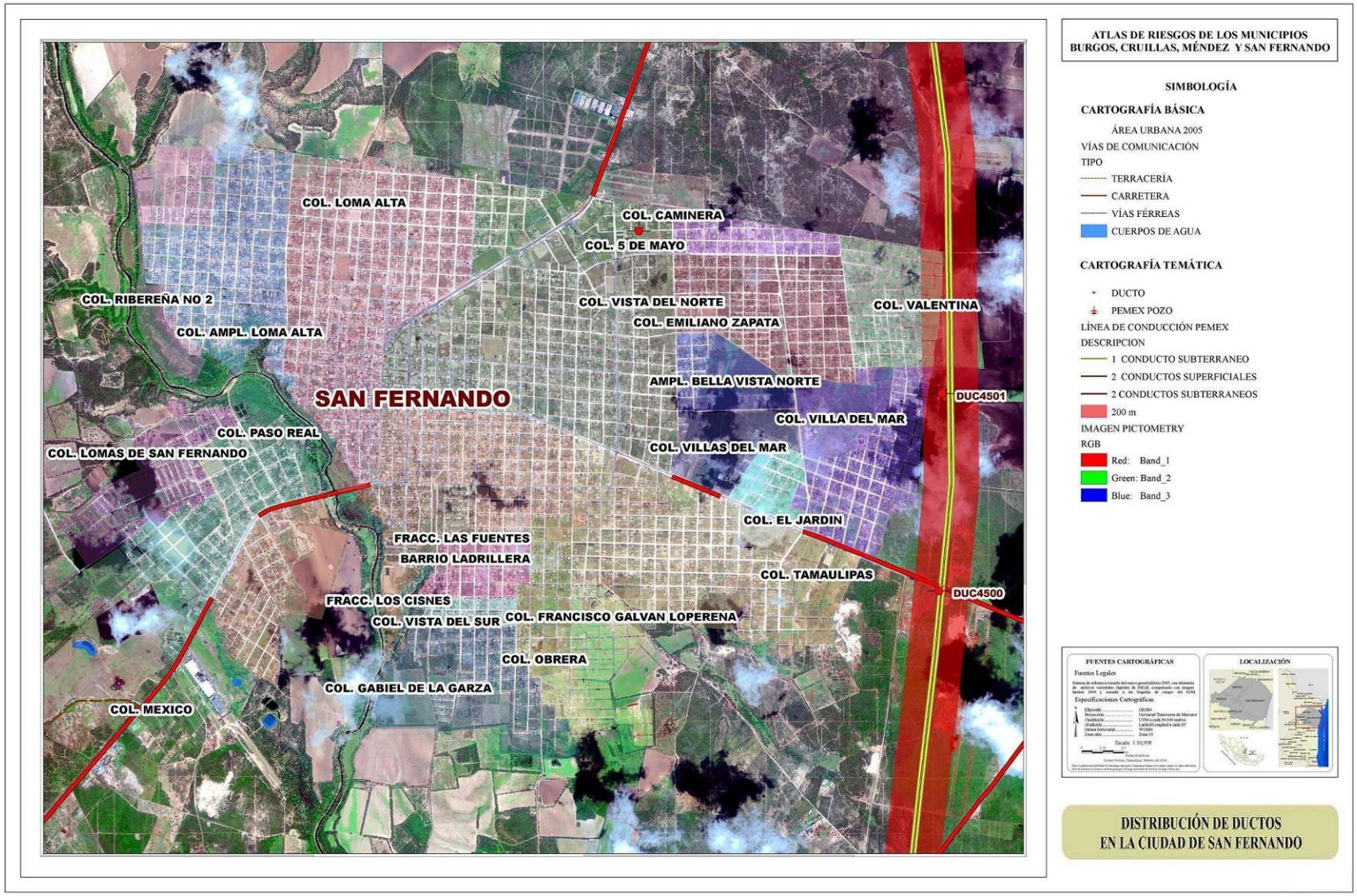


Figura 73. Viviendas en zonas de peligro por explosión de ductos, San Fernando.

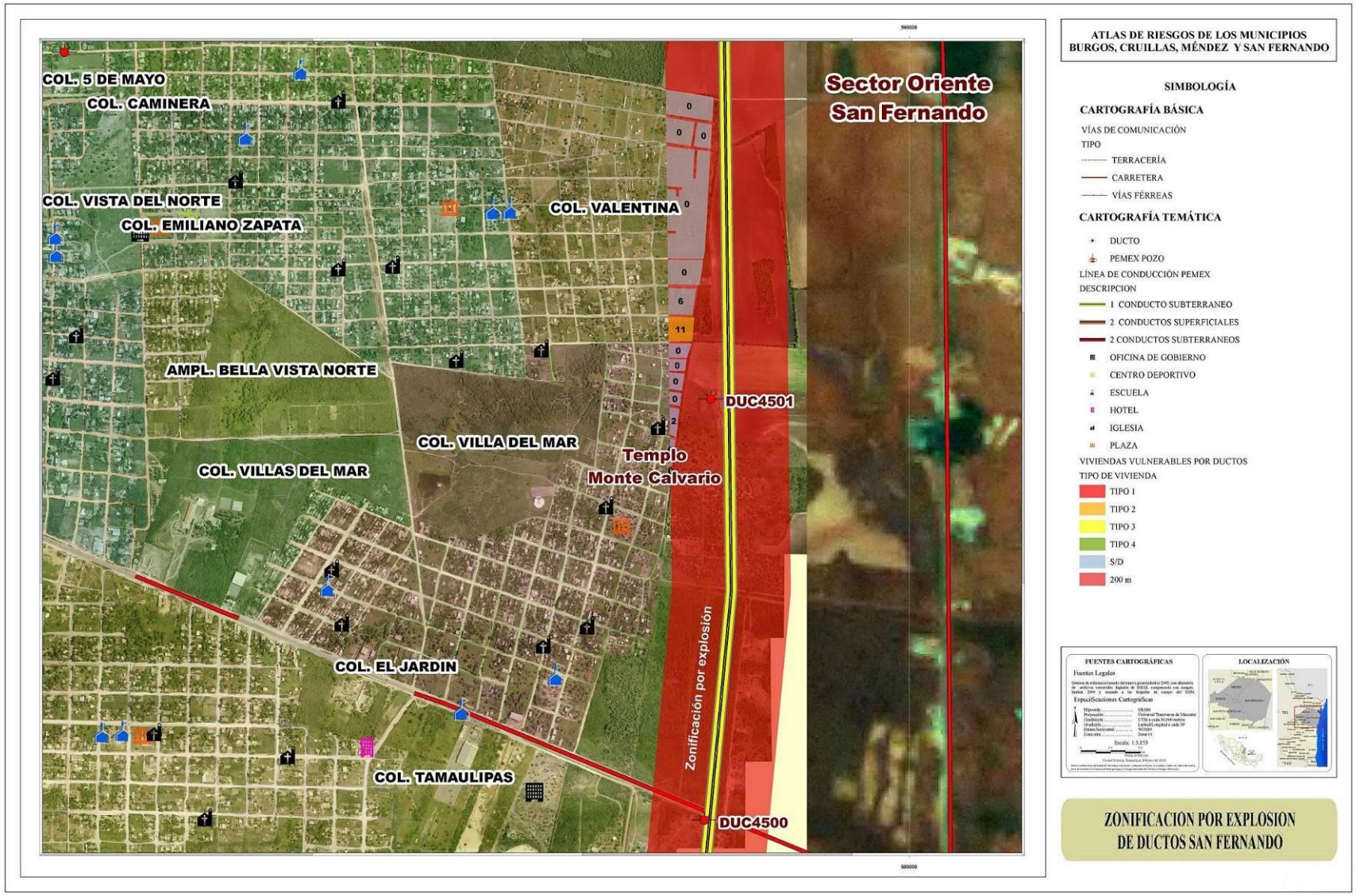


Figura 74. Sitios públicos en zonas de peligro por explosión de ductos, San Fernando.

Peligro por explosión de ductos en Méndez

La traza de los ductos se distribuye en 70 Km de longitud en el Municipio de Méndez, los conductos provienen del Municipio de San Fernando y se prolonga con dirección sensiblemente Sureste-Noroeste a través de llanuras y lomeríos hacia el Municipio de Reynosa y al Estado de Nuevo León, pasando por zonas agrícolas y localidades poco pobladas que cuentan entre uno y 150 habitantes (Censo INEGI, 2005b), así mismo los conductos cruzan caminos no pavimentados de terracería que dan acceso a los poblados y comunidades aledañas del Municipio de Méndez (Figura 72).

En su trayectoria una de las líneas de ductos cruza en medio del Municipio pasando varias comunidades y localidades pequeñas, así como ranchos y haciendas localmente conocidas, entre los cuales podemos mencionar Rancho Nuevo, El Culebreño, José González, Santa Petrita, El Cerrito (Guadalupe del Cerrito), Altamira de los López, y Ramírez Martínez Suárez. La otra línea se observa cerca del poblado La Esperanza y se prolonga paralela con la carretera Federal Reynosa en dirección sensiblemente Norte-Sur pasando por los poblados de Miguel Alvarado, El Moquetito, Mártires del Campo, Lázaro Cárdenas, El Nuevo Chapeño, Guadalupe, Américo Villareal Guerra, Manuel Parreño, Pedro José Méndez, Alfredo Morales Ruelas, Ricardo Espinoza Guerrero, El Lucero, La Nutria, San Lorenzo de Cárdenas González, El Ebanito, El Porvenir Nuevo y El Paraíso, hasta unirse con conductos en el Municipio de Reynosa. Por último en la cabecera Municipal de Méndez una pequeña sección de 3.1 Km de ducto se encuentra ubicada al Norte de la zona urbana, este ducto no muestra continuidad y corresponde a una línea de dos conductos superficiales (Figura 72).

Zonificación de peligro por explosión de ductos en la población de Méndez

La zonificación permitió establecer escenarios de explosión de la trayectoria del ducto que ayudaron a identificar las áreas de mayor riesgo y los sitios más vulnerables. Se obtuvo como resultado el total de viviendas, número de personas y un sitio de concentración masiva expuesto a este peligro. Los ductos de gas natural se distribuyen en dirección sensiblemente Norte-Sur en la porción Norte de la zona urbana Méndez y se prolonga paralela con la Carretera Federal. En su trayectoria el derecho de vía pasa al Norte del poblado de Méndez (Figura 75).

En análisis a detalle de la zonificación de peligro contra los datos de las AGEB´s, muestra una colonia en peligro con un total de 39 personas que habitan en nueve viviendas tipo II y III, estas corresponden a la Centro de Méndez (Tabla 109 y Figura 75).

Tabla 109. Colonias, viviendas y personas en zona de peligro por ductos en San Fernando.

CIUDAD	POBLACION CIUDAD	COLONIA	TIPOLOGIA VIVIENDA	TOTAL VIVIENDAS PELIGRO	TOTAL PERSONAS PELIGRO	POBLACION PELIGRO
Méndez	789	Centro	Tipo II y III	9	39	3.8%
Total		**1 Colonia**	**Tipo II y III**	**9**	**39**	**3.8%**

El análisis muestra que las construcciones corresponden a viviendas tipo II y III. Las casas tipo III tiene las características de los hogares de interés social, casas pequeñas o departamentos típicos para la clase media construidas con elementos estructurales de dos a tres habitaciones, piso de cemento, servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje, gas y teléfono, equipadas con televisión, lavadora y refrigerador entre otros mueble. Las viviendas tipo II corresponden a hogares construidos con materiales de la zona sin elementos estructurales, con dos a tres cuartos, piso de cemento, con servicios básicos, refrigerador televisión y sin computador

La zonificación permitió identificar un sitio público dentro de peligro por ductos, este corresponde al panteón Municipal ubicado en la calle Julio Guerra esquina Ignacio Zaragoza (CEM5002) dicho cementerio se encuentra a 180 metros de la línea de ductos (Figura 75).

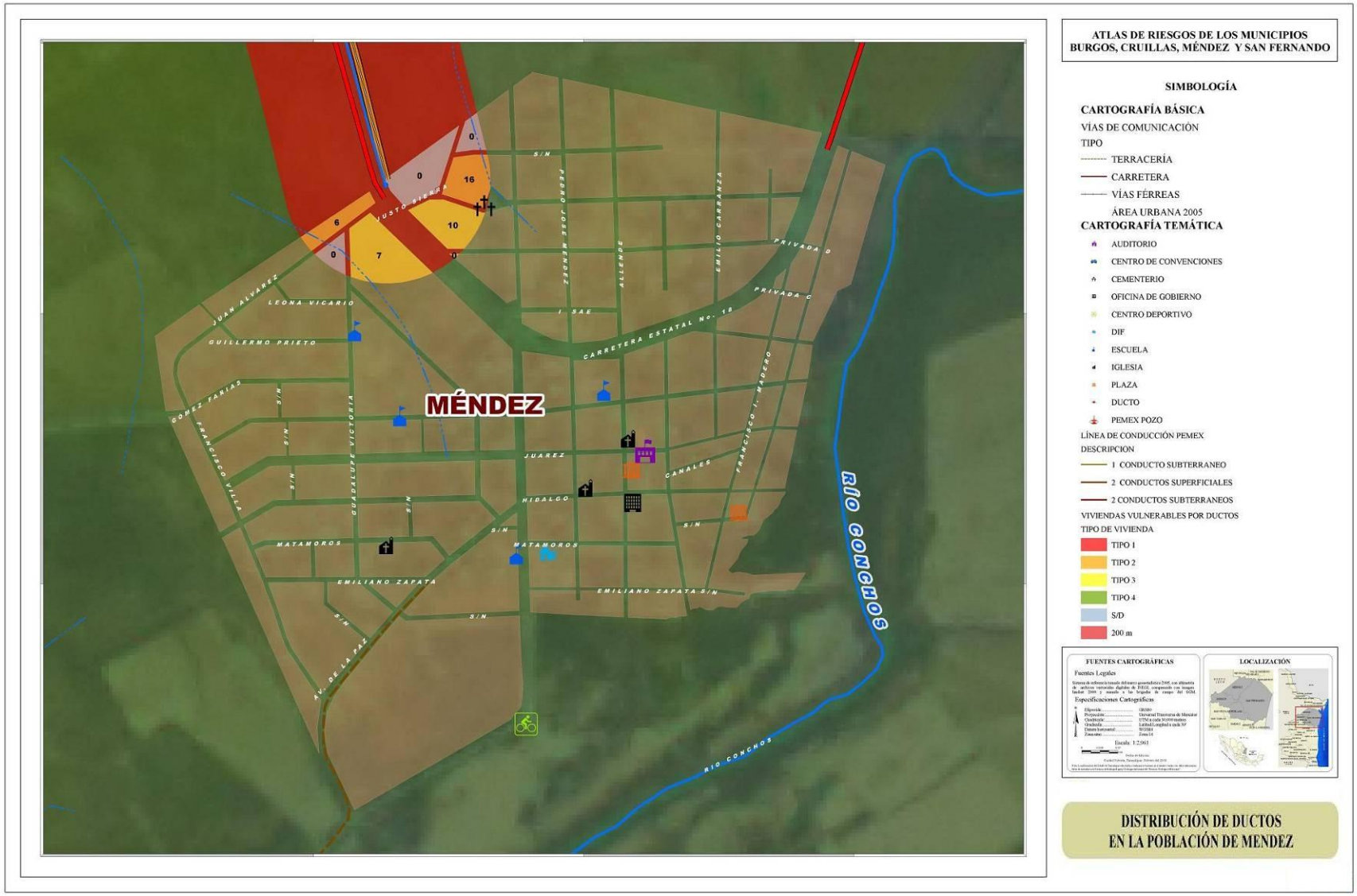


Figura 75. Viviendas y sitios públicos en zonas de peligro por explosión de ductos, Méndez.

VIII.5. Riesgo Químico

Por medio del análisis de peligro y vulnerabilidad, que incluye la tipología de viviendas, es posible obtener el nivel de riesgo. Con el fin de simplificar la evaluación del riesgo se tomó como base la matriz de DINAPRE con algunas adecuaciones, una para gaseras y otra para gasolineras, en las que se incluyen los diversos niveles de peligro que se manejan según sea el caso, puesto que para gaseras se dividen en los cuatro niveles de peligro (por bola de fuego, alto, medio y bajo) y para gasolineras en tres (peligro alto, medio y bajo). En la matriz de riesgo por explosión de gaseras, para los niveles de correspondencia con los peligros por bola de fuego y peligro alto, no se toma en cuenta la categoría de vivienda ni la vulnerabilidad, y éstos se engloban en el nivel de riesgo muy alto. Lo anterior considerando que la radiación térmica generada en caso de explosión dentro de estos radios de influencia de peligro, afectaría de manera inmediata a todo ser vivo y edificación. Para los niveles restantes (medio y bajo) el nivel de riesgo depende de la resistencia que tienen las viviendas para soportar la radiación de una explosión.

En la explosión de una gasolinera se pondera sólo la radiación térmica generada dentro de los radios de influencia de los peligros: alto, medio y bajo, por lo cual dentro de la clasificación del nivel de riesgo sólo queda comprendido el peligro alto siendo su correspondiente el nivel de riesgo muy alto, y en éste, de la misma manera que para gaseras, no se considera la tipología de vivienda. El resto de los niveles de riesgo dependerán de la resistencia de viviendas a la radiación térmica.

Puesto que no se contó con los datos completos de las AGEB's o que en algunas áreas no había construcciones se asigna el nivel de riesgo nulo o sin información (color gris azulado), esto para ambos casos, gaseras y gasolineras, Una aclaración más respecto al análisis de riesgo, únicamente se tomaron en cuenta las viviendas y se omitieron las vías de comunicación, puesto que al hacer el análisis de riesgo, no se contó con información requerida. Para comprender las categorías de riesgo, se retoma el análisis de los peligros y vulnerabilidad de gaseras y gasolineras descritas en los capítulos correspondientes. En el análisis se utilizan los mismos casos que en el capítulo de peligro para realizar la aplicación de la matriz de riesgo (combinación de peligro y vulnerabilidad),

VIII.5.a. Riesgo químico por gaseras

Para designar los niveles de riesgo en el análisis de explosión de gaseras, como se mencionó antes, se agregó en la matriz el nivel de riesgo muy alto, éste engloba los peligros por bola de fuego y el peligro alto. En cambio, para los niveles medio y bajo, se combinan las variables de la matriz y se obtiene el nivel de riesgo correspondiente, dependiendo de la tipología de vivienda, el nivel de peligro y la vulnerabilidad (Tabla 110).

Tabla 110. Niveles de Riesgo por explosión de gaseras.

MATRIZ DE RIESGO PARA GASERAS				
NIVEL DE PELIGRO	TIPO DE VIVIENDA			
	TIPO 4	TIPO 3	TIPO 2	TIPO 1
Peligro por Bola de Fuego	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: DINAPRE, 2006. Modificado SGM, 2009.

Tomando como base la matriz anterior, se elaboró la zonificación de riesgo para cada gasera con simulación de explosión verificada en las ciudades de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando, en estos

se pueden apreciar los niveles de riesgo. Por no contar con información de cantidad de viviendas y/o personas, se asigna a los radios: riesgo nulo y/o sin datos (en color gris-azul).

A manera de aclaración, en este apartado se describe sólo un ejemplo de las modelaciones de explosión realizados en las gaseras, sólo en la Ciudad de San Fernando hay la posibilidad de suscitarse una reacción en cadena por explosión. Si se desea conocer con detalle el número de viviendas, cantidad de habitantes, así como detalle de cada uno de los sitios públicos ubicados en las distintas zonas de riesgo, de estas gaseras verificadas, se recomienda consultar el SIG Anexo, el cual se podrá retroalimentar a medida que se desarrolle la traza urbana y se instalen nuevas estaciones de servicio (podría ser necesario solicitar a las autoridades esta información). Será necesario capacitar a las autoridades correspondientes sobre la consulta, manejo y actualización del mismo.

Méndez

En Méndez no hay gaseras por tal razón no se realizaron simulaciones de explosión.

Burgos

El análisis de riesgo obtenido de la simulación por explosión de las dos gaseras, muestran las siguientes datos. Los niveles de riesgo obtenidos para la **Estación de servicio Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS4201)** coinciden con los de peligro, el nivel de riesgo muy alto corresponde a los peligros por bola de fuego y peligro alto y las viviendas son de tipo II y III con vulnerabilidades alta y media respectivamente, el riesgo alto no existe para esta gasera, en el riesgo medio coincide el peligro medio y las viviendas son de tipo I, II y III con vulnerabilidades muy alta, alta y media (Figura 76). Dentro del riesgo bajo coincide con el nivel de peligro bajo con viviendas de tipo III y IV, vulnerabilidades media y baja, excepto dos áreas que no tiene información y se ubican en la parte Sur y la otra hacia el Noreste, así mismo dentro de este nivel de riesgo se encuentra el Templo Príncipe de Paz (IGL4200). Tabla 111.

Tabla 111. Posible afectación por explosión de gasera Gas Elsa (GAS4201) en Burgos.

GAS ELSA S. A. DE C. V. (GAS4201)					
RIESGO	**COLONIAS**	**VIVIENDAS**	**TIPO VIVIENDA**	**HABITANTES**	**VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)**
Muy Alto	2	19	II y III	67	3,663,400.00
Alto		1	I, II y III	2	7,500.00
Medio		34	I, II	118	4,721,900.00
Bajo		69	III, IV	260	8,700,000.00
Infraestructura Expuesta	Iglesia =1				

La simulación de la estación de servicio **Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200)**, muestra muy poca área con riesgo, en comparación del área de afectación marcada como peligro, el nivel de riesgo nulo abarca la mayor parte. Cabe mencionar que los centros de concentración masiva que queden comprendidos dentro de las áreas de riesgo nulo o sin información no están fuera de riesgo, más bien coinciden con las áreas que concéntricamente queden cerca de éstas (Tabla 112).

Dentro del nivel de riesgo muy alto quedarían dos centros educativos: el Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET (ESC5055) y el preescolar Albergue Escolar Clarita Lerma (ESC5056) aunque estos están ubicados dentro del nivel de riesgo nulo o sin información. El riesgo alto corresponde una pequeña área al Sur. Dentro de la zona de riesgo medio está ubicada la Secundaria Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez (ESC5054) que de la misma manera que las dos escuelas antes mencionadas está localizada dentro del riesgo nulo.

Para el nivel de riesgo bajo se encuentran los centros religiosos: Templo Virgen de Guadalupe (IGL5100), y la Iglesia Monte Sinaí (IGL5101), la clasificación de viviendas para todos los niveles de riesgo son de tipo III con una vulnerabilidad media.

En la Figura 76 se muestran las dos zonificaciones de niveles de riesgo para las dos gaseras que se describieron antes, la gasera **Gas Elsa S.A. de C.V**. **(GAS4201)** se ubica al lado izquierdo y la estación de servicio **Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200)** se encuentra al lado derecho de la misma.

Tabla 112. Posible afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200), Burgos.

TERMO GAS S. A. DE C. V. (GAS4200)					
RIESGO	COLONIAS	VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)
Muy Alto	2	14	III	39	3,600,000.00
Alto		No tiene	No tiene	No tiene	No aplica
Medio		13	III	39	2,340,000.00
Bajo		27		80	3,240,000.00
Infraestructura Expuesta	Escuelas = 3, Iglesias = 2				

Cruillas

La estación de servicio **Gas Ideal S.A. de C.V**. **(GAS4150)** al quedar ubicada en las afueras de la Ciudad tiene afectación hacia algunas viviendas y unos cuantos centros de concentración masiva por lo que en el análisis de riesgo el área es casi la mitad de la marcada en el análisis de peligro (Tabla 113).

El nivel marcado como riesgo muy alto corresponde a una pequeña porción del área correspondiente al peligro alto con viviendas de tipo I y III de vulnerabilidad muy alta y media. Al igual que el riesgo muy alto, para el alto se tiene una pequeña zona donde la vulnerabilidad es muy alta pues las viviendas son del tipo I, para éstos dos niveles no se tiene afectación hacia centros de concentración masiva. En el nivel de riesgo medio se tienen el preescolar Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC4152) y el centro deportivo (CDE4151) que aunque están ubicados en un riesgo nulo o sin información, las viviendas abarcadas en esta área son de los tipos I, II y III con vulnerabilidad muy alta, alta y media respectivamente. En el nivel de riesgo bajo se encuentra ubicado el centro deportivo (CDE4150) y las viviendas comprendidas en éste son de tipo III con una vulnerabilidad media.

Tabla 113. Posible afectación por explosión de Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150), Cruillas.

GAS IDEAL S. A. DE C. V. (GAS4150)					
RIESGO	COLONIAS	VIVIENDAS	TIPO VIVIENDA	HABITANTES	VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)
Muy Alto	2	2	I y III	7	250,000.00
Alto			I		15,000.00
Medio		7	I, II y III	24	725,600.00
Bajo		9	III	36	1,080,000.00
Infraestructura Expuesta	Escuelas = 1, Centros deportivos = 2				

En la Figura 77 se muestran las zonas de riesgo en caso de presentarse una explosión en la estación de servicio Gas Ideal S.A. de C.V., los sitios de concentración masiva que se verían afectados así como en diversos colores los respectivos niveles de riesgo que, para este caso fueron los cinco niveles de riesgo: muy alto, alto, medio y bajo.

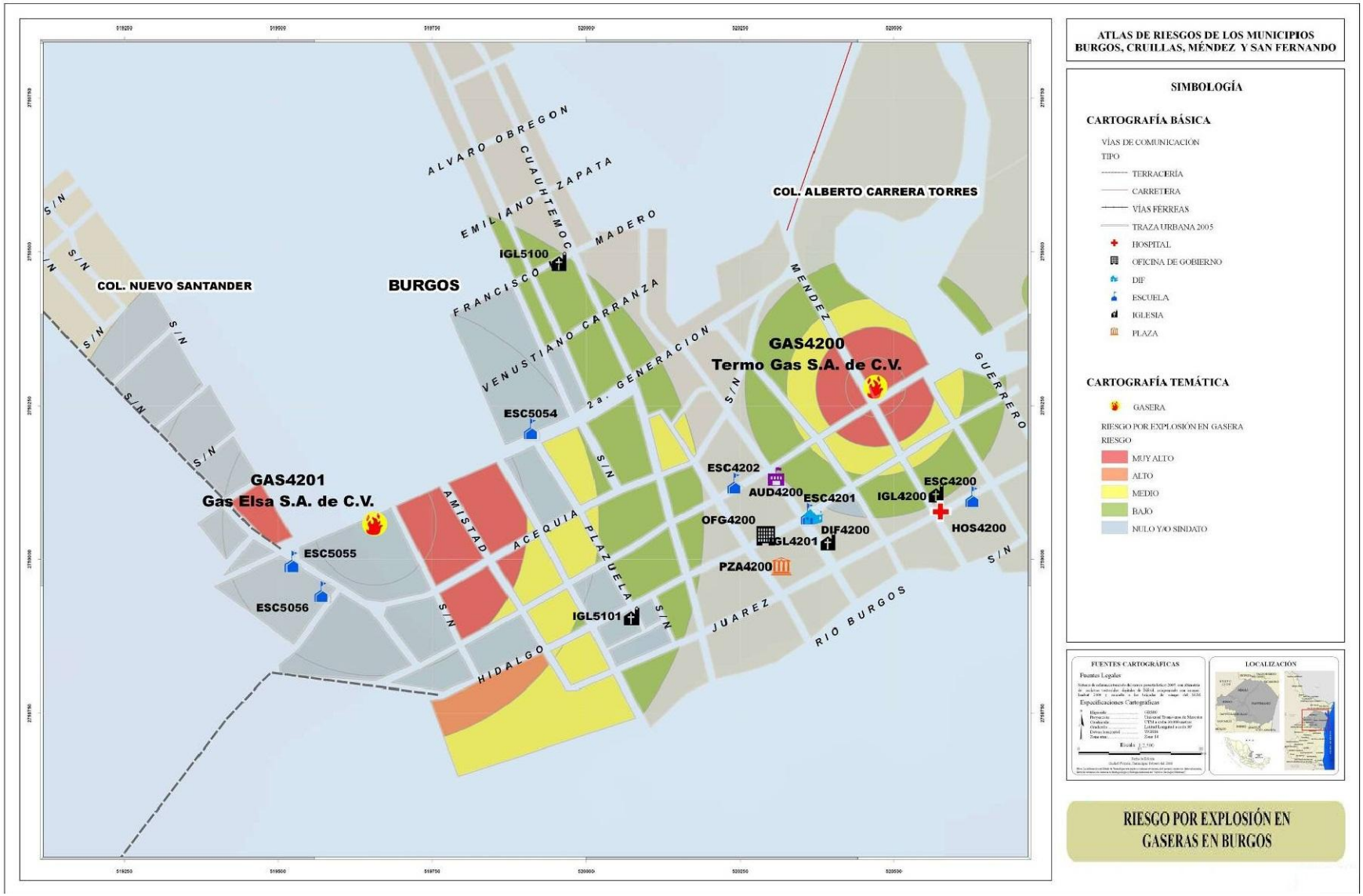


Figura 76. Riesgo por explosión de las gaseras Gas Elsa y Termo Gas en la Ciudad de Burgos.

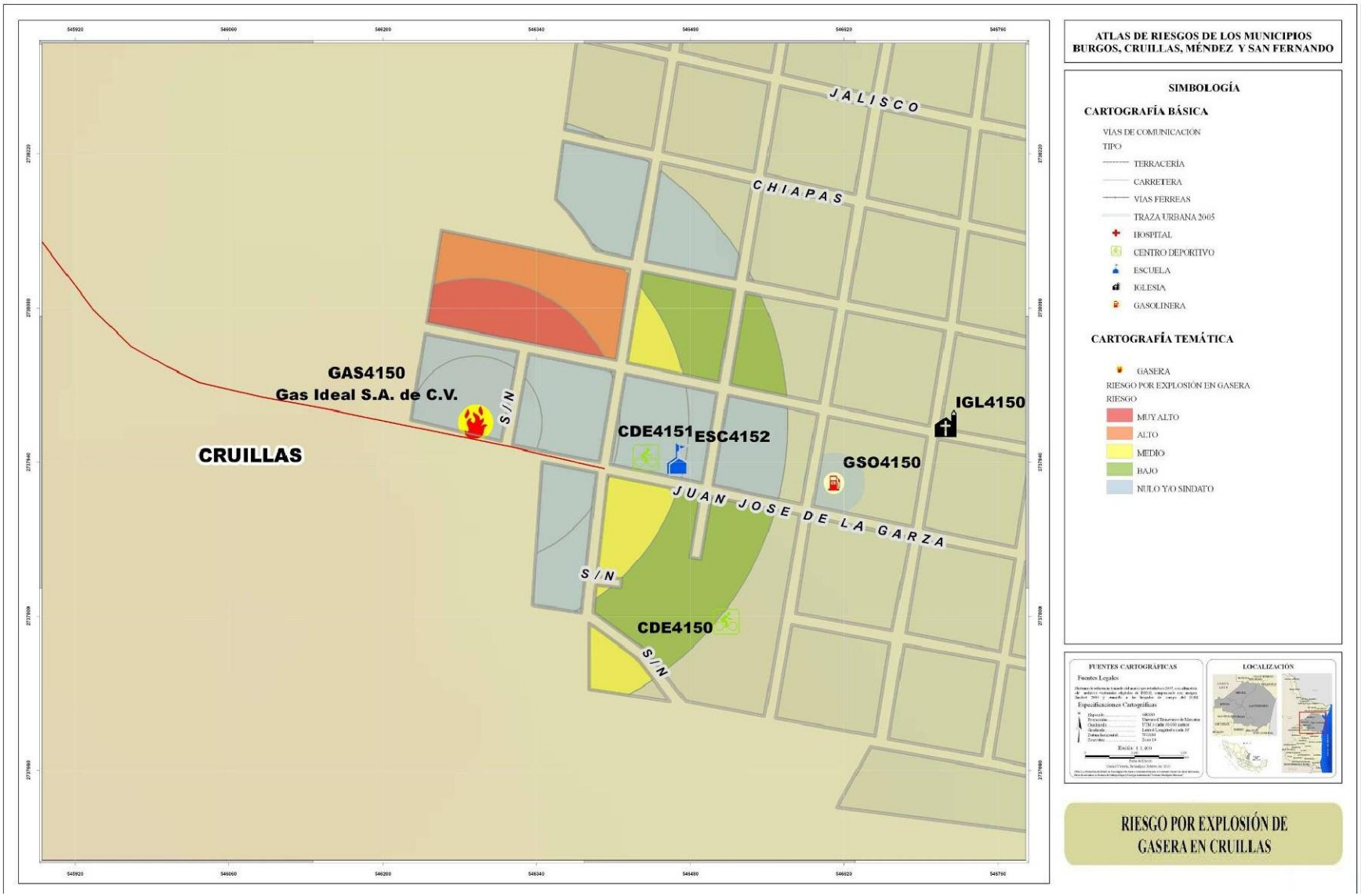


Figura 77. Riesgo por explosión de la gasera Gas Ideal S.A. de C.V. en el poblado de Cruillas.

San Fernando

En esta Ciudad se presenta una reacción en cadena, de tres gaseras, esto en caso de explotar primero la estación de servicio Elsa Gas (GAS5004), si la explosión comenzara a partir de la gasera ubicada en la gasera Termo Gas (GAS6005) la reacción en cadena no se presentaría (Figura 79).

Para la estación de servicio **Elsa Gas S.A. de C.V. (GAS5004)** el análisis de riesgo da como resultado que, hacia la porción Norte no se tiene actualmente afectación pues no ha crecido la mancha urbana hacia ese sector (Figura 79)

Dentro del nivel de riesgo muy alto se tiene el área comprendida por los peligros por bola de fuego y peligro alto, exceptuando pequeños manchones que no contaban con información o no había construcciones. Las viviendas que quedan dentro de esta zonificación son de los tipos II y III cuya vulnerabilidad es alta y media. El centro de concentración de personas que resultaría afectado es el preescolar Margarita Maza de Juárez (ESC5082). Para el nivel de riesgo alto se tiene apenas una cuadra de posible afectación en la Colonia Emiliano Zapata con viviendas de tipo I con vulnerabilidad muy alta.

En el nivel de riesgo medio se tiene el área de mayores dimensiones con respecto a las demás, los centros de concentración masiva que pudieran ser afectados en caso de explosión de esta gasera son: la gasolinera Agro Gas S.A. de C.V. (GSO5004), primaria Jaime Hernández de la Fuente (ESC5081) Iglesia Evangelista Independiente – Templo Peniel (IGL5127), Centro de Salud U-02 Colonia Ampliación Bella Vista Norte (HOS5020), la cancha deportiva (CDE5009), la plaza (PAR5015), la oficina de gobierno UNETE CAPA Centro Nuevo Vida (OFG5006). Los tipos de viviendas que se tienen en este nivel de riesgo son I, II y III a las que les corresponde una vulnerabilidad muy alta, alta y media respectivamente.

Para el nivel de riesgo bajo se tienen las posibles afectaciones hacia la Iglesia Evangelista Independiente Cristo Verde (IGL5126), la primaria Antonio Beltrán García (ESC5083), el centro preescolar José María Morelos y Pavón (ESC5084) y la gasera Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004). Las viviendas que quedan comprendidas en este nivel de riesgo son del tipo III con una vulnerabilidad media (Tabla 114).

Tabla 114. Afectación por explosión de Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS5004), San Fernando.

GAS ELSA S. A. DE C. V. (GAS5004)					
RIESGO	**COLONIAS**	**VIVIENDAS**	**TIPO VIVIENDA**	**HABITANTES**	**VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)**
Muy Alto	5	195	II y III	795	44,384,500.00
Alto		4	I	10	30,000.00
Medio		187	I, II y III	775	24,846,700
Bajo		219	III	875	26,280,000.00
Infraestructura Expuesta	Escuelas = 4 , Centros Deportivos = 1, Iglesias = 2, Centro de Salud = 1, Oficina de Gobierno = 1, Gasolinera = 1, Gasera = 1				

La estación de servicio **Gas Guevara S.A. de C.V, (GAS6004)** en el análisis de riesgo presenta poco más de la mitad del área abarcada por la zonificación de peligro, pues al Norte de la misma no hay desarrollo de viviendas y/o centros de concentración masiva de personas (Figura 78 porción media).

Para el nivel de riesgo muy alto se verían afectados el Hotel Las Palomas (HOT6007) y la gasolinera Agro Gas S.A. de C.V. (GSO5004); la vulnerabilidad es alta y media, puesto que las viviendas aquí englobadas son de los tipos II y III.

El nivel de riesgo alto para esta gasera no se presenta y el área correspondiente al nivel de riesgo medio, no tiene centros de concentración masiva y las viviendas son de los tipos II y III con vulnerabilidades de alta y media.

En riesgo bajo se tendría afectación hacia el Templo San Juan Diego (IGL6057) y la gasera Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005), además es el que menos superficie ocupa y las viviendas comprendidas en él son de los tipos III y IV cuya vulnerabilidad respectiva es media y baja (Tabla 115).

Tabla 115. Afectación por explosión de Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004), San Fernando.

GAS GUEVARA S. A. DE C. V. (GAS6004)					
RIESGO	**COLONIAS**	**VIVIENDAS**	**TIPO VIVIENDA**	**HABITANTES**	**VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)**
Muy Alto	3	27	II y III	91	6,301,200.00
Alto		No tiene	No tiene	No tiene	No aplica
Medio		64	II y III	253	9,633,300,00
Bajo		98	III y IV	371	13,320,000.00
Infraestructura Expuesta	Iglesias = 1, Gasolinera = 1, Gasera = 1, Hotel = 1				

En el caso de la estación de servicio Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005) se presentan cuatro niveles de riesgo, muy alto, medio, bajo y nulo o sin información, de éstos la clasificación de vulnerabilidad es para el nivel de riesgo muy alto, alta y media puesto que las viviendas son de los tipos II y III respectivamente (Figura 78 porción izquierda).

El nivel de riesgo alto no se presenta en este análisis, y para el nivel de riesgo medio se encuentran el Hotel Las Palomas (HOT6007) y la gasolinera Agro Gas S.A. de C.V. (GSO5004) entre los sitios de concentración de personas que resultarían afectados en caso de suscitarse una explosión en la estación de servicio Termo Gas. Las viviendas que se encuentran dentro de esta área son de tipo II y III dando una vulnerabilidad alta y media

Para el nivel de riesgo bajo la posible afectación es hacia viviendas, las cuales son de los tipos III y IV con una vulnerabilidad media y baja. El área ocupada por el nivel de riesgo nulo y/o sin información abarca una porción importante de la simulación, aunque dentro de ella no se ubicaron centros de concentración masiva (Tabla 116).

Tabla 116. Afectación por explosión de Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005), San Fernando.

TERMO GAS S. A. DE C. V. (GAS6005)					
RIESGO	**COLONIAS**	**VIVIENDAS**	**TIPO VIVIENDA**	**HABITANTES**	**VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA EXPUESTA ($)**
Muy Alto	3	11	II y III	39	2,460,000.00
Alto		No tiene	No tiene	No tiene	No aplica
Medio		41	II y III	161	6,751,500.00
Bajo		93	III y IV	331	14,220,000.00
Infraestructura Expuesta	Gasolinera = 1, Hotel = 1				

Con el fin de comprender la Figura 78, se anexa la Figura 79, donde se muestra de manera individual los niveles de riesgo de cada gasera.

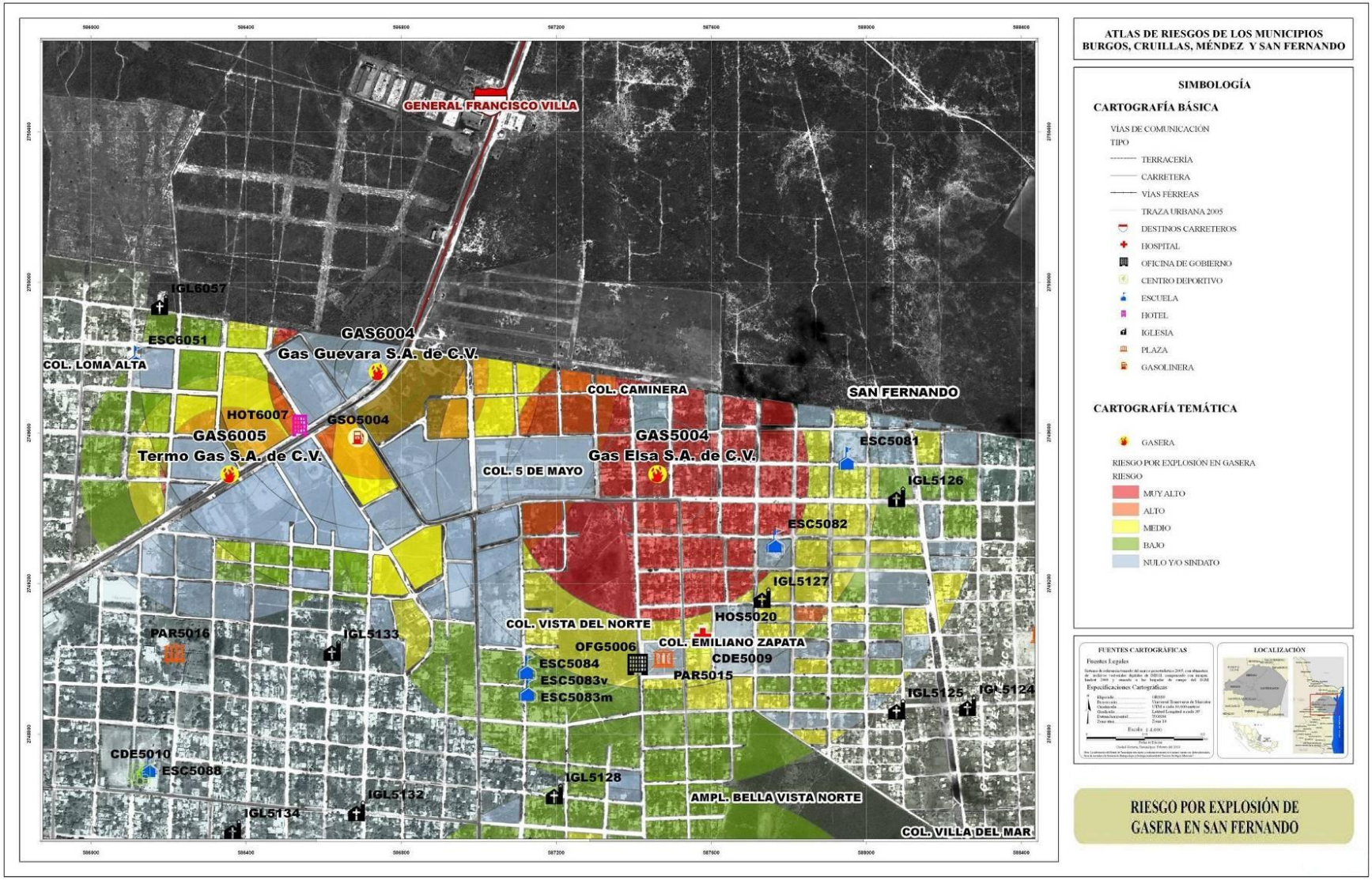
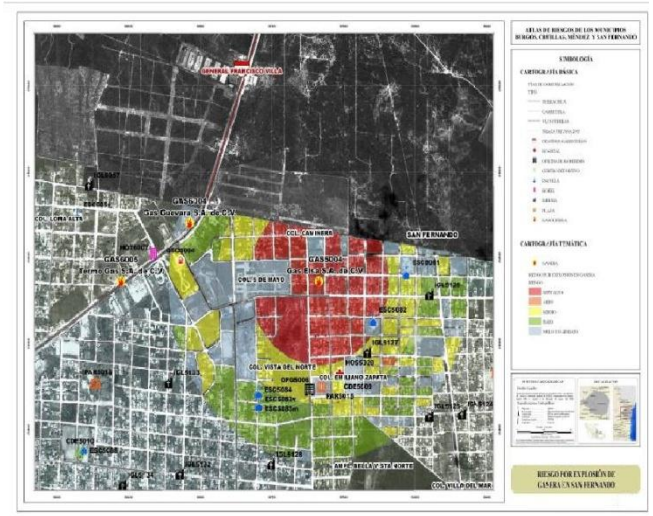
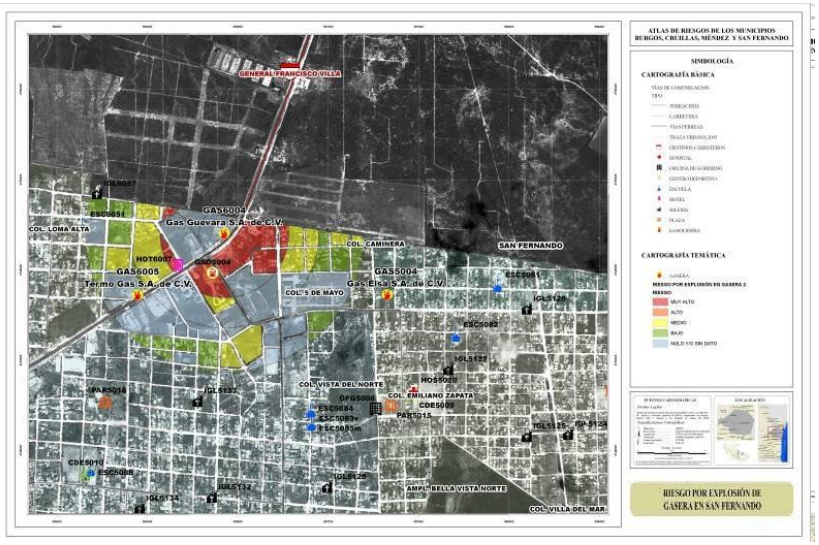


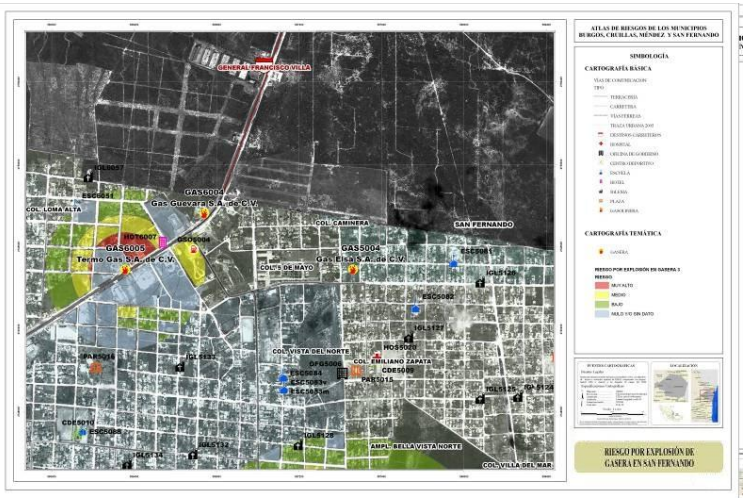
Figura 78. Riesgo por reacción en cadena de tres gaseras, San Fernando



a) Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS5004)



b) Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004)



c) Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005)

Figura 79. Riesgo por explosión de gaseras en San Fernando.

VIII.5.b. Riesgo químico por gasolineras

Con el fin de designar los niveles de riesgo por explosión de gasolineras, se tomaron los tres niveles de peligro (alto, medio y bajo), así como, los tipos de viviendas que involucran el grado de vulnerabilidad y se acomodaron en una matriz (Tabla 117). Cabe mencionar que, para el nivel de riesgo muy alto no se tomó en cuenta el tipo de vivienda y en cualquier combinación con éste se le asignó dicho nivel; a menos que en el área no hubiera casas habitación y/o habitantes. Para el análisis de los niveles de riesgo medio y bajo, se realizan combinaciones entre nivel de peligro y vulnerabilidad a partir de la tipología de vivienda. Los colores señalados para cada nivel de riesgo son los correspondientes en las figuras mostradas para el análisis de riesgo en la posible afectación por explosión de gasolineras.

Tabla 117. Niveles de Riesgo por explosión de gasolineras

MATRIZ DE RIESGO PARA GASOLINERAS				
NIVEL DE PELIGRO	Tipo de Vivienda			
	TIPO IV	TIPO III	TIPO II	TIPO I
Peligro Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: DINAPRE, 2006. Modificado SGM, 2009.

Los factores asociados en función del tipo de riesgo son: Para el caso de **riesgo alto** se trata del producto de la combinación de un nivel de peligro medio y una vulnerabilidad muy alto, (color rojo). En **riesgo medio** se involucraron las clasificaciones de peligro medio con la combinación de vulnerabilidad media y alta; además el peligro bajo con una vulnerabilidad muy alta. Para **riesgo bajo** fueron consideradas tres posibilidades, peligro medio con una vulnerabilidad baja; y el peligro bajo con las vulnerabilidades media y alta. La descripción de los niveles de riesgo ilustrados en las figuras se realiza dependiendo de la matriz de riesgo para el caso de las gasolineras. Tomando como base para el análisis de gasolineras la matriz y las descripciones arriba realizadas, se comienza con la designación del nivel de riesgo correspondiente para cada estación de servicio.

Burgos

En la Ciudad de Burgos sólo se ubica una gasolinera, la estación de servicio Gaspo Colectivo No. 1 Plan de Ayala (GSO4200), la cual no presenta afectación hacia centros de concentración masiva de personas, aunque si a algunas viviendas localizadas dentro del área delimitada de riesgo. De los cinco niveles de riesgo que pueden encontrarse en la zonificación de riesgo que por explosión de gasolineras, en este caso sólo se tienen tres, que son: riesgo muy alto, riesgo medio y riesgo bajo. La vulnerabilidad que presentan las viviendas es media, puesto que el tipo de estas es III (Tabla 118 y Figura 80).

Tabla 118. Afectación por explosión de Servicio Gaspo Colectivo (GSO4200), Burgos.

ESTACION 3058, SERVICIO GASPO COLECTIVO S.A. DE C.V. (GSO4200)				
RIESGO	COLONIAS	HABITANTES	VIVIENDAS	VALOR INFRAESTRUCTURA EXPUESTÁ ($)
Muy Alto	1	1	1	300,000.00
Alto		No tiene	No tiene	aplicaN
Medio		2	2	420,000.00
Bajo				240,000.00
Nulo		No tiene	No tiene	No aplica
Total	1	5	5	960,000.00
Infraestructura Expuesta		Viviendas		

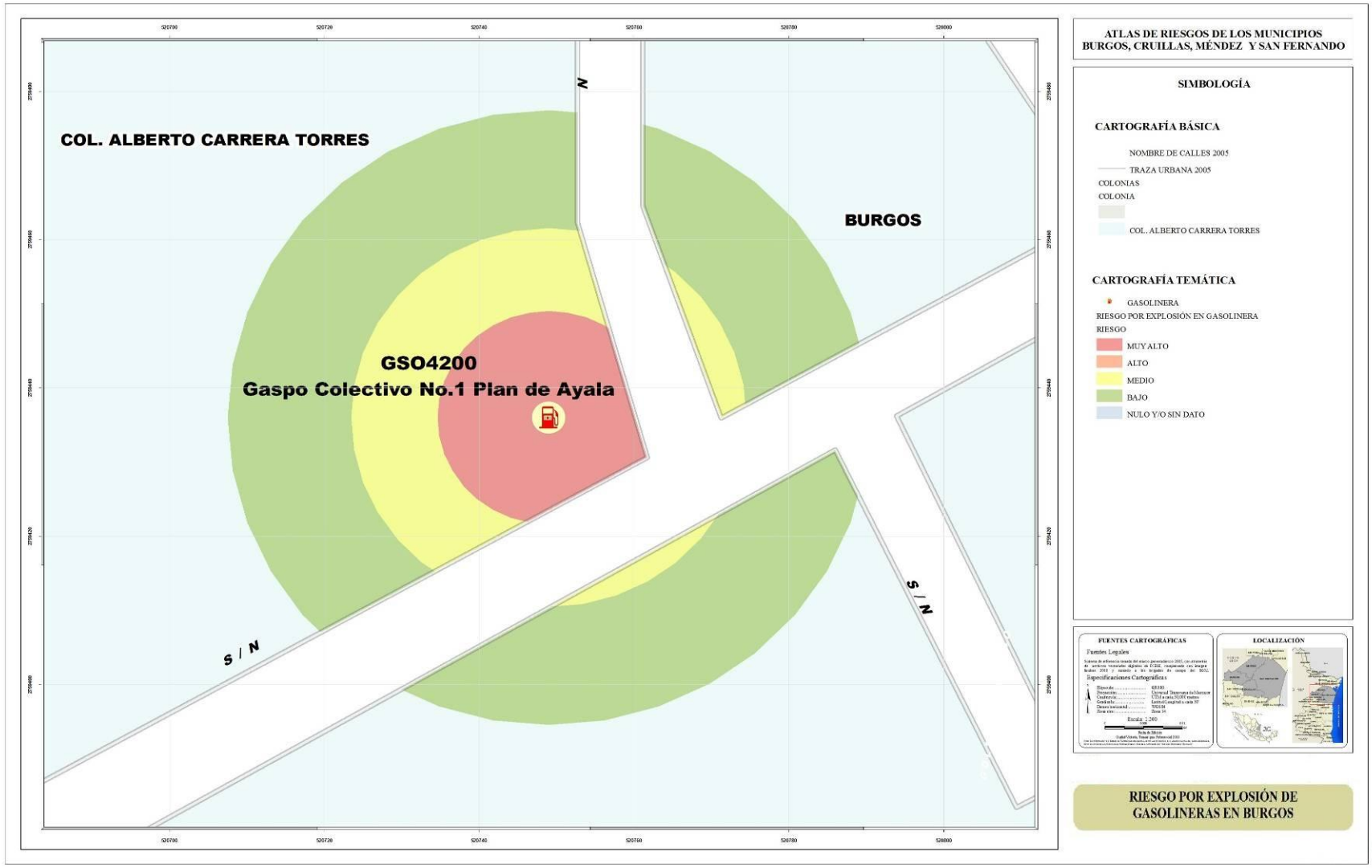


Figura 80. Riesgo por explosión y su posible zona de afectación de una gasolinera en Burgos.

Cruillas

En la Ciudad de Cruillas sólo existe una gasolinera **Servicio Cruillas (GSO4150)**, la cual no presenta riesgo para centros de concentración masiva de personas ni tampoco hacia viviendas, por lo que en el análisis de riesgo resulta toda el área como riesgo nulo o sin información.

San Fernando

La **Gasolinera del Noreste Gano S.A. de C.V. (GSO4501)**, muestra dos de los cinco niveles de riesgo, el muy alto y el bajo, esto debido a que la resistencia de los materiales de las viviendas tendría resistencia a la radiación térmica, dentro del análisis se tiene que no hay afectación hacia centros de concentración masiva de personas (Tabla 119).

Tabla 119. Afectación por explosión de la Gasolinera del Noreste Gano, San Fernando.

GASOLINERA DEL NORESTE GANO S.A. DE C.V. (GSO4501)				
RIESGO	**COLONIAS**	**HABITANTES**	**NÚMERO DE VIVIENDAS**	**VALOR INFRAESTRUCTURA EXPUESTÁ ($)**
Muy Alto	1	2	1	450,000.00
Alto		No tiene		
Medio				
Bajo		11	5	915,000,00
Nulo		-	-	-
Total	1	13	6	1,365,000.00
Infraestructura Expuesta		Viviendas		

En la Figura 81 se puede ver la zonificación de riesgo que se obtuvo para la gasolinera Gano, en ésta las áreas correspondientes a los niveles de peligro medio y bajo, para esta caso se unen para dar un nivel de riesgo bajo.

Figura 81. Riesgo por explosión de la gasolinera del Noreste Gano en San Fernando.

VIII.6. Peligros Sanitarios

Las posibles fuentes de contaminación ambiental, que dan originan a peligros sanitarios son aquellas que brindan servicios a la comunidad y están constituidos por centros de salud pública y privada, cuya principal característica es la generación y/o manejo de residuos peligrosos biológico–infecciosos (RPBI), lugares o sitios donde se concentran residuos sólidos urbanos (normativos y tiraderos clandestinos no controlados) entre otros, mismos que generan biogás, lixiviados, etc. Así como rastros donde se genera materia orgánica. A fin de conocer las características principales de este tipo de sitios, fueron verificados hospitales, rellenos sanitarios, basureros, tiraderos clandestinos y rastros.

VIII.6.a. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos (RP) se definen como aquellos que ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivos, Tóxicos, Inflamables y Biológico-Infecciosos). La norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 establece las características y limites que hacen peligroso a un residuo (SEMARNAT, 2005). Por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, un manejo inadecuado puede ocasionar accidentes severos. Los que tienen características de toxicidad y la inclusión de agentes infecciosos puede afectar a la población y a los ecosistema a través de la contaminación de las fuentes de agua, tanto superficiales y subterráneas. Entre las enfermedades asociadas con la exposición a los residuos peligrosos están el cáncer, las malformaciones genéticas y los daños renales y hepáticos (Díaz, 1996).

En comparación con los residuos peligrosos industriales, los residuos biológico infecciosos son definidos en la Norma NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, como aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan compuestos biológico-infecciosos, según son definidos en dicha norma, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente. Estos residuos peligrosos representan sólo el 1.9% del total de residuos peligrosos generados en México (SEMARNAT, 2005). Entre los residuos biológico-infecciosos se encuentran la sangre, cultivos y cepas, materiales y objetos punzo-cortantes que contengan residuos de las muestras biológico-infecciosas. Dado que este tipo de residuos se genera en hospitales y clínicas una aproximación al volumen total producido se obtiene a partir de la generación promedio de estos residuos por cama en instituciones hospitalarias. De acuerdo con esto, para todo el país se estima una generación total de alrededor de 69 mil toneladas anuales, considerando que cada cama produce 1.5 Kg/día y que existen alrededor de 127 mil camas para atención hospitalaria en el país (SEMARNAT, 2005).

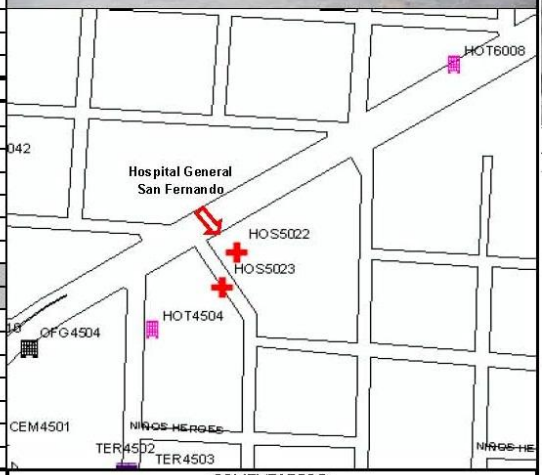
VIII.6.a.1. Hospitales

Los centros de atención médica fueron clasificados por tipo de unidad, institución y tipo de servicio médico. Esta clasificación permitió identificar unidades de consulta externa, hospitalización, asistencia social y establecimiento de apoyo que ofrecen servicios médicos de primer, segundo y tercer nivel. Las clínicas y hospitales verificadas pertenecen a los sectores público y privado, específicamente a la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Servicio Medico Estatal (SME), Secretaría de la Defensa Nacional (SDN), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Hospital Universitario (HUN), Cruz Roja (CRO) y así como al Servicio Médico Privado (SMP). Cabe mencionar que en el tema referido a sanitarios sólo se determina el nivel de peligro, ya que no se contó con información suficiente para generar niveles adicionales de vulnerabilidad y riesgo a la salud. Para el desarrollo del presente estudio, se realizó un levantamiento de campo verificando las unidades médicas existentes en las principales ciudades y poblados de los Municipios antes mencionados, se llenaron fichas técnicas obteniendo información del nombre, dirección, teléfono, ubicación geográfica, se le asignó una clave al sitio por unidad cartografiada, así como la institución a la que pertenecen, nivel, tipo, horarios, nombre del responsable, número de médicos, enfermeras, etc., así como datos referentes al manejo de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (Figura 82).

FICHA DE PELIGRO SANITARIO

ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

HOSPITAL, CLINICA, CENTRO MEDICO



UBICACIÓN						
PUNTO DE CONTROL:	HOS5022					
COORDENADAS UTM:	X:	585597	Y:	2748949		
	Z:	48				
CALLE:	Carretera Victoria - Matamoros km 173					
COLONIA:	Centro					
CODIGO POSTAL:	87600					
LOCALIDAD:	Villa San Fernando					
MUNICIPIO:	San Fernando					
ESTADO:	Tamaulipas					
VISITADO POR:	Teresita de Jesús Torreblanca Castro			FECHA: 08/03/2009		

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN						
NIVEL:	PRIMER NIVEL		SEGUNDO NIVEL		TERCER NIVEL	X
INSTITUCIÓN:	CRO		HUN		IST	
	IMS		IMO		PMX	
	SDN		SMA		SSA	X
	SMM		SMP		DIF	
TIPO DE UNIDAD:	EA		AS		CE	
	HO	X	OTRO:			
NOMBRE DE LA UNIDAD:	Hospital General San Fernando					
CLUES:	TSSSA002192					
TURNO:	MATUTINO	X	VESPERTINO	X	NOCTURNO	X
HORARIO:	24 hrs					
TELEFONO:	841 844 0494					
RESPONSABLE:	Dr. Rodolfo Rodríguez García					
POBLACIÓN:	MEDICOS	36	ENFERMEROS	71	ADMINIST.	31
	INTENDENCIA	26	OTROS PROFES	13	TECNICOS	14
MEDICOS ESPECIALISTAS:	General	7	Traumatólogo	2	Adminitrativos	5
	Pediátra	4	Anestesiólogo	2	Investigador	1
	Ginecoobstetra	4	Odontólogo	1		
	Cirujano	5	Cardiólogo	1		
	Internista	3	Obstetra	1		
POBLACIÓN TOTAL:	191 Personas					
NUMERO CONSULTORIOS:	8		NUMERO DE PISO (S)		1	
NUMERO CAMAS CENSALES:	45		CAPACIDAD:		45	

MANEJO DE RPBI						
SEPARAN Y ENVASAN RPBI:	SI	X	NO			
TIPO RPBI Y VOLUMEN GENERADO POR MES (kg y/o lts) :	SANGRE		CULTIVOS - CEPAS		PATOLÓGICOS	
	0		6 kgs		5 kgs	
	ANATÓMICOS		PUNZOCORTANTES		OTRO	
	1 kgs		1.5 kgs			
TOTAL VOLUMEN DE RPBI:	SOLIDOS	13 kgs	LIQUIDOS	0		
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RPBI :	SI	X	NO		VOLUMEN:	
	CONTENEDOR METÁLICO				CONTENEDOR DE PLASTICO	X
RECOLECCION Y TRASPORTE DEL RPBI:	PROPIO		PARTICULAR		INSTITUCIONAL	X
	NOMBRE: SSA					
DISPOSICIÓN FINAL:	SSA Jurisdicción San Fernando					
TIENEN INCINERADORES:	SI		NO	X		
TIPO RPBI QUE INCINERAN:	SANGRE		CULTIVOS - CEPAS		PATOLÓGICOS	
	ANATÓMICOS		PUNZOCORTANTES		OTRO	
PLAN DE CONTINGENCIA DE FUGA O DERRRAME RPBI:	SI	X	NO			

SEGURIDAD							
PLAN DE CONTINGENCIA:	SI	X	NO				
MEDIDAS DE SEGURIDAD:	SI	X	NO				
SALIDAS DE EVACUACIÓN:	SI	X	NO		HACIA:	Punto de Reunión	
PUNTO DE ENCUENTRO:	SI	X	NO		DONDE:	Frente al hospital	
TIPO EVENTO REGISTRADO:	INCENDIO				EXPLOSIÓN		SISMO
	AGLOMERACIÓN				OTRO		NINGUNO X

COMENTARIOS:
Se Atienden a enfermos que llegan del IMSS y del ISSSTE
Se esta programando un simulacro para recepción y alojo de
enfermos en caso de alguna contingencia
Se labora los 365 días del año

MUNICIPIO SAN FERNANDO

Figura 82. Ficha Técnica que muestra las características de Unidades Médicas.

En las cabeceras Municipales de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando, se identificaron 12 centros de salud del sector público y privado que pertenecen a instituciones de la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA), Instituto Mexicano del Seguro Social (MSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores (SSSTE), Cruz Roja Mexicana (CRO) y Servicios Médicos Particulares (SMP). Se distribuyen en las cuatro Cabeceras Municipales. En San Fernando se verificaron nueve unidades médicas Burgos, Méndez y Cruillas se identificaron sólo una clínica (Tabla 120).

Tabla 120. Unidades médicas de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando.

UNIDADES MÉDICAS VERIFICADAS		
MUNICIPIOS	**POBLADOS**	**CANTIDAD**
Méndez	Villa de Méndez	9
Burgos	Villa de Burgos	1
Cruillas	Villa de Cruillas	
San Fernando	San Fernando	
Total	**4 Poblados**	**12**

Sector Público

Secretaría de Salud Pública: Se identificaron seis unidades de la Secretaría de Salud y Asistencia (Tabla 121). Se identificó una clínica en **Méndez**, ubicado en la Colonia Centro (Fotografía 51 y Figura 83) y otra unidad se verificó en **Cruillas** ubicado en el Centro de la Ciudad (Fotografía 52 y Figura 84). Estas unidades médicas cuentan con un consultorio que es atendido por un médico y una enfermera, brindan servicio de consulta externa en medicina general y cuenta con una cama e instalaciones pequeñas.

Tabla 121. Unidades médicas de la Secretaría de Salubridad.

UNIDADES MÉDICAS DEL SECTOR SALUD EN LAS POBLACIONES DE MÉNDEZ, CRUILLAS Y SAN FERNANDO								
SITIO	**MUNICIPIO**	**NOMBRE**	**ENCARGADO**	**MÉDICO**	**ENFERMERO**	**ESPECIALISTA**	**CONSULTORIO**	**CAMA**
HOS4100	Méndez	Centro de Salud Méndez	Gustavo Romero Valdez	1		Médico General	1	1
HOS4150	Cruillas	Centro de Salud Cruillas R-01	MPSS Gladíolo Cano Escudero		1			
HOS4500	San Fernando	Centro de Salud U-01 Colonia Ladrillera	Dr. Juan Carlos Dávila Méndez		2			
HOS5020		Centro de Salud U-02 Colonia Ampliación Bella Vista Norte	Moisés Tlacomulco	2	3			
HOS6013		Centro de Salud U-06 San Fernando Loma Alta	Jorge Sánchez Díaz de Pino	6	22		5	
HOS5022		Hospital General San Fernando	Rodolfo Rodríguez García	36	71	Pediatra, Cirujano Internista, Cardiólogo , Traumatólogo Obstetra Ginecobstetra, Anestesiólogo	8	45

Fotografía 51. Centro de salud de Méndez.

Fotografía 52. Centro de salud de Cruillas.

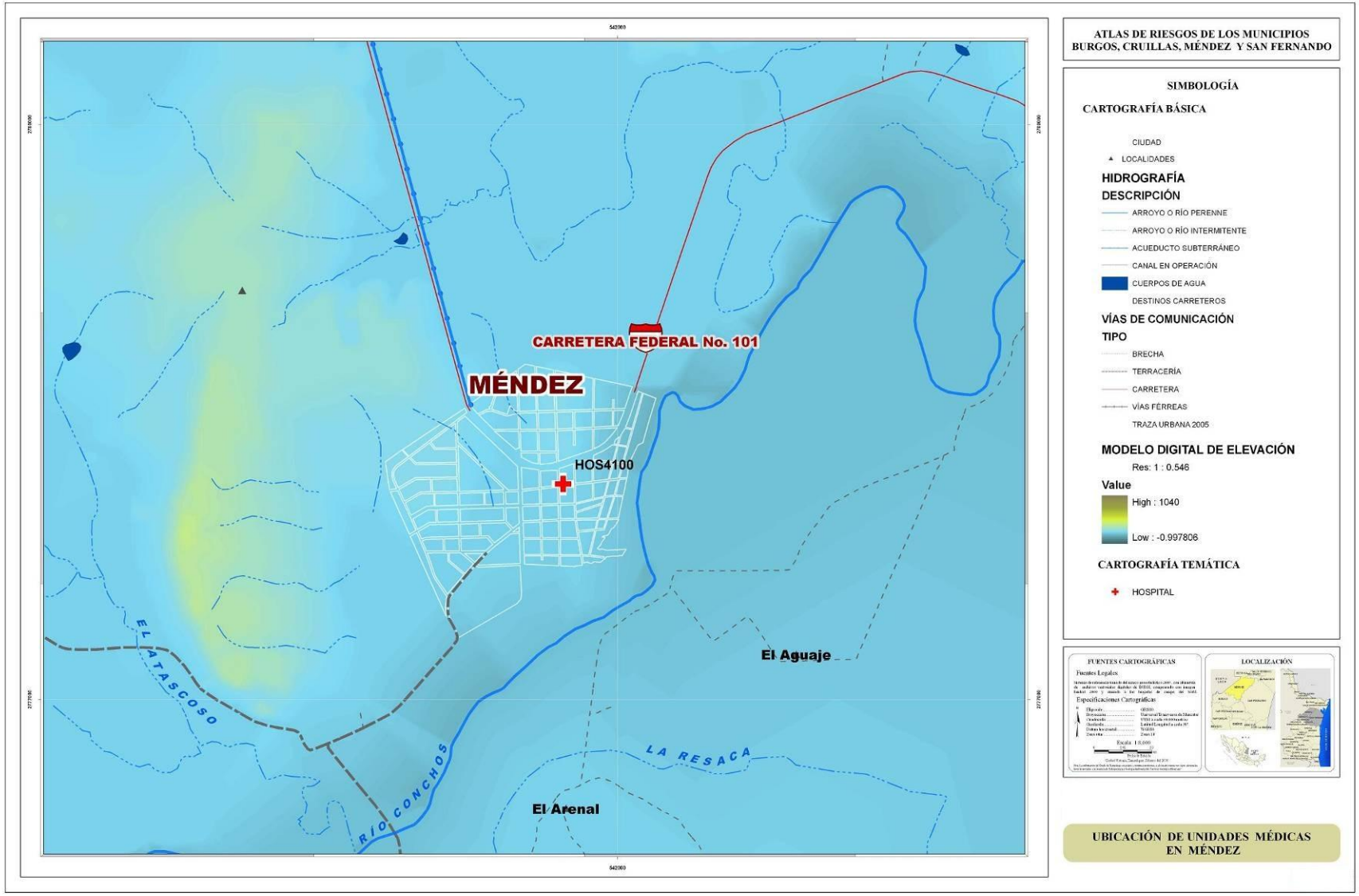


Figura 83. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Méndez.

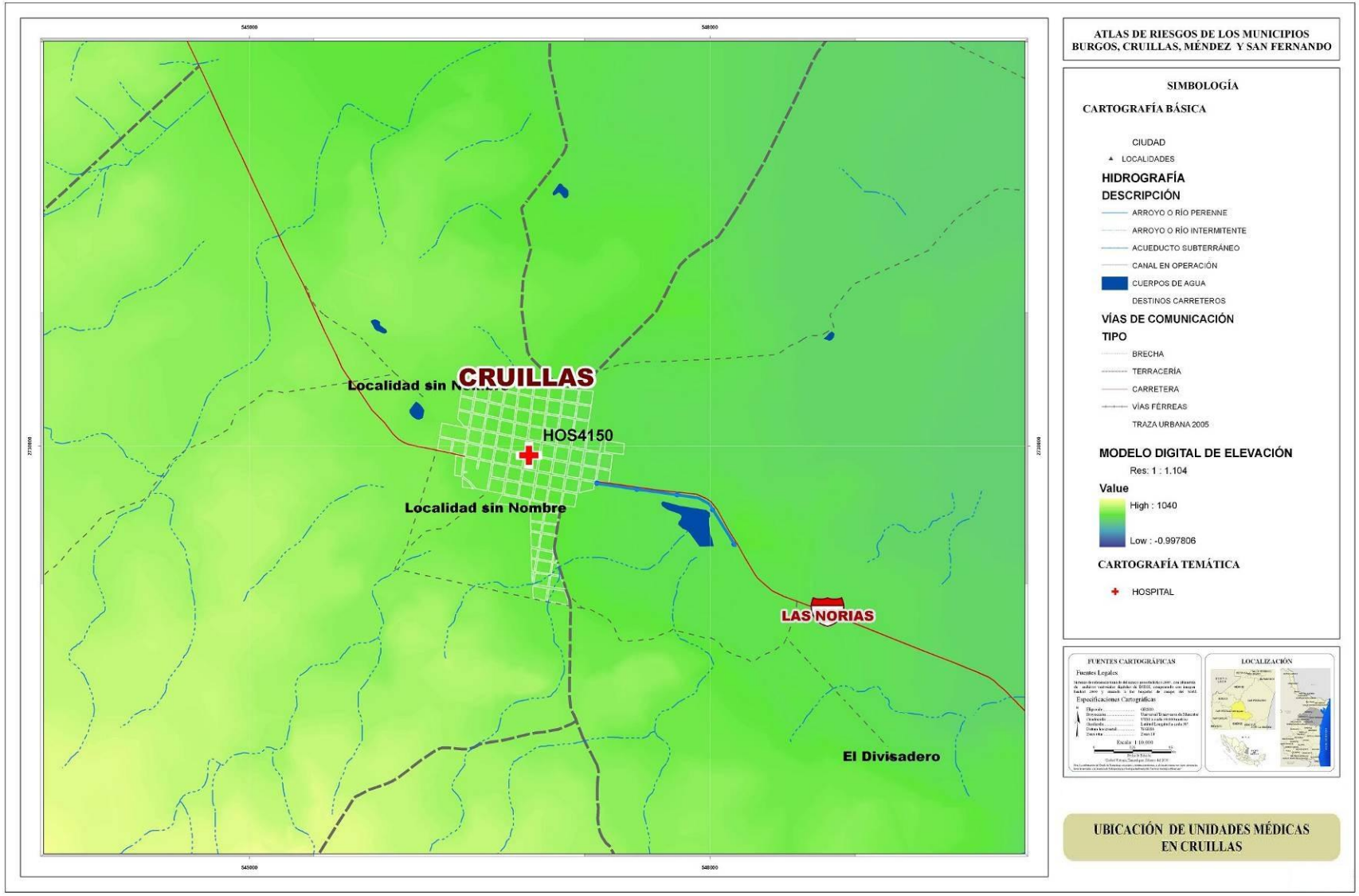


Figura 84. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Cruillas.

La Ciudad de San Fernando cuenta con tres centros de salud (SSA), ubicados en las colonias Ladrillera, Ampliación Bella Vista Norte y Loma Alta, también (Fotografía 53). También cuenta con el hospital general de segundo nivel ubicado en la carretera Victoria – Matamoros (HOS5022), cuenta con una plantilla de 37 médicos, 71 enfermeros, ocho consultorios, 45 camas censales. Ofrece servicios en las especialidades de medicina general, pediatra, gineco-obstetra, cirujano, internista, traumatólogo, anestesiólogo, odontólogo, cardiólogo, obstetra, administrativos, investigador (Fotografía 54). Éste es el único hospital de segundo nivel que atiende a la población dentro de una extensión de 140 km^2, para los 74,418 Habitantes de la Jurisdicción Sanitaria No. VII (Tabla 125 y Figura 86).

Fotografía 53. Centro de salud, Colonia Ampliación Bellavista, San Fernando.

Fotografía 54. Hospital General de San Fernando ubicado en la Colonia Centro (HOS5022).

Instituto Mexicano del Seguro Social: Se verificaron dos unidades médicas, distribuidas una en el poblado de Burgos (HOS4200) y una en San Fernando (HOS6012) (Figura 85 y 86). Estas unidades brindan servicio de atención de consulta externa, cuentan con instalaciones de una planta y una reducida plantilla de médicos y enfermeras, un consultorio y medicina general (Tabla 122, Fotografía 55 y 56)

Tabla 122. Unidades médicas de IMSS en Burgos y San Fernando.

UNIDADES MÉDICAS DEL IMSS EN BURGOS Y SAN FERNANDO								
SITIO	MUNICIPIO	NOMBRE	ENCARGADO	MÉDICO	ENFERMERO	ESPECIALISTA	CONSULTORIO	CAMA
HOS4200	Burgos	IMSS Burgos	Sin Dato	1		Medicina General	1	1
HOS6012	San Fernando	Unidad de Medicina Familiar 66	Jorge Sánchez Díaz de Pino	2	1	Medicina General	2	

Fotografía 55. Vista del centro de salud del IMSS en el poblado de Burgos (HOS4200).

Fotografía 56. Unidad médica familiar No. 66 en la Ciudad de San Fernando.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores: Un centro de atención médica del ISSSTE, se encuentra en la Ciudad de San Fernando, brinda atención de primer nivel en servicio de consulta externa con apoyo de médicos y enfermeras (Tabla 123 y Fotografía 57 y 58).

Tabla 123. Unidades médicas del ISSSTE en la Ciudad de San Fernando.

UNIDADES MÉDICAS DEL ISSSTE DE SAN FERNANDO								
SITIO	TIPO DE UNIDAD	NOMBRE	ENCARGADO	MÉDICO	ENFERMERO	ESPECIALISTA	CONSULTORIO	CAMA
HOS5021	Consulta Externa	Unidad de Medicina Familiar San Fernando	Marco Antonio Saldaña Juárez	3	1	Médico General	2	2

Fotografía 57. Consultorio de la clínica del ISSSTE en San Fernando.

Fotografía 58. Instalaciones de la clínica del ISSSTE, San Fernando (HOS5021).

Cruz Roja Mexicana:

Presta servicio las 24 horas mediante la atención inmediata. Subsiste con las donaciones que recibe de los ciudadanos a través de la colecta anual, se distingue por su labor en el apoyo durante los desastres naturales. Se identificó una unidad en la Ciudad de San Fernando, cuenta con una plantilla de 19 personas integradas por médicos, enfermeros paramédicos y voluntarios, brindan atención de hospitalización en una cama censal (Tabla 124 y Fotografía 59).

Fotografía 59. Cruz Roja Mexicana de San Fernando.

Tabla 124. Unidad médica de la Cruz Roja Mexicana en la Ciudad de San Fernando.

UNIDADE MÉDICA DE LA CRUZ ROJA MEXICANA EN SAN FERNANDO								
SITIO	TIPO UNIDAD	NOMBRE	ENCARGADO	MÉDICO	ENFERMERO	ESPECIALISTA	CONSULTORIO	CAMA
HOS4501	Urgencias	Cruz Roja Mexicana Delegación San Fernando	Sin Dato	2	1	General, Paramédicos	1	1

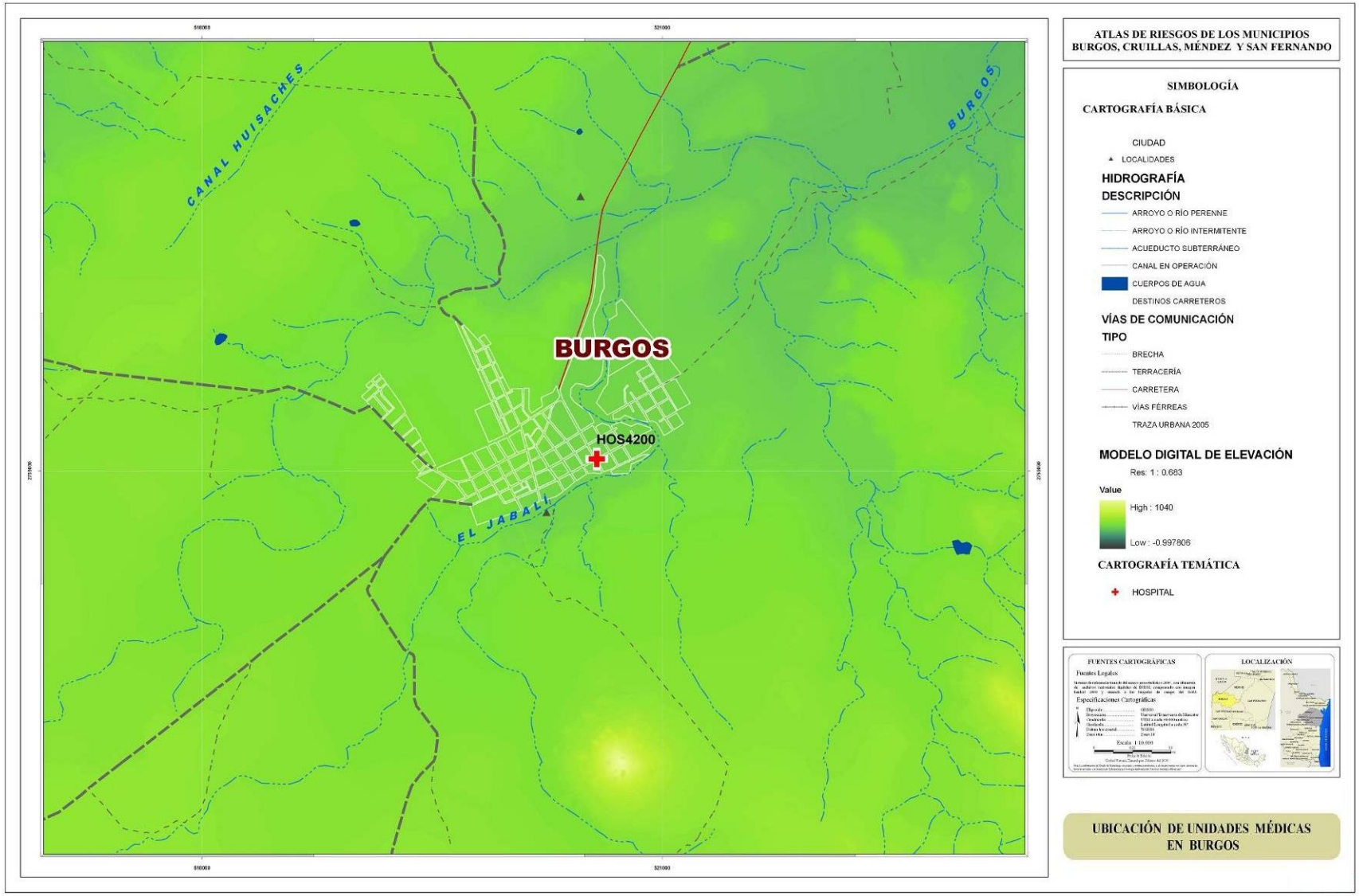


Figura 85. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de Burgos.

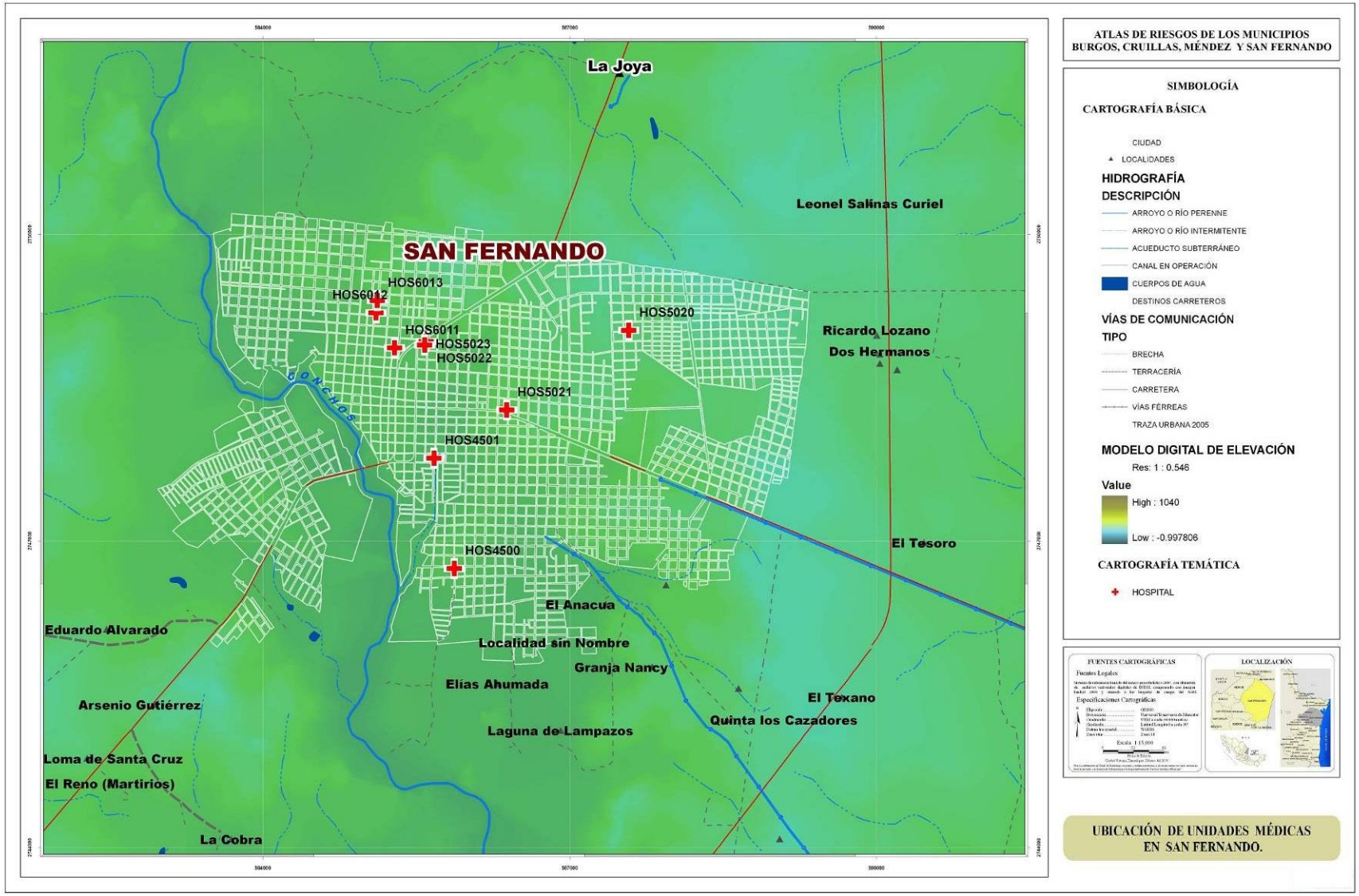


Figura 86. Distribución de las unidades médicas en la Cabecera Municipal de San Fernando.

Sector Privado

Las unidades médicas del sector privado ubicadas en la Ciudad de San Fernando cuentan de buenas instalaciones y equipo moderno. El centro médico Rodríguez Guajardo (HOS6011) se ubica en el Centro de la Ciudad de San Fernando y cuenta con un consultorio para consulta externa (Tabla 125 y Fotografía 60). La unidad pediátrica (HOS5023) ubicada en el Centro de San Fernando, ofrece servicio de consultas y urgencias las 24 horas y hospitalización de segundo nivel; cuenta con una plantilla integrada por 11 médicos especialistas, 15 enfermeras, tres consultorios, seis camas censales y equipo de diagnostico, así como con especialistas de anestesiólogo, cardiólogo, cirugía general, dentista, medicina general, medicina interna, traumatología y ginecología (Tabla 125 y Fotografía 61).

Tabla 125. Unidades Médicas Privadas en la Ciudad de San Fernando.

UNIDADES MÉDICAS PRIVADAS DE SAN FERNANDO								
SITIO	TIPO UNIDAD	NOMBRE	ENCARGADO	DOCTOR	ENFERMERO	ESPECIALISTA	CONSULTORIO	CAMA
HOS6011	Consulta Externa	Unidad Rodríguez Guajardo	Román Rodríguez	1	1	Médico General, Ginecólogo	1	
HOS5023	Consulta Externa	Pediatría	Juan Francisco Zaldívar	11	15	Anestesiólogo, Cardiólogo, Cirujano Dentista, Ginecólogo	3	6

Fotografía 60. Unidad médica Rodríguez Guajardo (HOS6011).

Fotografía 61. Clínica de Pediatría ubicada en San Fernando (HOS5023).

Unidades Médicas en Zona de Inundación

Con la ayuda de la zonificación de peligros por inundación causada por encharcamiento, escurrimiento y desborde de canales o cauces, se identificaron cinco unidades médicas de San Fernando ubicadas en zonas de inundación (Tablas 126 y Figura 87).

Tabla 126. Unidades médicas ubicadas en zona de inundación.

UNIDADES MEDICAS EN PELIGRO POR INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE SAN FERNANDO						
SITIO	INSTITUCIÓN	TIPO DE UNIDAD	NOMBRE DE LA UNIDAD	COLONIA	POBLACIÓN	CAMAS
HOS5022	SSA	Hospital	Hospital General San Fernando	Centro	191	45
HOS6013		Consulta Externa	Centro de Salud U-06 San Fernando Loma Alta	Loma Alta	40	
HOS6013			Centro de Salud U-06 San Fernando Loma Alta		40	1
HOS6012	IMSS		Unidad Medicina Familiar 66	Centro	4	
HOS5021	ISSSTE		Unidad de Medicina Familiar San Fernando	Bella vista Norte	6	2
HOS4501	CRO	Urgencias	Cruz Roja Mexicana San Fernando	Centro	19	1

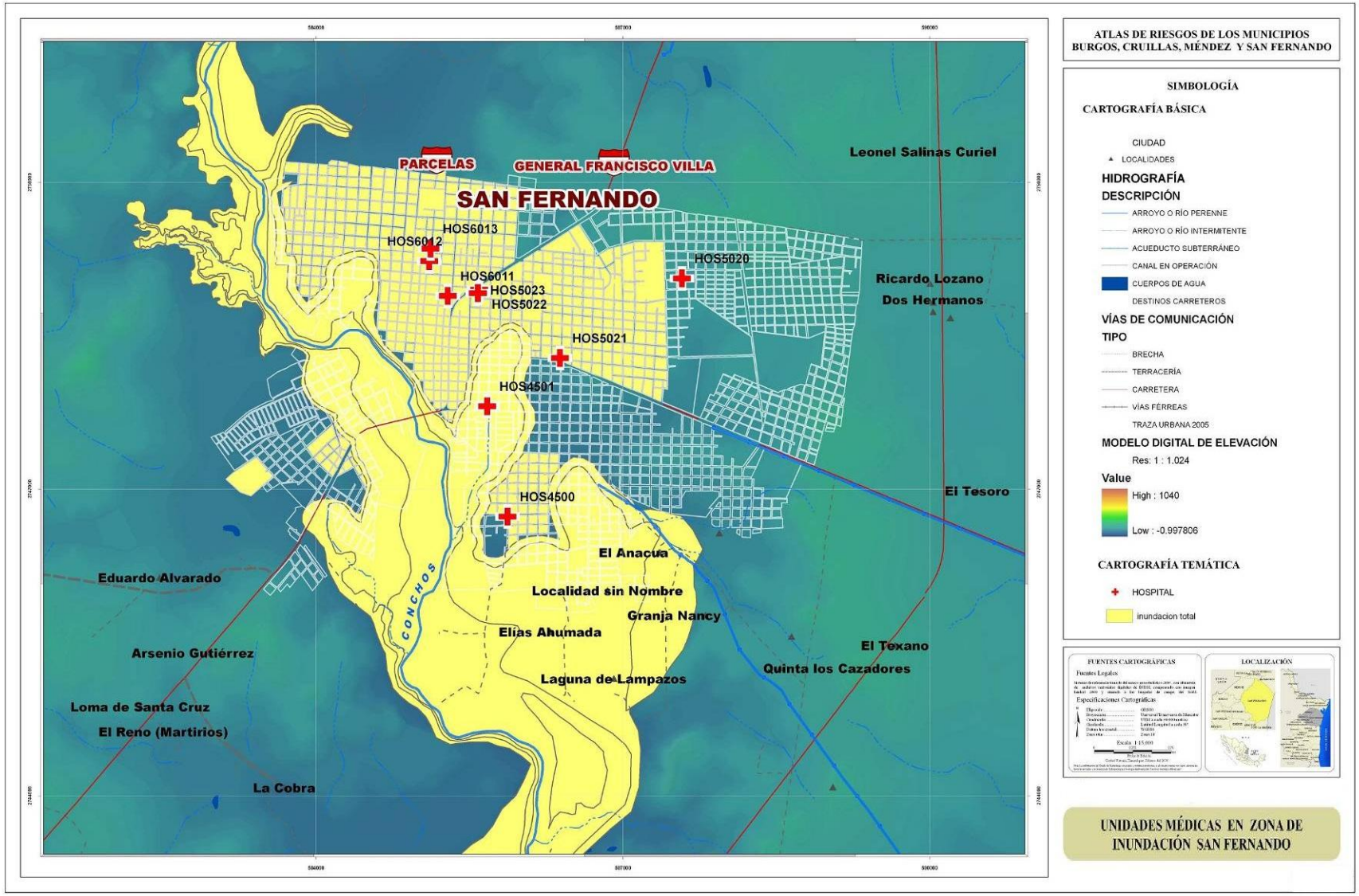


Figura 87. Distribución de centros médicos en zona de inundación, Ciudad de San Fernando.

VIII.6.b. Sitios de disposición de Residuos Sólidos

La mayoría de los Municipios no disponen de un área destinada propiamente para el depósito y destino final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que cumpla con las disposiciones actuales en materia ambiental. Sin embargo predominan sitios conocidos como basureros Municipales, tiraderos clandestinos o Residuos a Cielo Abierto (RCA), en donde se vierten y esparcen la basura, sin orden y ni programa adecuado; estos sitios surgen sin ninguna planeación, simple y sencillamente son ubicados en las afueras o en la periferia de la ciudades, en las partes bajas, a orillas de algún cuerpo de agua o terrenos que no fueron en su momento de gran valor adquisitivo (Garza *et al.,* 2008).

Uno de los servicios que contribuyen de manera relevante a la calidad de vida, es el eficiente manejo de los residuos sólidos, los que incluyen una diaria recolección, la transportación a las estaciones de transferencia (son instalaciones intermedias entre las diversas fuentes generadoras de residuos sólidos y las plantas de selección o el sitio de disposición final), posteriormente a las plantas de selección y por último al sitio de disposición final. En dicha estación se permite realizar el proceso de selección a través del gremio de selectores; el material no recuperado o rechazado, se transporta al sitio de disposición final y posteriormente al control de lixiviados. Los principales materiales recuperados son: Aluminio traste, macizo, chatarra, perfil, bote aluminio, bote ferroso, fierro, lámina metálica, cobre, alambre, botellas de refresco y cerveza, vidrio ámbar, transparente y verde, cartón, todo tipo de papel, periódico, policloruro de vinilo o vinilo (PVC), polietilentereftalato o tereftalato de polietileno ó simplemente poliéster termoplástico (PET), plástico rígido o nylon y vinil, entre otros.

Para los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, los peligros sanitarios se subdividieron en: rellenos sanitarios, basureros y tiradero, de los cuales en dicha zona se verificó un basurero ubicado en la Cabecera Municipal de San Fernando, en el resto de las Cabeceras no se verificaron basureros, debido a que los habitantes llevan a cabo la recolección y quema de residuos sólidos en ciertos lugares, poniendo en riesgo la contaminación del ambiente. Para mayor detalle, consultar el Anexo de fichas técnicas (Figura 88),.

VIII.6.b.1. Basureros

El Basurero Municipal se ubica 1.6 Km al Oeste de la Ciudad de San Fernando (BAS600) tiene una superficie aproximada de cuatro hectáreas, cuenta con una infraestructura de siete camiones recolectores y cada uno realiza dos viajes depositando una cantidad entre 50 a 70 toneladas por día. En este basurero no existe control de separación o clasificación de basura. El basurero se encuentra cerca del cauce del Río Conchos localiza al Oriente a 2.1km y un depósito de agua a 500 m este último se encuentra al Suroeste del basurero (Fotografía 62, 63 y Figura 89). Las unidades litológicas que afloran en este sitios corresponde a la formación Oackville- Lagarto (Tm Ar-Cgp) constituida por areniscas y conglomerado polimíctico, así como en depósitos de origen aluvial (Qhoal) (SGM, 2006).

Fotografía 62. La remanencias de la quema de llantas origina contaminación San Fernando.

Fotografía 63. Acumulación de residuos provoca filtración de lixiviados al subsuelo.

FICHA DE PELIGRO SANITARIO

ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

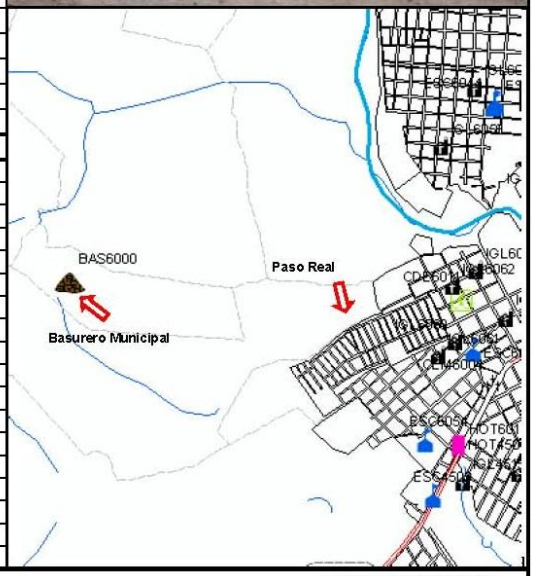
RELLENO SANITARIO, BASURERO Y TIRADERO

UBICACIÓN								
PUNTO DE CONTROL:	BAS6000							
COORDENADAS UTM:	X:	581531		Y:	2748064			
	Z:	72						
CALLE:	Sin Nombre							
LOCALIDAD:	Villa de San Fernando							
MUNICIPIO:	San Fernando							
ESTADO:	Tamaulipas							
VISITADO POR: Agustín Cazares ventura						FECHA: 09/03/2009		

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO										
SITIO:	RELLENO SANITARIO		BASURERO	X	TIRADERO					
NOMBRE:	Basurero Municipal									
SUPERFICIE m^2:	40.000 m2 aproximadamente									
INFRAESTRUCTURA:	SI		NO	X						
LIMITADO :	SI		NO	X	MALLA:		OTRO MATERIAL:			
DISTANCIA ZONA URBANA:	1,624 metros									
PUEBLOS O CIUDADES, QUE DEPOSITAN LA BASURA:	Villa de San Fernando									
NUMERO CAMIONES/DIA:	7 Camiones									
VOLUMEN/DIA:	70 Toneladas									
BASURA CONSECIONADA:	SI		NO	X						
CLASIFICAN LA BASURA:	SI		NO	X	NO. PERSONAS					
MATERIAL CLASIFICADO:	VIDRIO:		CARTON:		PLASTICO:					
	MADERA		ALUMINIO		OTRO					
TIEMPO DE OPERACIÓN:	20 Años									
VIDA UTIL:	5 Años									

TIPO DE PELIGRO PRESENTE						
BASURERO CERCA DE ALGUN PELIGRO:	GASERA		GASOLINERA		INDUSTRIA	
	REFINERIA		DUCTOS		OTRO	
	RÍO/ARROYO		BARRANCA		FALLA ACTIVA	
	SIERRA/CERRO		TALUD		MAR	
DISTANCIA DEL PELIGRO:	Ninguno					
ANTECEDENTES DE ALGUN SINIESTRO:	SINIESTRO:		Queman Llantas			
	EPIDEMIAS:					
	PLAGAS:					
RESPONSABLE DEL MANEJO DEL BASURERO O TIRADERO:						

COMENTARIOS:
No existe clasificación de basura y se observa remanentes de llantas quemadas
AUTORIDAES. URGE PONER ATENCION A ESTE PROBLEMA



MUNICIPIO SAN FERNANDO

Figura 88. Ficha técnica de la Cabecera Municipal de San Fernando.

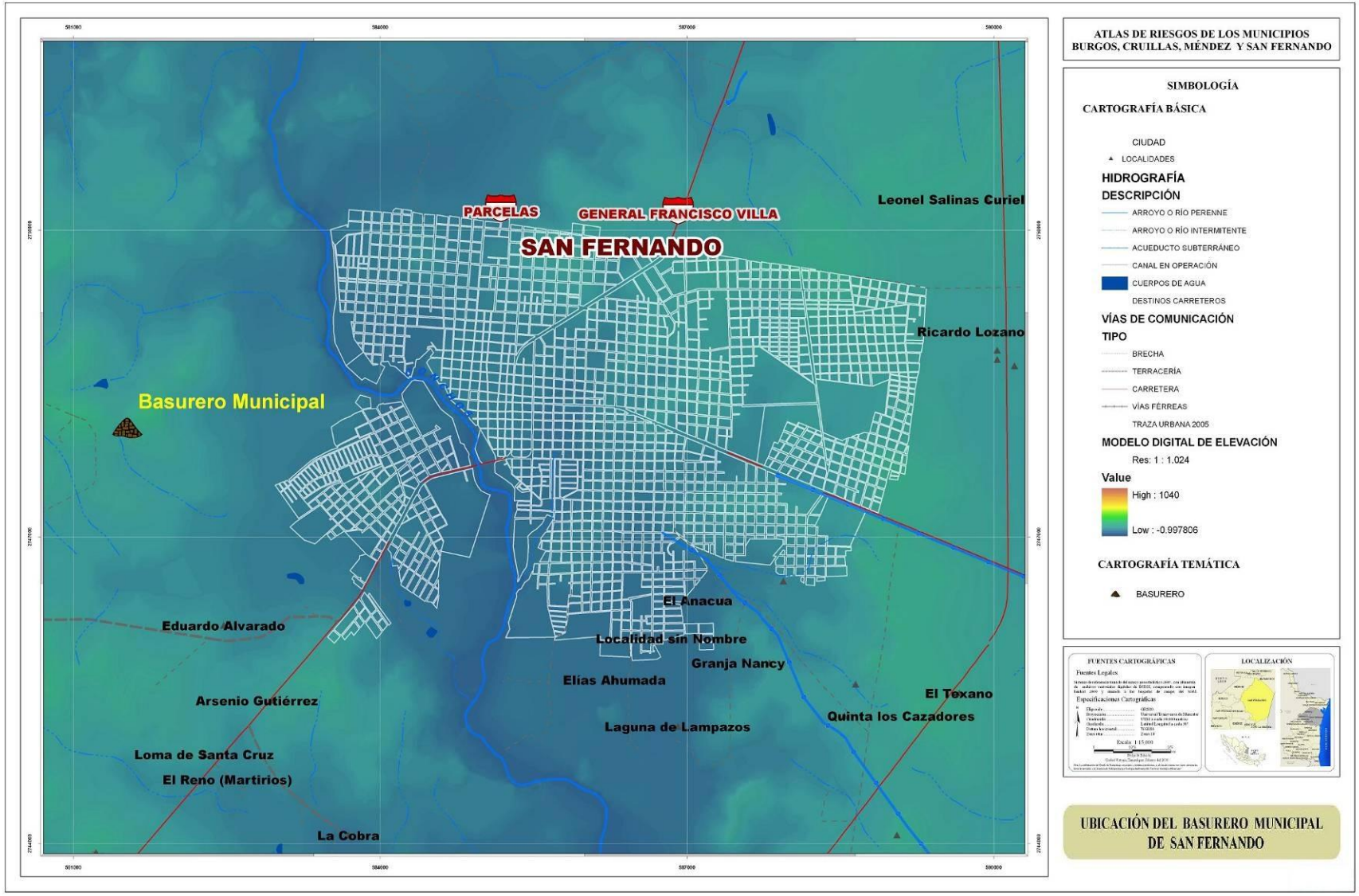


Figura 89. Localización del basurero de la Ciudad de San Fernando.

VIII.6.b.2. Rastros

Es importante señalar que, de acuerdo con la clasificación contenida en la NORMA Oficial Mexicana **NOM-194-SSA1-2004, Productos y Servicios. Especificaciones Sanitarias de los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto**, almacenamiento, transporte y expendio, existen las especificaciones sanitarias de productos, con base en el volumen de sacrificio. Este establece que rastros son aquellos que sacrifican y faenan 168 cabezas de ganado mayor (reses); 336 de ganado menor; es decir, cerdos, ovinos y caprinos; hasta 5,000 aves o una combinación de estas especies semanalmente (Signorini, 2008). Matadero es el establecimiento con menor volumen de matanza, comparado con los rastros. Los establecimientos que realizan la matanza de animales de abasto, generan, en las diferentes etapas del proceso de obtención de carne, un importante volumen de aguas residuales que son vertidas directamente a cuerpos de agua (Ríos, Arroyos, Lagunas) o al drenaje Municipal, sin tratamiento previo de las aguas vertidas. Éstos residuos generan un grave problema ambiental y de salud pública (Signorini, 2008).

Para el desarrollo del tema de rastros, los Municipios de Méndez, Burgos y Cruillas no cuentan con este tipo de establecimientos, únicamente se verificó el rastro de la Ciudad de San Fernando, obteniendo datos como clave del sitio, coordenadas geográficas, superficie del terreno, distancia con respecto a la zona urbana, número de trabajadores, tiempo de operación, vida útil, disposición final de las aguas residuales entre otros datos (Figura 90).

El rastro Municipal de San Fernando se localiza en la porción Sureste en la calle Xicoténcatl de la Colonia Tamaulipas en la Ciudad de San Fernando (Figura 91), cuenta con una superficie de 5,000 m^2, se encuentra ubicado a 100 m o en zona prácticamente en desarrollo urbano, laboran diez persona en un horario de 05:00 a 13:00, Sacrifican un cerdo y diez reses en promedio por día, tiene un tiempo de operación de 11 años y una vida útil de 20 años siempre y cuando sea remodelado y equipado con tecnología para el sacrificio de animales, se localiza a mas de 700 m de un canal y finalmente se desconoce hacia donde es vertida el agua residual y las instalaciones se encuentran desatendidas.

En general, los rastros se caracterizan por la no valorización de los subproductos y la descarga de sus efluentes líquidos sin tratamiento alguno, que contribuyen a la contaminación de ríos y suelos principalmente. En la actualidad, son raros los sistemas de tratamiento diseñados para los efluentes generados en los lugares de sacrificio de los animales (Castillo et al., 2001).

Con la finalidad de tomar en cuenta las consecuencias de afectaciones al ambiente, de acuerdo al estudio de Tratamiento Integral de Residuos de Rastros" (Septiembre-Octubre, 2001). En México los valores promedio de descarga de diferentes rastros son variados observándose efluentes de una moderada hasta una fuerte carga de contaminantes (Tabla 127).

Tabla 127. Parámetros de contaminación por rastros

VALOR PROMEDIO DE CONTAMINACIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE RASTROS EN MÉXICO				
Tipo de ganado sacrificado	**Flujo de Agua Residual (Litros/Animal)**	**DBO_5 (Mg. $-L^{-1}$)**	**SST (Mg. L^{-1})**	**Equivalente de contaminación (Persona / Animal)**
Bovino	1,500	800 - 3500	1,000 – 9,000	20
Porcino	500	700 - 2000	1,000 – 5,000	7.5

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) Fuente: Castillo, 2001.

Según el estudio Evaluación de riesgo de los rastros y mataderos Municipales 2006, Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal". En los rastros se emplea en las diferentes etapas de la obtención de la carne. Las necesidades de agua promedio por animal sacrificado y faenado son de 1,000 litros para animales mayores, 450 litros para porcinos de aproximadamente 100 litros para ovinos y caprinos, así como 20 litros para aves (Signorini, 2006).

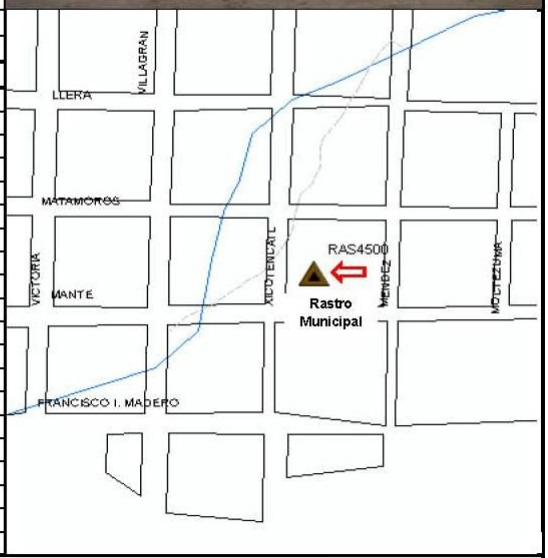
FICHA DE PELIGRO SANITARIO

ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

RASTRO

UBICACIÓN						
PUNTO DE CONTROL:	RAS4500					
COORDENADAS UTM:	X:	588293	Y:	2746754		
	Z:	67				
CALLE:	Xicotencatl					
COLONIA:	Tamaulipas					
CODIGO POSTAL:	87600					
LOCALIDAD:	San Fernando					
MUNICIPIO:	San Fernando					
ESTADO:	Tamaulipas					
VISITADO POR: Arlet Cardoso Vázquez				FECHA: 8-Mar-09		

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO						
NOMBRE:	Rastro Municipal					
AREA m^2:	500m²					
ACCESOS AL RASTRO:	Calle Villagran					
DISTANCIA ZONA URBANA:	100 metros					
HORARIO:	05:00 a 13:00					
No. PERSONAS TRABAJAN:	10 personas					
TIPO DE ANIMALES Y NUMERO MATANZAS/DIA:	AVES	0	CERDOS	1	RECES	10
	OVINOS	0	CAPRINOS	0	OTROS	0
VOLUMEN PRODUCTO:	700 kgs					
VOLUMEN DESECHOS:	20 kgs					
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS:	CONCESIONES	X	TIRAN	X		
	ND		Basurero Municipal			
VOL. AGUA UTILIZADA:	Se desconoce					
VOLUMEN DE DESCARGA:	Se desconoce					
DISPOSICIÓN FINAL AGUA:	Sisterna y descarga el agua en el basurero					
CAPACIDAD DE GAS LP:	Gas 100 kgs					
TIEMPO DE OPERACIÓN:	11 años					
VIDA UTIL DEL RASTRO:	20 años					
ANTECEDENTES DE ALGUN SINIESTRO:	Ninguno					
RESPONSABLE DEL MANEJO DEL RASTRO:						



COMENTARIOS:

MUNICIPIO SAN FERNANDO

Figura 90. Ficha técnica utilizada para verificar el Rastro de San Fernando.

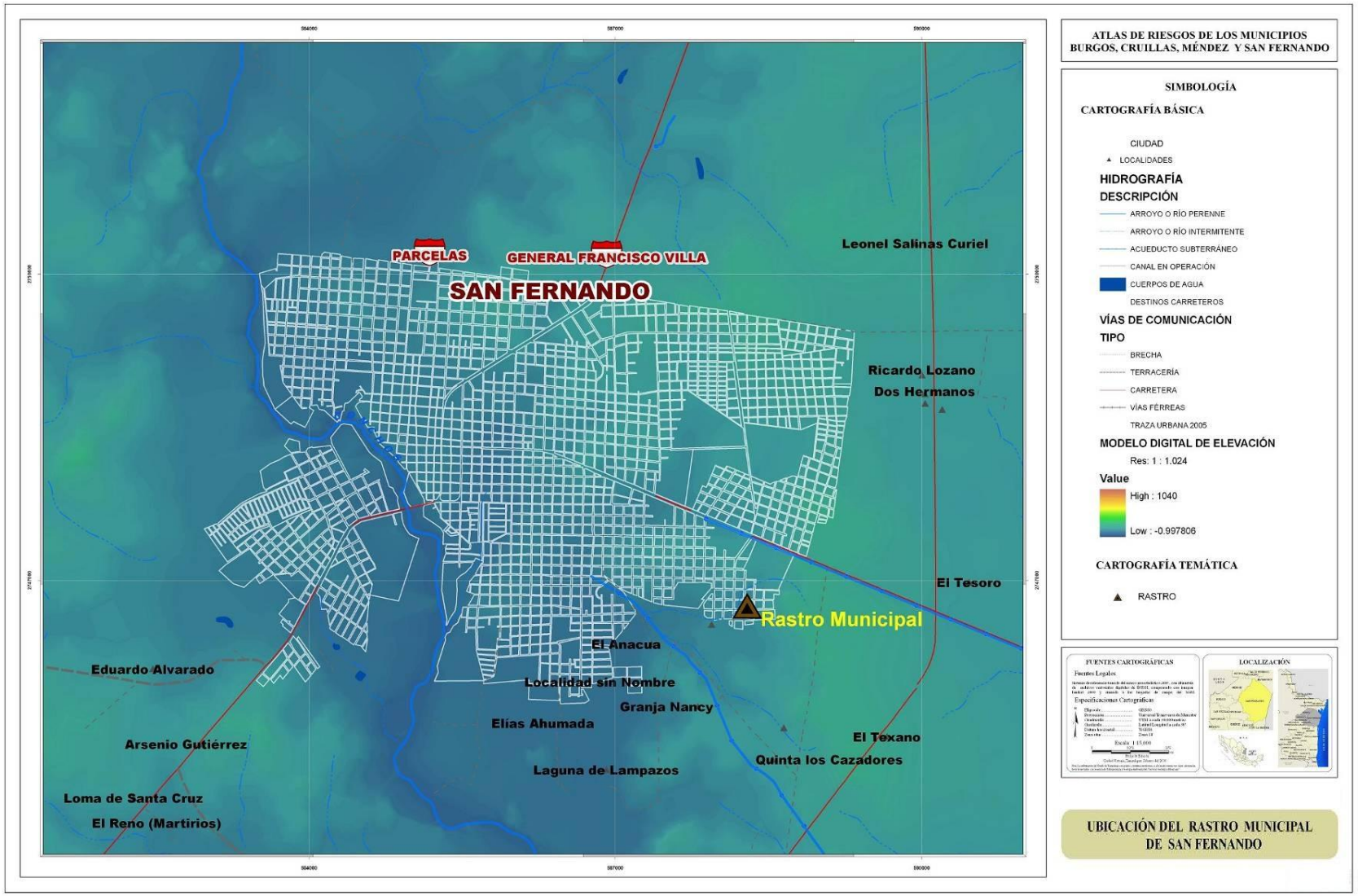


Figura 91. Ubicación de las instalaciones del rastro en la Cabecera Municipal de San Fernando.

IX. **MATRIZ DE RIESGOS**

La matriz es una herramienta que sintetiza el trabajo realizado en el presente Atlas ya que se tienen identificados puntos o lugares en peligro y riesgo. Teniendo esta información servirá para instrumentar acciones preventivas correctivas y de mitigación en caso de algún fenómeno natural o de origen antrópico, que puedan presentarse en cada unos de los puntos cartografiados del Municipio. Cabe mencionar que sólo se especifican los sitios que presentan algún riesgo.

A continuación se muestra la matriz de peligro para los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando (Tablas 128 - 131).

Tabla 128. Matriz de riesgos del Municipio de Burgos.

BURGOS																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Escuela	1	ESC5054	Secundaria Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez	Centro	Segunda Generación							Gasera	Medio		
		2	ESC5055	Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET		Prolongación Asequia								Alto		
		3	ESC5056	Albergue Escolar Clarita Lerma		Asequia										
	Iglesia	4	IGL5102	San Francisco de Asís	Plan de Ayala	Centro			Desborde de Cauce	Bajo						
		5	IGL4201	Nuestra Señora de Loreto	Centro	Ciro de la Garza										
		6	IGL4200	Templo Príncipe de Paz		Méndez esquina Juárez s/n							Gasera	Bajo		
		7	IGL5100	Virgen de Guadalupe		Francisco I. Madero - Cuauhtémoc										
		8	IGL5101	Iglesia Monte Sinaí		Hidalgo										

Continuación Tabla 129.

BURGOS																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Plaza	9	PZA4200	Plaza Sin Nombre	Centro	Hidalgo y Juárez			Desborde de Cauce	Bajo						
QUÍMICO	Gasera	10	GAS4200	Termo Gas S.A. de C.V.		Méndez s/n			Desborde de Cauce	Bajo			Gasera	Bola Fuego		
		11	GAS4201	Gas Elsa S.A. de C.V.		Avenida 2a Generación										
	Gasolinera	12	GSO4200	Gaspo Colectivo No.1 Plan de Ayala	Plan de Ayala	Emiliano Zapata			Desborde de Cauce	Bajo	Gasolinera	Alto				

Tabla 130. Matriz de riesgos del Municipio de Cruillas.

CRUILLAS																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Centro Deportivo	1	CDE4151	Canchas Deportivo	Centro	Juan José de la Garza							Gasera	Medio		
	Escuela	2	ESC4152	Centro de Asistencia Infantil Comunitario		Juan José de la Garza esquina Veracruz										
QUÍMICO	Gasera	3	GAS4150	Gas Ideal S.A. de C.V.		Juan José de la Garza								Bola Fuego		
	Gasolinera	4	GSO4150	Servicio Cruillas		Juan José de la Garza y Sonora s/n					Gasolinera	Alto				

Tabla 131. Matriz de riesgos del Municipio de Méndez.

MÉNDEZ																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Cementerio	1	CEM5002	Panteón Municipal	Centro	Julio Guerra - Ignacio Zaragoza									Ducto	Alto

Tabla 132. Matriz de riesgos del Municipio de San Fernando.

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Cementerio	1	CEM6004	Panteón Paso Real	Poso Real	Carretera Victoria - Matamoros			Encharcamiento	Alto						
		2	CEM4501	Panteón Municipal de San Fernando	Centro	Calle Zaragoza										
		3	CEM4500	Panteón Municipal	Américo Villareal	Sin Nombre			Desborde de Cauce	Medio						
	Centro Comercial	4	CTC4500	Mi Bodega Aurrera	Centro	Avenida Ruiz Cortínez			Encharcamiento	Alto						
		5	CTC4501	Su Bodega-Almacenes Ibarra S. A. de C.V.		Avenida Ruiz Cortínez y Agustín de Iturbide										
		6	CTC4502	Súper M		José María Morelos entre Zaragoza y Ruiz Cortínez										
	Centro de Convenciones	7	AUD4500	Centro de Convenciones Manuel Cavazos L.		Segundo Centenario Esquina Ignacio A.										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Centro Deportivo	8	CDE6011	Cancha Deportiva	Paso Real	Ciprés			Encharcamiento	Alto						
		9	CDE5010	Gimnasio Municipal Esperanza Alicia Cárdenas Villalón	Bella Vista	Padre Mier										
		10	CDE6010	Unidad Deportiva Manuel Cavazos Lerma	Loma Alta	Porfirio Díaz										
		11	CDE4500	Campo Deportivo Américo	Américo Villareal	Neptuno			Desborde de Cauce	Medio						
		12	CDE5009	Cancha Sin Nombre	Bella Vista	Cristóbal Colon							Gasera	Medio		
	CFE	13	CFE4500	CFE San Fernando	Centro	Abasolo esquina Segundo Centenario			Encharcamiento	Alto						
	Escuela	14	ESC4501	Rosalinda Guerrero de Cavazos	Bellavista Sur	Laguna de Jara										
		15	ESC6053	Manuel M. Ponce	Paso Real	Cedro y Limón										
		16	ESC5089	Secundaria General Belisario Domínguez	Sin Nombre	Morelos entre Flores Magón y Pino Suárez										
		17	ESC6043	Julián Carrillo	Loma Alta	Simón Bolívar										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Escuela	18	ESC6049m	Juana de Asbaje y Ramírez	Centro	Padre Mier Entre Porfirio Díaz y Benito Juárez			Encharcamiento	Alto						
		19	ESC6049v	Miguel Hidalgo												
		20	ESC5086	Centro de Atención Múltiple San Fernando	Bellavista Norte	Adolfo López Mateos										
		21	ESC5087	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 139		Carretera La Laguna - Adolfo López Mateos										
		22	ESC4510	Preparatoria José Vasconcelos	Centro	Avenida Segundo Centenario esquina José Ma. Morelos										
		23	ESC5088	Centro de Asistencia Infantil Comunitario		Padre Mier y Gómez Farías										
		24	ESC6041	Estefanía Castañeda	Loma Alta	M. Escobedo y Genaro Cortina										
		25	ESC6042	Instituto de Computación Profesional Bilingüe	Centro	Segundo Centenario										
		26	ESC6048	Preparatoria Ponciano Arriaga (Incorporada a la U.A.T.)	Loma Alta	Francisco Villa										
		27	ESC6046	Universidad del Valle de Bravo		Emiliano Zapata y M. Escobedo										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Escuela	28	ESC6047	Rafael Ramírez	Loma Alta	Melchor Ocampo			Encharcamiento	Alto						
		29	ESC6040m	Benito Juárez	Centro	Francisco I Madero y Macedonio Cárdenas										
		30	ESC6040v	Fernando Amilpa		Macedonio Cárdenas										
		31	ESC4504	Secundaria Técnica No. 65 Ing. Víctor Bravo Ahuja	Américo Villarreal	Insurgentes			Desborde de Cauce	Bajo						
		32	ESC6044	Mariano Matamoros	Loma Alta	Simón Bolívar										
		33	ESC4500m	Ford No. 6	Centro	Ignacio Allende entre Flores Magón y C. Prieto				Medio						
		34	ESC4500v													
		35	ESC4509	Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 129	Carretera Victoria - Matamoros	Carretera Victoria - Matamoros				Bajo						
		36	ESC6052	Capitán Genaro Cortina	Paso Real	Cedro entre Fresno y Sabino				Alto						
		37	ESC5084	José María Morelos y Pavón	Bellavista Norte	20 de Noviembre							Gasera	Bajo		
		38	ESC5083m	Antonio Beltrán García	Bellavista Norte	20 de Noviembre			Encharcamiento	Alto						
		39	ESC5083v	José de Escandón y Helguera												

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Escuela	40	ESC5081	Nicolás Bravo	Emiliano Zapata	Emiliano Zapata							Gasera	Medio		
		41	ESC5082	Margarita Maza de Juárez		Níquel								Alto		
		42	ESC5078	Centro de Asistencia Infantil Comunitario	Villa del Mar	Tiburón y Ostión								Medio		
		43	ESC4508	Rosaura Zapata	Bellavista Sur	Aldama								Bajo		
		44	ESC5085	Amalia González de Castillo Ledón	Jardín	Azucena										
		45	ESC4506m	Alberto Carrera Torres	Tamaulipas	Bustamante entre Rio Bravo y Reynosa								Medio		
		46	ESC4506v	Prof. Gumersindo Cardozo Cisneros												
		47	ESC4507	Silvestre Revueltas		Reynosa entre Matamoros y Juan Escutia										
	Hotel	48	HOT4500	Quinta La Herradura	Centro	Avenida Ruiz Cortínez entre Berriozabal y Javier Mina			Encharcamiento	Alto						
		49	HOT6009	Tenos	Paso Real	Álamo y Carretera Matamoros-Victoria										
		50	HOT6006	García	Centro	José María Morelos No. 651										
		51	HOT4504	América		Avenida Ruiz Cortínez No. 412										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Hotel	52	HOT4503	Quinta La Villa	Paso Real	Carretera Victoria - Matamoros Km 172			Desborde de Cauce	Medio						
		53	HOT6007	Las Palomas	Loma Alta	Lauro Villar o Mártires de Cananea							Gasera	Alto		
	Iglesia	54	IGL4514	Iglesia Presbiteriana Cristo es el Camino	Las Malvinas	Abasolo			Encharcamiento	Alto						
		55	IGL4502	Alianza Cristiana Misionera	Bella Vista Sur	Guillermo Prieto										
		56	IGL6059	Iglesia Evangelista Independiente - Emmanuel	Paso Real	Durazno										
		57	IGL6058	Iglesia de Dios - Santidad		Cedro										
		58	IGL6062	Iglesia Cristiana		Ciprés y Durazno										
		59	IGL5135	Evangelista Independiente del 7o. Día A.R.	Sin Nombre	Pino Suárez										
		60	IGL6056	San Pedro y San Pablo	Ribereña	Genaro Cortina										
		61	IGL6055	Salón del Reino de los Testigos de Jehová	Centro	Lázaro Cárdenas										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Iglesia	62	IGL6049	Iglesia Metodista de México A.R. - Templo Príncipe de Paz	Ampliación Loma Alta	Cristóbal Colon			Encharcamiento	Alto						
		63	IGL6050	Capilla Sagrada Familia		Melchor Ocampo										
		64	IGL6053	Iglesia de Cristo	Centro	M. Escobedo										
		65	IGL4517	Primera Iglesia Bautista Misionera Bethania		Iturbide No. 200 esquina Ignacio Zaragoza										
		66	IGL5134	Iglesia Evangelista Independiente - Lirio de los Valles	Bella Vista Norte	Adolfo López Mateos Entre Morelos y Padre Mier										
		67	IGL5132	Iglesia Bautista - Victoria en Cristo		Padre Mier esquina Constituyentes										
		68	IGL6047	Iglesia de Jesucristo de los últimos Días	Centro	Genaro Cortina y M. Escobedo										
		69	IGL5133	Iglesia Sendero de la Cruz	Bella Vista Norte	Ponciano Arriaga										
		70	IGL6051	Iglesia Evangélica Independiente - Cristo el Faro del Mundo	Loma Alta	Pino Suárez entre Emiliano Zapata y J. Mújica										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Iglesia	71	IGL4508	Restauración Divina No. 7 Templo Palabra de Vida	Américo Villarreal	Calle Satélite			Encharcamiento	Alto						
		72	IGL4505	Iglesia Evangélica Independiente - Maranatha		Sin nombre entre Neptuno y Mercurio			Desborde de Cauce	Medio						
		73	IGL4506	Templo la Luz del Mundo		Estrella esquina Adolfo López Mateos										
		74	IGL4507	Escuela de Evangelismo Entrenamiento de la Fe A.C.		Calle Ocampo S/N										
		75	IGL4515a	Iglesia de Cristo	Paso Real	Gladiola										
		76	IGL4515b	Iglesia de Cristo	Paso Real	Gladiola y margaritas 405										
		77	IGL4516	Iglesia Evangélica Pentecostés Abdias A.R. Templo Betesda	Paso Real	Azalia y Avenida del Rosal con López Portillo No. 311										
		78	IGL5126	Iglesia Evangelista Independiente - Cristo Verde	Emiliano Zapata	Francisco Villa esquina Esperanza							Gasera	Bajo		
		79	IGL5127	Iglesia Evangelista Independiente - Templo Peniel		Prolongación Guadalupe Victoria								Medio		
		80	IGL6057	San Juan Diego	Loma Alta	Lauro Villar Y Manuel Altamirano								Bajo		

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Iglesia	81	IGL4511	Misión Bautista Sinaí	Tamaulipas	Juan Escutia esquina Tula							Gasera	Bajo		
		82	IGL4512	Iglesia Evangélica Independiente de México A.R. - Peniel	San Fernando	Nuevo Padilla entre Berriozabal y Álvarez										
		83	IGL5130	Iglesia Evangelista Independiente de México A.R.	Jardín	Bugambilias entre Laureles y Claveles										
		84	IGL5131	San Martín de Porres		Jazmines esquina Margaritas										
		85	IGL5129	Agua Viva de México A.R. - Templo Dios es Amor	Bella Vista Norte	20 de Noviembre			Encharcamiento	Alto						
		86	IGL5128	Capilla Cristo Rey		Niños Héroes										
		87	IGL4509	Sagrado Corazón de Jesús	Tamaulipas	Matamoros entre esquina San Fernando								Medio		
	Mercado	88	CCO6000	Mercado Benito Juárez	Centro	Segundo Centenario			Encharcamiento	Alto						
	Oficina de Gobierno	89	OFG6009	Presidencia Municipal	Centro	Miguel Hidalgo y J. Escandon										
		90	OFG6010	Secretaría de Educación en Tamaulipas		Miguel Hidalgo										
		91	ESC4505	CONAFE Coordinación General No. 2	Américo Villareal	Neptuno			Desborde de Cauce	Medio						

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SOCIORGANIZATIVO	Oficina de Gobierno	92	OFG5006	UNETE CAPA Centro Nueva Vida	Bella Vista Norte	Moctezuma							Gasera	Medio		
	Plaza	93	PZA6011	Plazas sin nombre	Centro	Miguel Hidalgo e Ignacio Allende			Encharcamiento	Alto						
		94	PZA6010			Segundo Centenario										
		95	PAR5016			Simón Bolívar y Francisco I. Madero										
		96	PAR5015		Bella Vista Norte	Cristóbal Colon y Simón Bolívar							Gasera	Medio		
		97	PZA4500		Tamaulipas	Bustamante y Camargo										
	Terminal	98	TER4500	Terminal Oriente	Centro	Ignacio Allende esquina Pino Suárez			Encharcamiento	Alto						
		99	TER4501	Central de Autobuses Transpais		Avenida Ruiz Cortínez										
		100	TER4503	Transportes del Noreste S.A. de C.V.												
QUÍMICO	Ducto	101	DGPEMEX	PEMEX	Lázaro Cárdenas	Acero entre 250 Aniversario y Mercurio							Gasera	Alto		
		102	DUC4500		Sin Colonia	Carretera a Carboneras									Ducto	Alto
		103	DUC4501		La Valentina	Sin calle										
	Gasera	104	GAS6004	Gas Guevara S.A. de C.V.	Loma Alta	Carretera Matamoros - Ciudad Victoria							Gasera	Bajo		

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
QUÍMICO	Gasera	105	GAS5004	Gas Elsa S.A. de C.V.	5 de Mayo	Carretera Matamoros - Ciudad Victoria							Gasera	Bola Fuego		
		106	GAS6005	Termo Gas S.A. de C.V.	Loma Alta									Bajo		
		107	GAS4500	Termo Gas S.A. de C.V.	Tamaulipas	Carretera La Laguna								Bola Fuego		
		108	GAS5003	Gas Económico de Matamoros S.A.	Bella Vista											
	Gasolinera	109	GSO4500	Humberto Encarnación Garza Garza Servicios H.C.	Carretera Victoria - Matamoros	Carretera Victoria - Matamoros Km 172.5					Gasolinera	Alto				
		110	GSO4501	Gasolinera del Noreste Gano S.A. de C.V.	Centro	Avenida Ruiz Cortínez esquina Venustiano Carranza			Desborde de Cauce	Bajo						
		111	GSO5004	Agro Gas S.A. de C.V.	5 de Mayo	Carretera Matamoros - Ciudad Victoria							Gasera	Bajo		
		112	GSO4502	Gasolinera Loma Colorada S.A. de C.V.	Centro	Carretera a San Fernando a Campo Pesquero										
	Pemex Tanque	113	TAR4500	Petroquímica Cosoleacaque S.A. de C.V.	Sin Nombre	Carretera a La Laguna									Ducto	Alto
SANITARIO	Hospital	114	HOS4501	Cruz Roja Mexicana Delegación San Fernando	Centro	Abasolo y Pino Suárez			Encharcamiento	Alto						
		115	HOS5021	Unidad de Medicina Familiar San Fernando	Bella vista Norte	Margarita de Juárez y Allende s/n										

Continuación Tabla 132

SAN FERNANDO																	
TIPO		No.	PUNTO CONTROL	NOMBRE	COLONIA	CALLE	GEOLÓGICOS		HIDROMETEROLÓGICO		ANTROPOGÉNICO - PELIGRO QUÍMICO					
											GASOLINERA		GASERAS		DUCTOS	
							TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL	TIPO	NIVEL
SANITARIO	Hospital	116	HOS5022	Hospital General San Fernando	Centro	Carretera Victoria - Matamoros Km 173			Encharcamiento	Alto						
		117	HOS6012	Unidad de Medicina Familiar No. 66		Simón Bolívar y Porfirio Díaz s/n										
		118	HOS6013	Centro de Salud U-06 San Fernando Loma Alta	Loma Alta	Porfirio Díaz y Cristóbal Colon s/n										
		119	HOS5020	Centro de Salud U-02 Colonia Ampliación Bella Vista Norte	Ampliación Bella Vista Norte	Cristóbal Colon entre Cuitlahuac y Constituyentes							Gasera	Medio		

X. **CONCLUSIONES**

X.1. Generales

Se concluye de manera general para los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando lo siguiente:

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se caracterizan por la presencia de extensas planicies interrumpidas por algunos lomeríos, y hacia el Suroeste del área por las primeras manifestaciones de la Sierra de San Carlos, en estos lugares es donde se acentúan los procesos de remoción de masas asociados a deslizamientos y caída de bloques. Con base al análisis por deslizamiento planar se detectaron áreas de peligro principalmente bajo a moderado para el Municipio de Burgos, mientras que el área más susceptible a este tipo de deslizamiento se da en la zona de la Sierra de San Carlos correspondiente al Municipio de Cruillas.

El Municipio de San Fernando es el más vulnerable por efecto de inundaciones, tal es el caso de desbordamiento de cauces, encharcamientos y zonas de acumulación, aunque se tienen posibles daños en Burgos y Méndez, San Fernando sería el más afectado debido a la presencia del Río El Conchos que cruza la Cabecera Municipal, afectando principalmente la zona urbana. San Fernando dejaría pérdidas económicas de $ 291, 695,200.00, ya que podrían ser dañadas 1,595 viviendas con 6,231 habitantes, cabe mencionar que la mayoría de las viviendas son de tipo III en zonas urbanas por lo que la vulnerabilidad es media y tipo I con un grado de vulnerabilidad muy alto en localidades. El nivel de riesgo que predomina es de medio a bajo.

Para los Municipios de de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se aprecia un incremento en los valores de sequía en la región, ya que para el período 1950-1980 los valores oscilaban de 0.50 a 0.60 y para el período de 1980-2000 los valores son de 0.60 a 0.75, dando como resultado un incremento en la categoría de sequía meteorológica, cambiando de severo a muy severo.

Para el caso de peligro por gaseras en el Municipio de San Fernando se identificaron 26 sitios del rubro de sociorganizativos que podrían resultar afectados por la explosión de este tipo de establecimientos. El análisis de gaseras en la Ciudad de Burgos reporta dos colonias con 676 personas y 177 viviendas que resultarían afectadas en caso de explosión de dichos establecimientos. Para la Ciudad de Cruillas se reporta una colonia con 84 personas y 20 viviendas resultantes del análisis de Riesgo de la gasera existente en ésta. Para la Ciudad de San Fernando las afectaciones serían hacia cinco colonias con 7,286 personas y 1,727 viviendas.

En lo que respecta a peligro por presencia de ductos, se determinó que en el Municipio de San Fernando atraviesan 112.23 Km pasando por varias localidades pequeñas. De igual forma en el Municipio de Méndez cruzan 70 Km de ductos, pasando también por varias localidades de menor concentración poblacional.

X.2. Geológicos

Los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se caracterizan por la presencia de extensas planicies interrumpidas por algunos lomeríos, y hacia el Suroeste del área por las primeras manifestaciones de la Sierra de San Carlos, en estos lugares es donde se acentúan los procesos de remoción de masas asociados a deslizamientos y caída de bloques.

Remoción de Masas

Con base al análisis por deslizamiento planar se determinaron zonas que pudieran presentar este tipo de problemática en la parte Sur del municipio de Burgos y al Este de Cruillas bordeando la Sierra de San Carlos. Se observan áreas de peligro principalmente bajo a moderado para el Municipio de Burgos, mientras que el área más susceptible a este tipo de deslizamiento se da en la parte alta oriental de la Sierra de San Carlos correspondiente al Municipio de Cruillas.

El fenómeno de caída de bloques se presenta asociado a cuerpos intrusivos de composición dioritica-sienitica y granodioritica-monzonitica ubicados Centro Oeste del Municipio de Cruillas donde predominan los rangos de peligro alto a muy alto. Este fenómeno afecta las localidades El Carrizo y González con una población expuesta de 25 habitantes, distribuidos en siete viviendas, cuyo costo por infraestructura asciende al orden de $366, 200.00 pesos. De las dos localidades en riesgo, El Carrizo se ubica en riesgo alto y González en riesgo medio. Por último, dentro de éste mismo Municipio con respecto a la afectación a vías de comunicación, se ubica en zona de peligro por caída de bloques, con una longitud de 1.03 Km de caminos de terracería, con un costo total por infraestructura vial expuesta de $239.03 pesos.

Otro tipo inestabilidad se presenta en varios puntos del Municipio de Burgos principalmente a lo largo del Cañón El Aguamiel, donde se presenta un mecanismo de caída de bloques por descalce.

El Municipio de Méndez presenta algunos puntos de inestabilidad por caída de bloques en el lomerío Taurino Aguirre cerca de la cabecera municipal. El fenómeno de erosión concentrada también se registra en este Municipio a lo largo del cauce Guadalupe, donde el Ejido del mismo nombre podría presentar movimientos del terreno, ya que se encuentra asentado sobre zona de cárcavas profundas producto de la erosión fluvial.

San Fernando no registra elevaciones considerables por lo que no presenta problemas por inestabilidad de laderas, sin embargo, aún cuando no se tienen registros de antecedentes no se descarta la posibilidad de presentar otro tipo de problemática que se acentúa más en la zona costera, relacionado a movimientos del suelo producto de la erosión del oleaje ó bien asentamientos diferenciales a causa de la litología presente en el área.

Fallas y Fracturas

Los sistemas de fallas y fracturas se presentan en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, con orientaciones preferenciales NW-SE y NE-SW, algunas sensiblemente E-W. Las fallas normales El Mulato, Palos Blancos, El Milagro, Los Reyes, Japón y la Soledad con orientaciones NE-SW y E-W, se localizan bordeando la Sierra de San Carlos, dentro de los Municipios de Burgos y Cruillas; así mismo la concentración de los sistemas de fracturas se ubica en los Municipios antes mencionados y muy escasamente en el Municipio de Méndez.

Los cuatro Municipios que conforman el presente Atlas, se ven afectados en infraestructura como son las vías de comunicación por el peligro por fallas y fracturas con una longitud total de 13.1 Km susceptible a esta problemática.

El Municipio de Cruillas es el que registra mayor longitud de posible afectación en caminos de terracería tanto por peligro de fallas como de fracturas, la longitud expuesta es de 5.12 Km. Así mismo con menor longitud de posible daño se encuentran las carreteras Federal No.180 y Estatal No.22, la primera exponiendo 0.12 Km y la segunda 0.04 Km.

Una longitud de 0.57 Km en caminos de terracería, está siendo afectada por sistemas de fallas y fracturas en los Municipios de Burgos y Méndez. El área rural dentro de la localidad Santa Lucinda (La Presita) en el Municipio de Burgos, se ve afectada por la traza de una falla de tipo normal con orientación sensiblemente E-W; sin embargo en esta localidad sólo existe una vivienda y tres habitantes.

Para el Municipio de San Fernando, 0.85 Km entre caminos de terracería y calles de segundo y cuarto orden, son afectados por sistemas de fracturas; de igual forma, se encuentran en esta posible afectación las carreteras Federal No.101 y Estatal No.18 en tramos de 0.53 y 0.51 Km, respectivamente. Por otro lado, dentro del área urbana la Colonia La Valentina, ubicada al Nororiente de la Cabecera Municipal, podría resultar afectada por la traza de una fractura con orientación NW- SE.

En las áreas urbanas de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, no presentan peligro por hundimientos cársticos debido a la distribución de las rocas carbonatadas ubicadas al Suroeste de la región al Noroeste de la sierra de San Carlos.

Hundimientos

Con base a la zonificación de peligro por dolinas localizadas al Suroeste de Burgos, se tiene la ausencia de riesgo por hundimientos cársticos en las localidades y vías de comunicación, debido a que éstas se sitúan en las llanuras del área de estudio.

Sismos

De acuerdo a registros de base de datos, el área de los Municipios que conforman el presente Atlas, en los últimos 80 años sólo ha registrado un sismo a una de 33 Km profundidad situado al Noroeste del Municipio de Cruillas, el cual de manera general, no llega representar peligro para la población.

X.3. Hidrometeorológicos

El Municipio de San Fernando es el más afectado por los diferentes tipos de inundación, como desbordamiento de cauces, aunque se tienen posibles daños en Burgos y Méndez, San Fernando sería el más afectado, ya que el río de mayor relevancia que es El Conchos, cruza la Cabecera Municipal, dañando principalmente las zonas urbanas. En cuanto a encharcamientos y zonas de acumulación, de igual manera que desbordamiento de cauces, sólo se presentan en San Fernando, mientras que en el caso de canales éstos son de poca relevancia ya que sólo provocan daños a vías de comunicación también de San Fernando.

Desbordamiento de Cauces

En la zona el Municipio más afectado por el desbordamiento de cauces como ya se mencionó en el párrafo anterior es San Fernando, con un total de cuatro localidades y diez colonias posiblemente afectadas, en caso del desbordamiento del Río Conchos, el cual es el cauce más importante para la zona estudiada; la posible afectación en San Fernando dejaría pérdidas económicas de $ 291,695,200.00, ya que dañaría 1,595 viviendas y 6,231 habitantes, cabe mencionar que la mayoría de las viviendas son de tipo III en zonas urbanas por lo que la vulnerabilidad es media y tipo I con un grado de vulnerabilidad muy alto en localidades. El nivel de riesgo que predomina es de medio a bajo.

Encharcamiento

La problemática de encharcamiento se presenta en la zona urbana de San Fernando donde se obtuvo una afectación a 13 colonias que abarcan una superficie de 6.26 Km^2 donde se ubican 4,237 viviendas con 16,340 habitantes. Sólo 4 colonias son las más afectadas por este evento y son: Ampliación Loma Alta, Loma Alta, Vista del Norte y las colonias que no registran nombre; pues superan más de 1,000 unidades.

La zona urbana de San Fernando presenta que el tipo de vivienda III es la más predominante y afectada debido a que presenta mayor número de casas con 3,923, clasificadas con una vulnerabilidad media. En segundo término, la vivienda de tipo II y IV con 154 y 141 unidades, respectivamente; dichas tipologías son consideradas como vulnerabilidad alta y baja; y las viviendas de tipo I con 19 unidades representa la vulnerabilidad muy alta. Las colonias con mayor diversidad de tipos de viviendas son: Ampliación Loma Alta, Francisco Galván Loperena, Loma Alta, Ribereña No. 2, Vista del Norte, y las colonias que no presentan registros de nombre.

La Cabecera Municipal de San Fernando presenta viviendas del tipo II y III, que resultan con un nivel de riesgo alto y medio. Las zonas con riesgo muy alto y medio, tipo de vivienda I y IV, se localizan al Sureste, Suroeste y Noreste de dicha zona urbana.

Desbordamiento de Canales

La problemática por desbordamiento de canales se detectó en vías de comunicación, donde se afectan un total de 72.14 Km, lo que representa una pérdida de $50,927; donde los tramos carreteros más afectados son caminos de terracería (64.62 Km) y carretera Estatal (6.84 Km). El Municipio de Méndez sólo es afectado en camino de terracería (19.83 Km).

Por otro lado, la localidad El Ebanito, Municipio de San Fernando, es afectada con un registró mínimo de población y vivienda. El sector Noreste del territorio comprendido por éstos Municipios se ubica la zonificación realizada en este tipo de infraestructura hidráulica. La localidad El Ebanito presenta la vivienda de tipo I, que es considerada con el grado de vulnerabilidad muy alto y el costo de daño asciende a $8,750.

La vivienda de tipo I presente en la localidad El Ebanito, resulta con un riesgo alto, debido al producto de la correlación entre el peligro de dicho fenómeno, medio y la vulnerabilidad muy alta debido a que se representa el tipo de vivienda más vulnerable de ésta clasificación.

Desbordamiento en Zonas de Acumulación

La problemática de inundación por zonas de acumulación, afecta a los Municipios de Burgos. Méndez y principalmente a San Fernando, por su cercanía con la Laguna Madre, esta zona de acumulación provoca daños en este Municipio a un total de diez localidades, lo que afectaría 256 viviendas, 1,013 habitantes y una pérdida económica de $ 3, 422,450.00, es importante mencionar que éstas localidades se encuentran dentro de una zona de riesgo de alto a muy alto ya que todas las viviendas son de tipo I y II, lo que las hace tener un grado de vulnerabilidad de alto a muy alto. Para el caso de zonas urbanas las afectaciones serían mínimas, ya que este tipo de desbordamientos afecta principalmente localidades.

Tormentas

Para éstos Municipios de manera general, se tiene un promedio anual de 0 a 14 días de Tormenta, siendo San Fernando el que registra los valores más altos. En cuestión de granizadas, se tiene una máxima anual de 4 días con el evento, los meses más recurrentes son Febrero y Diciembre.

Ciclones Tropicales

Durante el período de 1854-2008, en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se han registrado 42 ciclones tropicales. En el año 2005 se presentó un Ciclón Tropical: “Emily”, el cual causó los mayores estragos en la mayoría de los Municipios del Estado. La Tormenta Tropical es el tipo de Ciclón Tropical más frecuente en éstos Municipios con una recurrencia de 6.8 años y el Huracán categoría 1 es el segundo evento con mayor recurrencia con un promedio de 21.3 años mientras que el Huracán categoría 2 presenta un promedio de 21.6 años. Otros tipos de Ciclones Tropicales como la Depresión Tropical, el Huracán categoría 3, 4 y 5 son los tipos de Ciclón Tropical menos recurrentes pues sólo se han presentado 2 (1945 y 1978), 2 (1970 y 2005), 2 (1880 y 1988) y 2 (1967 y 1977) años, respectivamente. La trayectoria de los Ciclones Tropicales atraviesa preferentemente por el sector Centro que comprende todo el territorio en estos Municipios.

Sequías

De acuerdo a los resultados obtenidos en la generación del mapa por grado de sequía meteorológica para la región de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, se aprecia un incremento en los valores que determinan el grado de severidad de sequía en la región, ya que para el período 1950-1980 los valores oscilaban de 0.50 a 0.60, y para el período de 1980-2000 los valores son de 0.60 a 0.75, dando como resultado un incremento en la categoría de sequía meteorológica, cambiando de severo a muy severo.

Los Municipios que presentan los índices de severidad más elevados corresponden a Cruillas y San Fernando, este último en su zona Centro-Sur tiene el valor máximo de 0.75 de la región de estudio. Para Cruillas el valor máximo es de 0.73 y se ubica al Suroeste. El valor más bajo (0.50) que reporta esta región, se ubica en la zona Norte, en los Municipios de Méndez y San Fernando.

Erosión

La zona comprendida por los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando presenta un panorama variado con respecto a la susceptibilidad de su territorio a la erosión, siendo las zonas Sur, Suroeste, Centro y este las que presentan mayor susceptibilidad de acuerdo a su litología, edafología, relieve y tipo de vegetación.

En la región de la llanura aluvial, ubicada al Este del Municipio de San Fernando, los efectos que causan erosión son consecuencia de ambientes salinos y los fuertes vientos derivados de algún evento meteorológico; para el primer caso, la salinidad de los suelos es consecuencia del exceso de irrigación de las tierras con altas concentraciones de sales en el agua, además de la geología presente en el lugar y un clima seco, reduciendo así el crecimiento de la vegetación y al mismo tiempo la protección y cohesión del suelo ante los efectos erosivos. Para el segundo caso, los vientos cuya fuerza son capaces de mover partículas finas como arcillas y limos, hasta gravas y cantos son los causantes de la erosión eólica del lugar.

Para esta región la escasa pendiente de la superficie aunado a los rangos de precipitación en la mayoría del territorio hacen que la erosión hídrica sea de categoría débil, siendo que este tipo de erosión es considerada como el mayor agente erosivo, por la extensión y arrastre que puede generar.

Incendios Forestales

La región conformada por Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando no registra incendios en sus regiones naturales, su índice vegetal incendiario se considera nulo, bajo, medio, alto y muy alto, siendo los dos últimos los de menor extensión de la región, caso contrario con los del tipo bajo y nulo que conforman la mayor proporción de la zona de estudio.

Las cuestiones climatológicas aportan el panorama para facilitar los incendios, para el caso de ésta región, las altas temperaturas y el grado de severidad de la sequía meteorológica son un ejemplo claro de las cuestiones antes mencionadas, sin embargo, el tipo de vegetación presente disminuye la probabilidad de ocurrencia de este tipo de siniestros, a excepción de la zona conformada por el 8% que tiene un grado alto y muy alto de acuerdo al índice vegetal incendiario obtenido por la CONABIO.

X.4. Antropogénicos

Sitios de concentración masiva

Se verificaron un total de 191 sitios del rubro de sociorganizativos en los Municipios de San Fernando, Burgos, Méndez y Cruillas. De los sitios verificados se identificaron que algunos se encuentran ubicados en zonas de peligro natural o químico, y se describe a continuación.

Los sitios de concentración masiva de los Municipios de San Fernando, Burgos, Méndez y Cruillas no presentan peligro geológico.

En lo que se refiere a peligro por inundación se identificaron un total de 83 de los cuales el Municipio con mayor número de sitios en zona de peligro es **San Fernando**, con un total de 80 sitios, entre los que se encuentran, 25 centros escolares; 27 centros religiosos; un auditorio que es el Centro de Convenciones de San Fernando (AUD4500); tres cementerios que son, el Panteón Paso Real (CEM6004), el Panteón Municipal (CEM4500) y el Panteón Municipal de San Fernando (CEM4501); cuatro centros comerciales que son el Mercado Benito Juárez (CCO6000), Mi Bodega Aurrera (CTC4500), Su Bodega Almacenes Ibarra S.A. de C.V. (CTC4001) y Súper M (CTC4502); cuatro centros

deportivos que son, la Unidad Deportiva de San Fernando (CDE6010), el segundo corresponde a una cancha deportiva (CDE6011), el tercero es el campo deportivo Américo Villareal (CDE4500) por último, El Gimnasio Municipal Esperanza Alicia Cárdenas Villalón (CDE5010); una oficina de CFE, cinco hoteles que son, Villa de San Fernando (HOT4503), hotel Tenos (HOT6009), Quinta La Herradura (HOT4500), hotel Garcías (HOT6006) y el hotel América (HOT4504); tres oficinas de gobierno que son CONAFE Coordinación general No. 2 (OFG4505), Secretaría de Educación de Tamaulipas (OFG6010) y la Presidencia Municipal (OFG6009); cuatro plazas; y tres terminales, línea de Transporte del Noreste S.A. de C.V. (TER4503), Transpais (TER4501) y la Terminal Oriente (TER4500) en la Colonia Centro. En el caso de la Cabecera Municipal de **Burgos** se tienen tres sitios en peligro por inundación, los cuales son, dos iglesias el Templo Nuestra Señora de Loreto (IGL5152) y la iglesia San Francisco de Asis (IGL5102) en la zona Centro, así como su plaza principal (PZA4200).

Las Cabeceras Municipales de **Méndez** y **Cruillas**, no se tiene ningún sitio en zona de peligro por inundación.

En lo que se refiere a peligro químico por explosión de gasolineras, no se tiene ningún sitio en peligro por exposición a radiación térmica de gasolineras en ninguno de las cuatro Cabeceras Municipales.

Para el caso de peligro por gaseras en la zona urbana de **San Fernando** se identificaron 26 sitios expuestos los cuales son 11 centros escolares; diez centros religiosos; un centro deportivo (CDE5009), un hotel Las Palomas (HOT6007), una oficina de gobierno que es UNETE CAPA Centro de Nueva Vida (OFG5006) y dos plazas una es la (PZA5015) de la Colonia Emiliano Zapata y la otra es la (PZA4500) de la Colonia Tamaulipas. En el caso de la Cabecera Municipal de **Burgos** son seis los sitios en peligro por gaseras, tres son escuelas, la Secundaria Técnica No. 40 Irene Treviño Rodríguez (ESC5054), el Centro de Educación Media Superior a Distancia CEMSADET (ESC5055) y el Albergue Escolar Clarita Lerma (ESC5056), todas ellas afectadas por la gasera Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS4201); así como tres iglesias, templo Monte Sinaí (IGL5101) y la iglesia Virgen de Guadalupe (IGL5100) que pueden ser afectadas por la gasera Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS4201); el centro religioso Templo Príncipe de Paz (IGL4200) puede ser afectada por la gasera Termo Gas S.A. de C.V. (GAS4200). También se identificó en la Cabecera Municipal de **Cruillas** a dos sitios, uno es el centro deportivo (CDE4151) y el otro corresponde a una escuela Centro de Asistencia Infantil Comunitario (ESC4152), ambos ubicados en la zona de radiación térmica de la gasera Gas Ideal S.A. de C.V. (GAS4150).

En la Cabecera Municipal de Méndez, no se tiene ningún sitio en zona de peligro por gaseras. Para el caso de ductos, no se tiene ningún sitio en zona de peligro

En la Cabecera Municipal de **Méndez**, no se presenta ningún sitio en zona de peligro natural ni químico. Caso contrario, el de mayor número de sitios en peligro se localiza en **San Fernando**, luego **Burgos,** y por último **Cruillas**.

Explosión de Gaseras y Gasolineras

De la simulación por explosión realizada a gaseras y gasolineras instaladas en las Cabeceras de Burgos, Cruillas y San Fernando, se observó lo siguiente:

Los radios de afectación por radiación térmica para el nivel de Peligro, van desde los 211 m hasta los 533 m para gaseras, y de 41.4 m en el caso de gasolineras para la Ciudad de Burgos. Para Cruillas los radios son de 283 m para gaseras y 28 m para gasolineras.

En la Ciudad de San Fernando los radios van de 41 m a los 46 m para gasolineras, y de los 211 m a los 840 m para gaseras. La Ciudad de Méndez no presenta establecimientos de servicio de gasolina así como tampoco de gas L.P.

Del análisis de Riesgo para gasolineras se obtiene que el número una Colonia se verían afectada en caso de presentarse explosión con cinco personas y cinco viviendas, esto es para los establecimientos que coincidieron con información de afectación en Burgos, para la Ciudad de Cruillas, al igual que en la

Ciudad antes mencionada es de una colonia que resultaría afectada, no teniendo afectación hacia viviendas. En la Ciudad de San Fernando, del análisis de las cuatro gaseras se tiene que el número de colonias que resultarían afectadas en caso de explosión de las mismas es de dos, con 18 personas y diez viviendas.

Las colonias que resultarían afectadas por la explosión de **gasolineras:** En la Ciudad de **Burgos** la Colonia Alberto Cabrera Torres. Para la Ciudad de **Cruillas** una porción de la Colonia Centro. En el caso de la Ciudad de **San Fernando** se tienen las colonias 5 de Mayo y Colonia Tamaulipas. Cabe mencionar que para las gasolineras el diámetro no es de dimensiones extensas, por lo mismo, estas colonias no se verían completamente afectadas, sino sólo una porción de ellas. Existe la posibilidad de que algunos establecimientos previendo una situación de riesgo hacia la población reservan una porción de terreno para ocuparse como zona de amortiguamiento de daños.

En la Ciudad de **Burgos**, la colonia que podría ser afectada por la explosión de la gasera es: Alberto Carrera Torres. La Colonia que sería afectada en caso de explosión de una gasera en Ciudad **Cruillas,** es una porción de la Colonia Centro. Para la Ciudad de San Fernando, las colonias con posible afectación en caso de explotar el tanque de almacenamiento de la gasera son: Vista del Norte, Emiliano Zapata, Camionera, 5 de Mayo y Ampliación Bella Vista Norte. Las dimensiones de los radios de afectación de gaseras son amplias, por lo que algunas colonias resultarían afectadas en su totalidad, y otras, sólo de manera parcial.

El análisis de gaseras reporta dos colonias con 676 personas y 177 viviendas, que resultarían afectadas en caso de explosión de dichos establecimientos, estos datos son el resultado del análisis por explosión de las dos gaseras existentes en la Ciudad de Burgos. Para la Ciudad de Cruillas, se reporta una colonia con 84 personas y 20 viviendas resultantes del análisis de Riesgo de la gasera existente en esta Ciudad. En la Ciudad de San Fernando las afectaciones serían hacia cinco colonias, 7,286 personas y 1,727 viviendas.

Con el fin de obtener el nivel de Riesgo para estaciones de servicio (gaseras y gasolineras) se generó una matriz de cada tipo de establecimiento, en los que se conjuntan diversos escenarios de Peligro contra Vulnerabilidad (tipo de vivienda). Partiendo del análisis se tiene que algunas de ellas no reportan el nivel de Riesgo (Riesgo Nulo y/o Sin Datos), ya que no hay población susceptible a ser afectada o viviendas o porque no se tiene la información AGEB de esa zona.

Para peligro químico, el número de simulaciones de explosión fueron: en Burgos una para gasolineras y dos de gaseras, en Cruillas se realizó una simulación para gasolineras y una para gaseras; por último para San Fernando se realizaron cuatro simulaciones para gasolinera y cinco para gaseras.

La reacción en cadena por explosión de gasera, se presenta en la Ciudad de San Fernando, éstas gaseras son Gas Elsa S.A. de C.V. (GAS5004), Gas Guevara S.A. de C.V. (GAS6004) y Termo Gas S.A. de C.V. (GAS6005). En el caso de gasolineras no se presenta la probabilidad de que se presente una reacción en cadena por explosión.

Explosión de Ductos

Por su ubicación geográfica los Municipios de Méndez, Burgos, Cruillas y San Fernando se encuentran dentro de la cuenca de Burgos, dando acceso a exploración del gas por compañías contratistas de PEMEX que cuenta con pozos de exploración y explotación dentro de estos Municipios.

En el Municipio de **Burgos** no pasa las líneas de ducto y no afectan la zona urbana.

En el Municipio de **Cruillas** los 17.46 Km de longitud de las líneas de ductos se distribuyen lejos de la mancha urbana, su ubicación lejana no permitió realizar un análisis con la ayuda de la zonificación, así como tampoco se identificó la presencia ductos en las principales poblaciones. Los ductos pasan al Sureste del Municipio pasando por las localidades de Los Jabalinas, San Isidro (Lauro Guerra), La Orquídea, San Isidro y Palo Blanco cuentan de uno a 55 habitantes.

En el Municipio de **San Fernando** atraviesan 112.23 Km de longitud de ducto pasando por varias comunidades y localidades pequeñas que cuentan de uno a 50 habitantes, conocidas como Huapango, Guadalupe, Ciudad de San Fernando, El Tepehuaje, San Vicente, Jesús Vázquez Moya, El Galeno, Felipe Carrillo Puerto, Nuevo San Fernando, Adolfo Ruíz Cortínez, Miguel Ramos, La Peñita Florida Norte y Florida Norte La Presa, así como ranchos y haciendas localmente conocidos. Los ductos cruzan por zonas agrícolas, vías de acceso como la carretera federal de Matamoros y Reynosa-Ciudad Victoria, y los ríos Chorreras y Conchos.

En la Ciudad de **San Fernando** la trayectoria del derecho de vía de los ductos de PEMEX pasan en la porción Oriente de la Ciudad de San Fernando. La zonificación mostró un sector de la Ciudad en peligro por explosión de ductos que exponen las colonias Valentina y Villa del Mar poniendo en riesgo a 19 habitantes que viven en viviendas tipo II y III poniendo en riesgo al 0.06% de la población. Así mismo se identificó un sitio público dentro de peligro por ductos, éste corresponde a la iglesia Monte Calvario (IGL5123) ubicada en la calle Calamar esquina Miguel Hidalgo de la Colonia Villa del Mar donde se concentra alrededor de 80 personas.

En el Municipio de **Méndez** cruzan **70** Km de longitud de ducto pasando por varias comunidades y localidades pequeñas con uno a 50 habitantes, conocidas como Rancho Nuevo, El Culebreño, José González, Santa Petrita, El Cerrito (Guadalupe del Cerrito), Altamira de los López, y Ramírez Martínez Suárez, La Esperanza, Miguel Alvarado, El Moquetito, Mártires del Campo, Lázaro Cárdenas, El Nuevo Chapeño, Guadalupe, Américo Villareal Guerra, Manuel Parreño, Pedro José Méndez, Alfredo Morales Ruelas, Ricardo Espinoza Guerrero, El Lucero, La Nutria, San Lorenzo de Cárdenas González, El Ebanito, El Porvenir Nuevo y El Paraíso.

En el poblado de **Méndez** una línea de un ducto pasa en la porción Norte. La zonificación mostró un sector en peligro por explosión de ductos que exponen a 39 habitantes que viven en nueve viviendas tipo II y III poniendo en riesgo al 3.8% de la población. También se identificó un sitio público dentro de peligro por ductos, este corresponde al panteón Municipal (CEM5002) ubicado al Norte de la población.

Sanitarios

Con respecto a peligros sanitarios, en los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando, los centros de atención médica pertenecientes al sector salud son: el hospital general ubicado en carretera Victoria – Matamoros en la Colonia Centro, cartografiado con a clave HOS5022 perteneciente a la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA), otra es la unidad médica familiar No. 66, ubicada en la calle Porfirio Díaz y Simón Bolívar en la Colonia Loma Alta, correspondiente al IMSS con la clave HOS6012 y finalmente la unidad correspondiente a la Cruz Roja mexicana se encuentra en la Colonia Centro, todas localizadas en la cabecera Municipal de San Fernando.

El hospital general de San Fernando coordina 14 unidades de primer nivel, pertenecientes a la Secretaría de salud, y a tres unidades médicas rurales del IMSS, solidaridad de los cuatro Municipios que integran a dicho Atlas.

Con lo que respecta a las unidades médicas del sector privado, sobresale la unidad pediátrica ubicada en la calle Canales No. 804, de la Colonia Centro de San Fernando, misma que se cartografío con la clave HOS5023.

Las instituciones médicas que se encuentran en zonas de afectación por peligros de inundación son, la unidad médica de la Cruz Roja Mexicana en la Colonia Centro HOS4501, la unidad médica familiar en la Colonia Belle Vista Norte HOS5021, el hospital general en la Colonia Centro HOS5022, Unidad médica Familiar No.66 HOS6012 y centro de salud U-06 HOS6013, ambos en la Colonia Loma Alta, todas ellas localizadas en la Ciudad de San Fernando.

En el Municipio de San Fernando se verificó el basurero Municipal, en el cual, no se lleva un control de la cantidad y clasificación de residuos que opera, propiciándose la contaminación de suelos y acuíferos del área. Asimismo el rastro de San Fernando trabaja de manera similar al basurero, no cuenta

con un control de las aguas residuales que vierte, así como falta de cuidados en las operaciones de mantenimiento y equipo.

XI. **RECOMENDACIONES**

XI.1. Geológicos

Remoción de Masas

Un aspecto fundamental para la prevención de daños por inestabilidad de laderas es el uso adecuado del suelo, en el caso de vías de comunicación, diseñar cortes de materiales en función de las características geológicas de la zona y, en general, evitar construcciones en zonas cartografiadas por diferentes tipos de peligro por procesos de remoción de masa. Asimismo, no obstruir el cauce de cañadas, particularmente por asentamientos humanos, ya sea regulares o irregulares.

Se recomienda realizar estudios geológico-estructurales detallados, previos al diseño de los cortes, de los que se desprendan acciones para la estabilización definitiva y oportuna de los taludes. Existe una gran diversidad en cuanto a medidas de saneamiento utilizadas para lograr la estabilidad de un talud, entre las más comunes se encuentran:

En el caso de mecanismos de inestabilidad por falla plana o cuñas, puede recurrirse a la implementación de anclaje que sirva para la fijación de bloques.

La malla ciclónica es una herramienta que sirve para contener los bloques desprendidos del talud y evitar su caída a la zona vial o construcciones, a su vez éstos bloques se acumulan en la base del talud por lo que pueden ser fácilmente retirados y evitar obstrucciones viales.

Los gaviones sirven para evitar el transporte de material desprendido, construyéndose generalmente al pie de talud. Un punto importante es identificar y retirar aquellos bloques que se encuentren propensos al desprendimiento, si éstos son de gran dimensión, será necesario fragmentarlos en pequeños bloques para facilitar su remoción.

En el caso de litologías clásticas como los taludes que se presentan cerca de la costa, donde se tienen material heterogéneo, puede emplearse concreto lanzado, previniendo la alteración y erosión de la roca, ó bien aumentar los esfuerzos de confinamiento del talud, esto es la generación de muros de contención con sistema de drenes para evitar la saturación del material, por lo que es importante que éstos se mantengan en revisión constante para evitar el azolve de sedimentos.

Una alternativa adicional resulta el recubrimiento de la superficie del talud por medio de cobertura vegetal.

Dar seguimiento y mantenimiento a las obras de estabilización en cortes y laderas con la finalidad de que el peligro se reduzca y no llegue a incrementarse por la falta de mantenimiento.

Fallas y Fracturas

Monitorear sistemáticamente las zonas donde se cartografiaron sistemas de fallas y fracturas, y observar si la infraestructura presenta agrietamientos ó roturas de tuberías y ductos, para poder detectar cualquier movimiento de terreno y tomar las medidas de mitigación pertinentes.

Hundimientos

No realizar ningún tipo de construcción sobre o a una distancia menor a 50 m de la periferia de las dolinas, ubicadas al Suroeste del Municipio de Burgos.

XI.2. Hidrometeorológicos

De entre los diferentes fenómenos naturales que se presentan en los Municipios de Burgos, Méndez, Cruillas y San Fernando; sobresale la inundación que es provocada por el desbordamiento de cauces, generalmente en la mayoría de las colonias y localidades esto sucede, ya que muchas se encuentran asentadas en zonas cercanas a los cauces, lo que provoca que lluvias atípicas generadas por la influencia de los ciclones tropicales, éstos se desborden, causando múltiples daños en las viviendas y sus habitantes. Otros tipos de inundaciones son por canales, encharcamientos y algunas zonas de acumulación tal es el caso de la Laguna Madre.

Inundación

Para los diferentes tipos de inundación determinados en éste estudio, se enlistan algunas medidas de prevención y mitigación que pueden ser de gran utilidad:

La inundación por encharcamiento afecta a las colonias debido a la ineficiencia y azolvamiento del sistema de alcantarillado, lo cual provoca afectaciones parciales o totales en dichos asentamientos. Se recomienda realizar programas de mantenimientos continuos, para el desazolve de éstos sistemas, la verificación periódica de las condiciones físicas del sistema y una cultura de limpieza en calles, bordos y cualquier infraestructura destinada al encausamiento y contención del flujo hídrico; son medidas muy efectivas para disminuir la presencia de éste tipo de inundación. Éstas medidas podrían disminuir los daños.

Se recomienda la difusión a la población de la información generada en el presente estudio, principalmente la zonificación de sitios potencialmente afectables por las diferentes causales de peligros y la condición en la que se encuentra. También, orientar a la población, para el caso de inundaciones, sobre el que hacer antes, durante y después de un evento de éste tipo; y una vez definida la zonificación de peligro por inundación; que la autoridad correspondiente implemente acciones de protección para la población. En su caso, que se determinen zonas de desalojos preventivos y definitivos de las viviendas, en función del grado de peligrosidad en que se encuentran. Un ejemplo de estos asentamientos se presenta en algunas colonias situadas en la Cabecera Municipal de San Fernando, las cuales se encuentran muy cercanas al cauce del Río Conchos.

Para mitigar las inundaciones, se recomienda construir obras civiles como herramienta preventiva e importante para disminuir y mitigar los efectos adversos por este tipo de fenómeno. Algunas de ellas son:

Canalización (entubamiento del cauce).- Consiste en desalojar rápidamente los volúmenes que escurren en un cauce confinándolos en secciones menores a las naturales mediante muros o tubos, tratando de reducir las inundaciones o para aprovechar los terrenos aledaños.

Corte de meandros (rectificación de la corriente).- Consiste en rectificar el río, con lo que se aumenta la capacidad hidráulica del cauce. El efecto de ésta solución es sólo a lo largo de la rectificación, y en el tramo inmediatamente aguas arriba de ella.

Bordos longitudinales y perimetrales.- Son terraplenes de arcilla, generalmente, cuyo objetivo es proteger vidas humanas, zonas de interés social o industrial contra las sobreelevaciones del nivel del agua en el cauce de inundación.

Muros de encauzamiento.- Se utilizan principalmente en zonas bajas y cuando los taludes de los bordos resultan muy tendidos y el gasto es muy grande o bien al cruzar zonas urbanas. El cauce principal se ubica entre ellos, dejando una planicie de inundación no adecuada para desarrollo urbano. Estas estructuras pueden construirse de concreto en masa o armado, gaviones o mampostería.

Se recomienda el monitoreo permanente sobre el comportamiento de la red de canales de riego ya que, si bien su caudal está controlado, las lluvias extraordinarias podrían ser causales de su

desbordamiento y afectación a comunidades rurales. Se recomienda limpieza permanente a los canales a fin de evitar que el flujo de agua se estrangule y se desborde. Esta misma práctica se puede implementar para las corrientes fluviales donde en algunos de sus transeptos son obstruidos por basura, así como, azolvados por sedimento e intensa vegetación en las paredes de los cauces.

Por otro lado, también es recomendable la reforestación de la cuenca ya que ésta permite recuperar el control de la relación lluvia-escurrimiento

Erosión

Las características naturales aunadas a las condiciones climáticas, generan un panorama de distintos grados de susceptibilidad ante la erosión. La vegetación es la principal barrera ante este proceso de pérdida de suelo, por lo que es de vital importancia conservar la cubierta vegetal y aumentarla, sobre todo en zonas con escasa vegetación y regiones donde el relieve ocasiona transporte de material edáfico, tal es el caso de la zona Oeste y Suroeste de esta región.

Crear barreras naturales contra los efectos erosivos del viento, cuidar las dunas en barras y playas de las costas del Municipio de San Fernando, además de cuidar la vegetación que se desarrolla en la periferia de los cuerpos de agua.

Sembrar árboles para retener humedad y disminuyan la velocidad del viento sobre la superficie, principalmente en la llanura aluvial del Municipio de San Fernando.

Evitar las actividades agrícolas en las cercanías de los cuerpos de agua, ya que es muy probable que debido a los altos niveles de evaporación y escasa precipitación, aunado a la cercanía del mar (Fuente de agua salada) los suelos se encuentren bajo un ambiente salino, por lo que se recomienda hacer estudios para determinar el grado de concentración y tipo de sales que pudieran estar presentes, para así determinar la factibilidad y el tipo de la producción agrícola pertinente.

Otra medida de mitigación que se recomienda para controlar los efectos de la erosión, es la aplicación de nutrientes al suelo, como residuos orgánicos naturales y algunos compuestos químicos pueden ayudar a restituir parte de los nutrientes que se pierden durante los cultivos, recomendado a todas las regiones donde se lleven a cabo prácticas agrícolas.

Planificar las obras públicas evitando serios trastornos a la vegetación y el suelo, no alterar los cursos de los caudales de los Ríos ya sean perennes o intermitentes, éstos mantienen la vegetación aledaña y el ciclo natural de los organismos.

Llevar a cabo buenas prácticas en la disposición de los residuos domésticos en zonas urbana y rural, promover la creación de áreas verdes en lugares de alta concentración poblacional y en las áreas agrícolas promover la rotación de cultivos para mantener por más tiempo la fertilidad de los suelos.

Sequias

Optimizar el almacenamiento, extracción y distribución del agua. Asimismo, crear una cultura para el cuidado del agua, donde el trabajo conjunto entre los sectores agrícola, ganadero, industrial, investigación, gubernamental y población sean determinantes para el buen funcionamiento y seguimiento de las acciones a tomar.

Crear sistemas de captación de agua que se recarguen en temporada de lluvias y utilizar el vital líquido en temporada de sequía, principalmente en las zonas Sur de los Municipios de Cruillas y San Fernando, zonas con elevado índice de severidad de la región.

Cerrar ligeramente las llaves de paso de las viviendas para disminuir el caudal que sale por los grifos.

Evitar regar las plantas y jardines y sobre todo, no desperdiciar el agua, se podría utilizar métodos como la hidroponía para actividades agrícolas en pequeña escala.

Buscar alternativas en los cultivos que no demanden cantidades considerables de agua.

Incendios Forestales

En las regiones con categorías altas y muy altas de índice vegetal incendiario, se recomienda a visitantes y habitantes de las localidades aledañas, tener cuidado con las actividades que involucren fuego al aire libre, como quema de pastizales, fogatas, o quema de basura, principalmente en las zonas serranas de la región.

Dar mayor énfasis a los programas de prevención de incendios y capacitar a la población ante este tipo de siniestros.

Recordar a los campistas que acampen en claros sin vegetación si van a encender una fogata.

Tener en cuenta las condiciones meteorológicas. Si éstas favorecen la propagación de incendios debe evitarse encender fuego con cualquier finalidad.

Las siguientes recomendaciones y acciones son fuente de la CONAFOR, el órgano especializado en el cuidado del medio forestal y van directas a las acciones que se deben emprender durante un incendio forestal, plasmadas en su programa de protección contra incendios forestales.

Apertura de brechas cortafuego

a) Remover el material vegetativo hasta el suelo mineral en franjas de por lo menos 3 metros de ancho.

b) Se debe de anclar a barreras naturales o artificiales, para evitar que el fuego pueda pasar hacia el área de interés a proteger.

c) Construir desagües cuando las brechas cortafuego sean construidas en terrenos con pendientes, a efecto de evitar la formación de cárcavas y erosión de las mismas.

d) Realizar la poda de ramas de la vegetación arbórea adyacente a la brecha cortafuego, hasta una altura de por lo menos dos veces la altura de la vegetación arbustiva y alejar el material combustible resultante de la base de los árboles.

Rehabilitación de brechas cortafuego

e) Remover el material vegetativo hasta el suelo mineral, eliminando el material fino (pastos, hierbas, etc.).

f) Construir o reconstruir obras de desagüe para evitar la formación de cárcavas y erosión de la brecha cortafuego.

g) Realizar la poda de ramas de la vegetación arbórea adyacente a la brecha cortafuego, hasta una altura de por lo menos dos veces la altura de la vegetación arbustiva y alejar el material combustible resultante de la base de los árboles.

Líneas negras

h) Realizar la quema controlada de combustibles ligeros y regulares (ramas, hojarasca y pastizales), en franjas de por lo menos 10 metros de ancho.

XI.3. Antropogénicos

Sitios de concentración masiva

Generar programas de prevención para la protección a la población, utilizando el Atlas para identificar los sitios y las escuelas que se encuentran localizadas dentro de áreas de posible afectación por peligros naturales como la inundación, y químicos, por gaseras y gasolineras.

Dar difusión con anticipación sobre de los fenómenos meteorológicos que presentan los Municipios, durante la temporada de lluvias, huracanes y ciclones etc. así como también sobre los niveles de carga hidráulica de Ríos, y si es posible de Arroyos, para estar alertas en caso de desbordamiento de los cauces.

Capacitar a la población acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios. Es importante también informar sobre las zonas o regiones con riesgo no mitigable, así como también acerca de los medios y procesos de reubicación de los sitios, esto es escuelas, iglesias, centros deportivos, etc.

Para el caso de peligro por explosión en gasolineras, gaseras y ductos, se recomienda tomar medidas importantes y pertinentes de protección como son, reubicar dichas estaciones de servicio localizadas en zonas urbanizadas y que representen un peligro a la población.

Explosión de Gaseras y Gasolineras

Para peligro por explosión de gasolineras, gaseras y ductos, se recomienda en algunos casos, la reubicación de dichas estaciones de servicios o, en caso de haber alta congregación de centros de concentración masiva o viviendas realizar la reubicación de éstos, y de no haber asentamientos humanos en sus alrededores, no permitir el establecimiento de nuevos desarrollos urbanos en el área, con la finalidad de conformar una zona de amortiguamiento a estos peligros.

Una vez conocida la ubicación de los establecimientos que representen peligro por el tipo de sustancias que manejan y utilizar este documento (Atlas) y el SIG como herramienta para la planeación urbana, y así evitar el asentamiento de viviendas y/o centros de concentración masiva en las zonas marcadas con los niveles de peligro.

Las gaseras que existen aún no tienen una concentración elevada de sitios vulnerables en caso de explosión, todavía es posible la reubicación de las mismas o, se recomienda que éstas cuenten con sistemas de seguridad para evitar que la afectación sea mayor o se vea reducida en lo posible, esto debido a que el combustible esta a presión lo cual hace que sea potencialmente peligroso.

Debido a que la mayoría de las gasolineras se encuentran dentro de la mancha urbana, se recomienda a las autoridades pertinentes realizar un programa de visitas frecuentes de inspección a los sistemas de seguridad de las mismas, hacer simulacros y mantener un monitoreo constante.

En este tipo de establecimientos se recomienda mantener vigilancia de los sistemas de seguridad de acuerdo a la normatividad vigente emitida por PEMEX, que tenga una distribución adecuada dentro del establecimiento. Procurar contar con un sistema de detección de gases y con aislamientos de emergencia.

Para el presente documento la zonificación marcada en color azul, indica zonas que no tienen Riesgo (Nulo y/o Sin Datos), ya sea que no existan viviendas en ellas o no se contó con la información reciente en este rubro. Aún así, es conveniente evitar la construcción de asentamientos humanos o alguna de alguna otra infraestructura vulnerable, para ello se recomienda tomar en cuenta la zonificación de peligro para marcar zonas donde se deba evitar el establecimiento de viviendas u otro tipo de actividades.

Realizar un programa general de emergencias por cualquier tipo de eventos, realizar simulacros, y capacitar al personal correspondiente acerca de la manera de enfrentarlos.

Para las gaseras que se presentan en éste análisis, con la probabilidad que con una explosión se provoque una reacción en cadena, se recomienda mantener un monitoreo constante y prohibir cualquier tipo de construcción que se ubique dentro de los radios de influencia de radiación térmica, y los que ya están establecidos reubicarlos.

Explosión de Ductos

La autoridad correspondiente realice estudios para el desarrollo de nuevas colonias, evitando edificar dentro del rango de seguridad de 200 metros de peligro que marcan los ductos. Esto se debe aplicar a la zona urbana de Estación Santa Engracia ya que el crecimiento urbano se está extendiendo hacia la porción Oriente y Noreste del lugar donde pasan los ductos de Pemex.

Que la autoridad Estatal correspondiente gestione ante PEMEX la entrega de información sobre sus redes de distribución de ductos, incluyendo las características físicas y tipo de fluidos que se transporta, para que posteriormente se incluya su ubicación dentro del Atlas. Con el fin de ubicar los sitios de peligro por ductos y programar la construcción nuevos asentamientos lejos de los ductos.

Que se incluya la zonificación de peligro por ductos en el plan de desarrollo urbano para prohibir la construcción de viviendas o asentamientos irregulares en los próximos 200 metros de la línea de ductos de PEMEX.

Sanitario

De acuerdo al número de habitantes que tiene las Cabeceras Municipales de Burgos, Cruillas y Méndez, son ciudades pequeñas, sin embargo, es recomendable remodelar o en su caso ampliar instalaciones así como la integración de personal médico para mejor atención.

En el hospital general de San Fernando del SSA, y en la unidad de pediatría del sector privado (SMP), debido a que descargan sus aguas sin tratamiento al drenaje, canales y finalmente a Ríos, se recomienda se instalen plantas de tratamiento de aguas residuales. Así como exigir mejor control sobre los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) y su destino final, debido a que no se nos proporcionó información al respecto, por lo que se recomienda a Protección Civil le de seguimiento o solicite a las autoridades correspondiente.

En el caso de las unidades que se encuentran en zonas de afectación por el peligro de inundación, realicen medidas de prevención y reforzar los planes de contingencia así como dar mantenimiento como desazolvar a la red de drenaje y red hidráulica superficial (Ríos, Arroyos y canales), para evitar desbordamientos.

Debido a remanentes de llantas quemadas en el sitio. Realizar un estudio de caracterización de subsuelo que permita conocer dirección y magnitud de contaminación por lixiviados y con base en ello tomar acciones de saneamiento en los sitios de disposición final (Basurero Municipal) y posteriormente en su programa de abandono, sean acondicionados como área verdes y/o proponer estudio para construcción de un relleno sanitario en un punto intermedio donde se concentren los residuos sólidos de los cuatro Municipios motivo de estudio.

Para el buen funcionamiento del rastro, hacer cumplir con las leyes, normas y reglamentos ambientales que emiten las instalaciones especializadas (rectoras), así como remodelarlos y dotarlos de material y equipo con tecnología de punta para el sacrificio humanitario de ganado y producción de carne con calidad sanitaria, para su desagüe, se recomienda la instalación de planta de tratamiento de aguas residuales.

XII. **BIBLIOGRAFÍA**

Aparicio, M. y F. Javier. 1999. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Limusa Editores. Distrito Federal, México. 151p.

Armas, Z. J. M. 2004. Cartografía Geológica Estructural del Valle de Huizachal, Como Base para el Análisis de Estabilidad de Taludes de La Carretera Rumbo Nuevo, Tamps, México. 134 p.

Bossi, M., Matich, D., Pignani, J., M. 2000. Cátedra: Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos II. Difusión de los productos de combustión del PVC (policloruro de vinilo) en la atmósfera sobre la Ciudad de rosario. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Departamento de Ingeniería Química.

Capurro, Luis. 2005. Huracanes, Tifones, Baguios. Whillis-Whillis y Ciclones. CINVESTAV Unidad Mérida. México.

Casal, J., Montiel, H., Planas, E., Vílchez, J. 1999. Análisis de riesgo en Instalaciones Industriales. Edición de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Primera Edición.300 p.

Castillo, Rivera, L., Montoya, Herrera L., Ruiz, García, J., 2001. Tratamiento Integral de Residuos de Rastros. Revista Ciencia y Desarrollo Volumen XXVII, Número 160. Septiembre-Octubre 2001, pp: 48-53. México D.F.

CENAPRED. (Centro Nacional de Prevención de Desastres) 2006.- "Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. México, D.F. 166p

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2006a. Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos. México, D.F. 278 p.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres/Secretaría de Gobierno). 2006b. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos. México, D.F. Pp. 15.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastre). 2006c. Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Químicos y Evaluación de la Vulnerabilidad. México, D.F.

CFE (Comisión Federal De Electricidad). 1993. Manual de diseño de obras civiles. Sección C, Tomo I, Tema1, Capítulo 3 Diseño por sismo.

CNA (Comisión Nacional del Agua). 2005. Climatic Computer Program. Información Digital.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). Programa Estatal de Protección contra Incendios Forestales (PEPCIF). Temporada 2009.

Darío, B., R. 2006. Vertederos Laterales (Obras hidráulicas), Universidad Nacional Autónoma de México.

Dinámica, Heurística. 2007. Manual de referencia. SCRI FUEGO. Modelos de simulación de consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.3.

Díaz, Barriga Fernando. 1996. Los Residuos Peligrosos en México. Evaluación del Riesgo para la Salud. Salud Pública de México. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca Morelos, México. 38: 280-291. 1996.

DINAPRE (Instituto Nacional de Defensa, Dirección Nacional de Prevención). 2006. Manual Básico para estimar Riesgo. Lima, Perú.

García, Balán, R.M. 2008. Riesgo de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Cd. Madero, Tamaulipas. Tesis de Maestría. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 221 p.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografia.246 p.

Garza Flores R., D. Márquez Fernández, R. Tobías Jaramillo, L. A. Zavala Guerrero González del Ángel, L. Jonás, R. Huete Fuertes, J. Cruz Sobrevilla, C.A. Garza Flores, J. A. Sánchez González, M. A. Azuara Hernández, 2008. (Estudio de Impacto para los Tiraderos a Cielo Abierto de Residuos Sólidos Urbanos, en la zona Metropolitana del Sur de Tamaulipas). Primer Foro Universitario; Investigación, Sociedad y Desarrollo". Avances y Perspectivas.
Disponible en: http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%202/PRIMER%20FORO%20UNIVERSITARIO/EX-NAT-03.swf

González V. L. I., M. Ferrer, L. Ortuño y C. Oteo. 2002. Ingeniería Geológica. Editorial Prentice Hall Pearson Educación. Madrid. 750 p.

Hernández, C., M., E., Torres, T., L., A. Valdez, M., G. 2000. Sequía Meteorológica. En: C. Gay (comp.) México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo del U.S. Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program, Pp. 25-40.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005a. AGEB's (Área Geoestadística Básica). Información Digital.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005b. II Conteo de Población y Vivienda 2005. Viviendas habitadas y deshabitadas por localidad, 2005. México D.F.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005c. Cartas Topográficas en Escala 1:50 000. Información Digital.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008. Guía para la interpretación de cartografía Edafología.

Milanovic, P. 2003. Prevention and remediation in karst engineering. In: B.F. Beck. Ed: Sinkholes and the engineer and environmental impacts of karst. ASCE. Special publication 122, 3-28.

Montalvo, J. C. 2008. The Historical Seismicity and Prediction of Ground Motion in Northeast México. Journal of South American Earth Sciences 25:pp 37-48.

Olcina, C. J. y C. F. Ayala. 2002. Riesgos Naturales, Conceptos Fundamentales y Clasificación. Riesgos Naturales, Ed. Ariel, pp. 64-65.

Sancho, Cervera, J., Z., F., Zavala, V., M. Sánchez, V., V., Martínez. 1980. Monitoreo de Sequía y heladas. México: Comisión de plan nacional hidráulico. Dirección de inventarios de agua y suelo. Proyecto IA 800/.

SCT-IMT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte). 2007. Evaluación de costos para la construcción de Carreteras. Dirección General de Planeación, SCT. Cotizaciones Consultadas por el IMT, Manual Estadístico del Sector de Transporte 2007.

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2003a. Carta Geológico-Minera Río Bravo G14-18, Estados de Tamaulipas y Nuevo León Escala 1:250,000.

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2003b. Carta Geológico-Minera Matamoros G14-9 12, Estado de Tamaulipas Escala 1:250,000.

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2004. Carta Geológico-Minera Linares G14-11, Estados de Tamaulipas y Nuevo León Escala 1:250,000.

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2006. Carta Geológico-Minera del Estado de Tamaulipas G14-2, Escala 1:500,000.

SGM-IPN-ITESM-UANL. (Servicio Geológico Mexicano, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y Universidad Autónoma de Nuevo León). 2009. Atlas de Peligros Naturales y Riesgos del Área Metropolitana de Monterrey, N.L. y la Región Subperiférica.

Signorini Porchietto Marcelo.- 2008. Rastros municipales y su impacto en la salud pública. Comisión de Evidencia y Manejo de Riesgos. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Secretaría de Salud. Nacameh Vol. 2, No. 1, pp. 1-24. Distrito Federal, México.

Simón G. J. L., Ma. A. Soriano, C. L. Arlegui, y B. J. Caballero. 1998. “Estudio de Riesgo de Hundimientos Kársticos en el Corredor de la Carrera de Logroño”. Memoria Informativa. Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza. P 49.

Suárez, D. J. 1998. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Ed. Universidad Industrial de Santander (UIS). 548p.

Tinajero, G.J., Huesca, L., A., Martínez, V., V., Morelos, R., J., Ruíz, H., J., Escalante, M., F., y Díaz, M., E. 1986. Análisis en la sequía en México en el período 1976-1980. México: Comisión del Plan Nacional Hidráulico. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

UV (Universidad Veracruzana). 2006. *Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz*, Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVECyT). Universidad Veracruzana.

Páginas Web:

CENAPRED, (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2005. Fenómenos Hidrometeorológicos
Disponible en:
http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/SequiaActualización 17 de Abril de 2010

CENAPRED, (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2006. Fenómenos Hidrometeorológicos.
Disponible en:
http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/Inundaciones/
Actualización: 17 de Abril, 2010

CONABIO **(**Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 2009. Puntos de Calor
Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos_calor/doctos/metodologia.html
Actualización: 19 Diciembre, 2008

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), 2009. Incendios Forestales.
Disponible en:
http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=15&Itemid=1
Actualización 03 de Marzo, 2010

El Universal, 2010. Caos en Nuevo León y Tamaulipas por Emily 2005
Roberto Aguilar y Alejandro Salas/Corresponsales
Disponible en: www.eluniversal.com.mx/estados/58108.html

Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Tamaulipas, 2010
Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tamaulipas/medi.htm

Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2005. Hidrología
Disponible en: http://www.tamaulipas.gob.mx/tamaulipas/hidrologia/
Actualización 16 de Mayo de 2005

Gobierno del Municipio del Municipio de Burgos
Disponible en: http://www.burgos.gob.mx/burgos/configuracion.htm

Gobierno del Municipio de Cruillas
Disponible en: http://www.cruillas.gob.mx/index.htm

Gobierno del Municipio de Méndez
Disponible en: http://www.mendez.gob.mx/principal.htm

La Jornada, 2010. Deja *Dolly* 120 mil afectados en Tamaulipas; prevén aguaceros 2008.
Roberto Aguilar y Alejandro Salas/Corresponsales
Disponible en:
http://www.jornada.unam.mx/2008/07/25/index.php?section=estados&article=029n1est

NOAA. (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2010. Ciclones Tropicales.
Disponible en:http://www.nhc.noaa.gov/pastall.shtml
Actualización 1 de Enero de 2010.

Pastrana Álvarez, Santiago: “Clasificación Climática de Köeppen”. Geografía esencial. [En línea].
Disponible en: http://club.telepolis.com/geografo/clima/koppen.htm.
Actualización: 18 de Marzo, 2010

PEMEX (Petróleos Mexicanos). 2004. Anuario Estadístico 2005. México D.F.
Disponible en: http://www.ri.pemex.com/files/content/Anuario_Estadistico.pdf
Actualización: 10 de Abril, 2010

PEMEX (Petróleos Mexicanos). 2007. Anuario Estadístico 2007. México D.F.
Disponible en: http://www.ri.pemex.com/files/dcf/anuario_estadistico_07.pdf
Actualización: 10 de Abril, 2010

SEGOB (Secretaría de Gobernación), 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. México. D.F.
Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Municipios_de_M%C3%A9xico

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2005. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos.
Disponible en: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/normatividad/transporte_terrestre/61NOM-052-SEMARNAT-2005.pdf

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Protección Ambiental-Salud Ambiental-Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos-Clasificación y Especificaciones de Manejo.
Disponible:http://www.ucol.mx/docencia/facultades/facimar/descargas/normas_semarnat/NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.pdf

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.
Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/08_residuos/cap8_2.html
Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/pdf/cap8.pdf

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2006. Carta Geológica Minera del Estado de Tamaulipas a escala 1:500,000. Pachuca, Hidalgo México.
Disponible en: http://portaljsp.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/estados/geologia/tamaulipas.html

SIITAM (Sistema de Información Integral de Tamaulipas), 2010.
Información estadística y geográfica de los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.
Disponible en: http://www.snie.sep.gob.mx/SNIESC/default.aspx

SNIESEP (Sistema Nacional de Información de Escuelas de la Secretaría Educación Pública), 2010. Centros Educativos para los Municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando
Disponible en: http://www.snie.sep.gob.mx/SNIESC/default.aspx

SSN (Servicio Sismológico Nacional), 2009. Sismos Registrados por el Instituto de Geofísica, UNAM.
Disponible en:<http://www.ssn.unam.mx>
Actualización: 1 de Enero, 2010

XIII. **GLOSARIO**

GEOLÓGICO

Aplítica: variedad de rocas ígneas ácidas de textura fina uniforme, compuesta por feldespato alcalino, muscovita y cuarzo.

Arco insular: estructuras volcánicas emergidas como islas, formadas posteriormente a la convergencia de dos placas tectónicas de tipo oceánico, donde una de ellas desciende por bajo de la otra fundiéndose e iniciando una actividad volcánica en el fondo oceánico, si está actividad se mantiene constante, termina construyendo estructuras volcánicas que emergen como islas.

Augen: bandeamientos característicos de las rocas metamórficas

Cabalgaduras: Una falla inversa de pequeño ángulo

Clastos: fragmentos de roca.

Cloritización: Se refiere a la alteración o metamorfismo que se produce en algunos minerales, dándole una tonalidad verde.

Concreciones: es la acumulación de sustancias disueltas por agua dentro de una roca.

Coquina: agregado de restos de organismos marinos, conchas, corales, entre otros, compactados y cementados.

Dolomitización: Reemplazamiento de calcita por dolomita.

Epirogénicos: Consiste en movimientos verticales de la corteza terrestre a escala continental, se presenta como movimientos de ascenso y descenso lento comúnmente reflejado en el basculamientos.

Estilolitas: Facies: Porción de una unidad litológica que posee un conjunto distintivo de características que la distingue de otras partes de la misma unidad.

Fanerítica: término usado para designar la textura para rocas ígneas de grano grueso.

Feldespatos: mineral de Si Al, con variaciones de Ca-Na-K, forma cristales alargados en las rocas ígneas, también se le encuentra en rocas sedimentarias y metamórficas. Granulometría: variación en los tamaños de grano de un sedimento.

Hematita: Oxido de Hierro, $Fe_2 O_3$ mineral marrón rojizo.

Hornfels: variedad de roca producida a partir de un metamorfismo de contacto.

Karsticidad: disolución de carbonato de calcio de las rocas calizas por la acción del agua.

Lamprófidos: conjunto de rocas hipabisales de composición básica, existen variedades de lamprófidos clasificados según la variedad que presentan en su abundancia de piroxeno, anfíbol y biotita.

Marcasita: sulfuro de Hierro $Fe S_2$,

Material lignítico: hace referencia al material que contiene entre un 60 y 75% de concentración orgánica, variando en su concentración entre un 60 y 75% de materia orgánica.

Muscovita: mineral laminar común en todos los tipos de roca,

Nerítico: zona marina entre los 10 a 200 metros de profundidad, bien oxigenada, de baja presión atmosférica y temperatura estable.

Nódulo: concreción pequeña de forma globular, donde en una parte de la roca se encuentran acumulados componentes mineralógicos de la misma.

Orogenia: deformaciones compresivas de regiones más o menos extensas de litosfera continental. Primer período de la Era Terciaria, cuya duración fue de 10 millones de años.

Plagioclasa: Variedad de feldespato,

Sill: Cuerpo ígneo tabular resultado de una intrusión paralela a la capa de las rocas caja.

Terrígenos: hace referencia a los sedimentos de origen continental.

Tobas: Roca formada a partir de materiales volcánicos piroclásticos

Veta: relleno de minerales llamado filón, que ha rellenado una fisura o una falla.

HIDROMETEOROLÓGICO

Afluente. Un afluente, también conocido como río tributario, es un río o arroyo que no desemboca hacia el mar, sino que alimenta el caudal de otro río principal.

Albedo. Es una medida, expresada en porcentaje, de la tendencia de una superficie a reflejar cualquier tipo de radiación que incida sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es del 30-32% de la radiación que proviene del Sol.

Área geométrica. Es una magnitud de medida, de una superficie o extensión comprendida dentro de una Figura y es expresada en Km, hectáreas y metros cuadrados.

Área hidráulica. Superficie ocupada por un líquido en una sección transversal normal a la dirección del flujo.

Azolve. Lodo o basura (sedimentos) que obstruyen un conducto de agua. El azolve puede provocar taponamiento.

Bordo. Obra hecha de tierra que sirve como represa para retener el agua de algún arroyo o riachuelo, o para acumular la lluvia, con el fin de prevenir reservas para la época de sequía.

Canal. Cauce artificial destinado a conducir fluidos para darles salida u otros usos. Está vertiente artificial ayuda a llevar el agua hasta los campos y huertas.

Caudal. Cantidad de agua que transporta un río en un tiempo determinado. Se mide en metros cúbicos por segundo. También se le conoce con el nombre de gasto.

Ciclón. Perturbación atmosférica causada por el movimiento de una masa de aire impulsada por un frente frío, en torno a un área de bajas presiones, acompañada de abundante precipitación pluvial, vientos muy fuertes y descenso en la temperatura. Su desplazamiento obedece al movimiento circular del aire que gira en torno al área de mínima presión. Este movimiento giratorio se efectúa, en el hemisferio Norte, en sentido contrario a las manecillas del reloj, y en el hemisferio Sur a la inversa; se da en espiral y con fuertes corrientes ascendentes en forma de torbellino. Si permanece estacionario, el ciclón tiende a producir lluvias torrenciales que se distribuyen uniformemente alrededor de su centro (espacio tranquilo y sin lluvias). Su trayectoria suele ser de Este a Oeste, con ligera curvatura que lo hace describir una parábola, dirigiéndose luego hacia el Noroeste.

Ciclón tropical. Fenómeno natural ocasionado en el océano, producto de dos masas de aire, una fría y otra caliente, que al encontrarse originan vientos que giran a gran velocidad y forman un enorme remolino. Un ciclón tropical se origina y desarrolla en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes tempestuosas, fuertes vientos y lluvias abundantes. Según la velocidad de sus ráfagas de viento, se clasifican en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

Confluir. Punto donde dos los cauces de dos ríos se unen.

Cuenca. Territorio que se encuentra rodeado de montañas y por el cuál corre un gran río con afluentes (ríos más pequeños o arroyos que lo alimentan), o existe un lago donde éste desemboca. En una cuenca pueden existir obras para aprovechar el agua, como las presas.

Cuenca hidrológica. Superficie regada por un río y sus afluentes (ríos o arroyos más pequeños que lo alimentan), se encuentra delimitada por un parte aguas. Es una subdivisión de una región hidrológica.

Cuerpo de agua. Masa o extensión de agua que cubre parte del planeta, puede ser natural como un lago, mar u océano; o artificial como los estanques.

Deflación. Separación de rocas en pequeños depósitos o sedimentos, a causa de la erosión eólica. Ésta actúa sobre superficies y sedimentos rocosos ya afectados por otros procesos erosivos. La deflación es particularmente efectiva cuando no existe un manto vegetal que proteja los materiales disgregados contra la erosión, esto ocurre mayormente en áreas desérticas y semidesérticas donde se forman “campos de guijarros” (campos con pequeñas piedras pulidas y redondeadas por efecto de la erosión), rocas en forma de hongo (más afectadas por la erosión en su base que en la cumbre), desfiladeros, tubos de deflación y otros tipos de superficies barridas por el viento. Dependiendo de la fuerza del viento, la deflación puede darse también e otros climas menos extremos, en los que por la falta de técnicas de protección adecuadas, se han perdido grandes extensiones para la agricultura.

Depresión tropical. Fenómeno atmosférico producto de la existencia de un sistema de baja presión tropical, lo que ocasiona vientos sostenidos de hasta 62 Km/hr, y grandes cantidades de precipitación. Es la etapa inicial de un ciclón tropical.

Desbordamiento. Evento que se presenta cuando la precipitación provoca un aumento en el flujo de agua de un río o arroyo, lo que ocasiona que éste supere la capacidad máxima de captación (área hidráulica). El desbordamiento puede provocar una inundación fluvial.

Encharcamiento. Inundación provocada por lluvias intensas sobre áreas planas y por deficiencias de drenaje superficial, que ocasionan que el agua se estanque.

Erodabilidad. Vulnerabilidad del suelo frente a la erosión.

Erosión. Fenómeno que disgrega, desgasta y modifica las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre, debido a factores de tipo climático como el viento, la lluvia y oleaje marino

Erosión antropogénica. Es el desgaste y modificación de las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre por la mala actuación del hombre. Una carga excesiva de ganado en una parcela, una mala gestión del suelo y actuación sobre el mismo, con actividades como el excesivo transito de maquinaria penetrante en el terreno y la eliminación de residuos vegetales de cosechas anteriores; la urbanización, explotación forestal, instalación de industrias y la construcción de carreteras, han ocasionado la pérdida de protección proporciona la vegetación, acelerando la erosión de los suelos.

Erosión concentrada. Se refiere al desprendimiento de suelos de manera vertical contribuyendo a la formación de cañadas y cárcavas (zanjas o fosas), se origina esencialmente por la precipitación fluvial, la debilidad del suelo y falta de cobertura vegetal y se clasifica en:

Erosión concentrada a cauces y cañadas. Áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical. Es aquella en donde el agua de lluvia al caer y fluir sobre terrenos con pendientes mayores a 16°, está provoca canales que al paso del tiempo se pueden convertir en cauces.

Erosión concentrada asociada a cárcavas. Tipo de erosión que se asocia a zonas de suelos de poca o escasa compactación, debido a su fragilidad se producen surcos o canales las cuales con las precipitaciones fluviales crecen hasta formar barrancos o cañadas profundas. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznables o depósitos de sedimentos poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad.

Erosión eólica. Desgaste de los suelos producido por el viento en zonas con poca o nula vegetación. Se presenta con mayor frecuencia en zonas desérticas o zonas relativamente secas con terrenos arenosos.

Erosión hídrica. Modificación de suelos por efecto de la agresividad del agua sobre el mismo, ocasionando deslaves o derrumbes. Este tipo de erosión es más visible en ríos, arroyos y lagos, donde el cauce arrasa con las rocas, provocando que el río se vaya hundiendo y forme paredes verticales, propiciando cañones o barrancos; también puede producirse por el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo.

Erosión marina. Desgaste del suelo ocasionado por las olas del mar, corrientes y mareas, dando formas a acantilados, arcos y rocas, modelan las costas del mar y les dan forma.

Erosión moderada. Las acciones realizadas por los asentamientos humanos, modifican constantemente el uso del suelo, alterando la flora y fauna, provocando en muchas ocasiones una mayor erodabilidad en el suelo. Las curvas de nivel influyen a localizar las zonas de mayor pendiente y sobre todo a delimitar los asentamientos humanos cercanos a los relieves topográficos que puedan ser zona susceptible al fenómeno de erosión.

Erosión nula. En las zonas consideradas sin población, de acuerdo a las curvas de nivel y cubierta vegetal presente (generalmente la zona de sierra), el grado de riesgo por erosión propuesto es nulo (Eh0), estás zonas por lo general se encuentran en lugares de difícil acceso y que no se consideran susceptibles a la intervención del hombre.

Escala Saffir-Simpson. Proporciona una escala potencial de daños relacionada con intensidades de huracanes. Fue creada por Herbert Saffir, ingeniero consultor en Coral Glabes, Florida, E. U., en 1971. Debido a su vasta experiencia en el estudio de daños por huracanes a edificios y vegetación en varias partes del mundo, se le pidió propusiera los requerimientos de carga por viento para el Código de Construcción del Sur de la Florida. Más tarde, la escala fue presentada al Centro Nacional de Huracanes en Miami, donde el director de aquella época, R. H. Simpson, agregó el criterio de daños por marea de tormenta a cada categoría de intensidades. La Tabla de escalas fue publicada en 1974 por la revista Weatherwise en su artículo del mes de Agosto y en un principio fue utilizada únicamente como guía para las agencias de ayuda por desastres. Su primera aparición en avisos públicos fue en 1975. La velocidad de viento determina la categoría del huracán; adicionalmente, se asigna la presión central y la marea de tormenta que corresponde a la magnitud de viento típica de cada intensidad del huracán.

Escurrimiento. Parte de la precipitación que se presenta en forma de corrientes de agua que pueden ser de tipo fluvial, superficial, perenne e intermitente o efímera, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Estación climatológica. Instalación que dispone de un conjunto de instrumentos de medición para tomar registros de temperatura, humedad del viento y precipitación en las cuencas hidrológicas, con el fin de realizar estudios climáticos.

Estiaje. Nivel más bajo o caudal mínimo que tienen las aguas de un río en ciertas épocas del año, a causa de la sequía. Al período que dura este nivel, también se le denomina estiaje.

Fenómenos hidrometeorológicos. Fenómenos formados por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Entre los principales fenómenos hidrometeorológicos se encuentran la lluvia, llovizna, nieve, granizo, niebla, neblina, rocío, escarcha, chubasco y tromba.

Fuerza de Coriolis. Efecto que provoca que los cuerpos (masas de aire, aguas oceánicas), tengan una desviación hacia la derecha en el hemisferio Norte, hacia la izquierda en el hemisferio Sur y neutral en el ecuador. Los objetos que se mueven rápido sufren una desviación mayor a los que se mueven lentamente. El efecto de Coriolis no tiene influencia en la energía del movimiento, sólo modifica su dirección dependiendo de la velocidad y latitud del objeto.

Granizo. Tipo de precipitación de agua congelada que se presenta en granos combinados de hielo y nieve, con forma esférica; por lo general su tamaño no excede los 2cm y en algunos casos pueden alcanzar un diámetro de hasta 13cm. El granizo sólo se produce al comienzo de algunas tormentas y cuando la temperatura del suelo es bastante inferior a la de congelación.

Heladas. Fenómeno climático que consiste en un descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua existente en el aire se congele depositándose en forma de hielo, esto producido por una masa de aire polar con una humedad relativa mayor al 60% y con viento poco intenso. A menor temperatura, mayor intensidad de la helada.

Huracán. Fenómeno hidrometeorológico de baja presión tropical que puede describirse como un gigantesco remolino en forma de embudo, que llega a alcanzar un diámetro de casi 1000Km y una altura de 10Km, Gira en espiral hasta un punto de baja presión llamado ojo o vórtice, produciendo vientos de más de 119 Km/h, que siguen en una dirección contraria a las manecillas de reloj, dejando a su paso fuertes lluvias. Un huracán se traslada con una velocidad de 10 a 20 Km/h y se alimenta de la energía térmica de las aguas tropicales, perdiendo fuerza al entrar en contacto con aguas frías o al entrar a tierra; su tiempo de vida va de tres días a tres semanas. El huracán es el sistema tropical de mayor intensidad, y de acuerdo a su magnitud es clasificado en cinco categorías de la escala de Saffir-Simpson.

Huracán lluvias atípicas. Huracán que deja a su paso, lluvias que al compararlas con valores obtenidos en años anteriores durante ese mismo lapso de tiempo, superen en más de un 90% a las lluvias máximas registradas en un período de 24 horas.

Incendio forestal. Siniestro de propagación libre y no programada del fuego sobre áreas cubiertas de vegetación como árboles, pastizales, malezas, matorrales, bosques, selvas y en general, cualquiera de los tipos de asociaciones vegetales, cuando se dan las condiciones propicias para que accionen los elementos que ocurren en todo incendio, tales como suficiente material combustible y una fuente de calor para iniciar el fenómeno.

Incendio forestal de copa o aéreo. Incendios que se inician de forma superficial, transformándose en uno de copa o aéreo debido a la continuidad vertical de los combustibles del suelo hacia lo alto de los árboles, se presentan con fuertes vientos y en lugares con pendientes muy pronunciadas, por lo que su propagación es, tanto de copa en copa de los árboles, como en la vegetación superficial. Este tipo de siniestros daña severamente al ecosistema donde se presentan.

Incendio forestal subterráneo. Incendio que no produce llama y emite poco humo, son peligrosos y difíciles de controlar. El fuego se inicia en forma superficial, propagándose bajo el suelo mineral debido a la acumulación y compactación de los combustibles, así como por su aglomerado en afloramientos rocosos en donde se encuentran mantillo, raíces, hojas y otros materiales vegetales.

Incendio forestal superficial. El fuego se propaga de manera horizontal sobre la superficie del terreno, afectando combustibles vivos y muertos, compuestos por pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o

pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros, que se encuentran desde la superficie del suelo y hasta 1.5 metros de altura. En este tipo se encuentra el 90% de los incendios que ocurren en México.

Índice de severidad. Coeficiente positivo o negativo que indica anomalías en la precipitación, valores negativo se consideran anómalos, valores igual o mayor a cero se considera normales dentro de los valores de precipitación de cada región.

Inundación. Fenómeno hidrometeorológico generado por el desbordamiento del flujo de una corriente debido a la lluvia excesiva o problemas con el sistema de drenaje, provocando que el agua sobrepase las condiciones que le son normales y alcance niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen o puedan retenerla, como presas, canales, ríos, lagos y estanques; lo cual deriva, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas, y en valles o sitios bajos o planos.

Inundación fluvial. Inundación provocada por el crecimiento y desbordamiento del cauce normal del río, cuya capacidad es excedida y las zonas aledañas a éste, que normalmente se encuentran libres de agua, son invadidas.

Inundación pluvial. Inundación provocada por la lluvia excesiva, que satura la capacidad de permeabilidad del terreno o por deficiencias en el sistema de drenaje, lo que provoca la acumulación de agua por horas o días.

Isolíneas. Línea que conecta puntos georeferenciados, con cantidades de iguales, que son utilizados para una representar una constante o parámetro y estimar su valor en un lugar. Las isolíneas permiten observar en un mapa el comportamiento, las variaciones, promedios o tendencias de un fenómeno en un espacio determinado.

Isotermas. Isolíneas que representan la cantidad de calor, uniendo puntos referenciados de igual temperatura media anual.

Isoyetas o Isohietas. Isolíneas trazadas en un mapa que une los puntos referenciados de igual cantidad de precipitación acumulada.

Laguna. Cuerpo o depósito natural de agua, por lo general dulce y de menor dimensión que el lago. También existen lagunas costeras que contienen agua salobre (mezcla de agua dulce, de origen fluvial con agua salada procedente del mar).

Marea de tormenta o tempestad. Sobreelevación del nivel medio del mar, por efecto de los vientos sobre la superficie del mar y la disminución en la presión atmosférica cerca del centro de un ciclón tropical, provocando inundaciones cercanas a la costa, y al mismo tiempo, las olas enfrentan construcciones y arrastran grandes cantidades de la arena de las playas, causando erosión costera. El huracán Gilbert (1988), arrastró tal cantidad de arena que prácticamente las playas de Cancún desaparecieron.

Meteoro. Fenómeno que ocurre dentro de la zona inferior de la atmósfera, y de acuerdo a la naturaleza de las partículas que lo constituyen o a los procesos físicos que intervienen en su formación, pueden clasificarse en líquidos, sólidos, ígneos, eléctricos, magnéticos y luminosos.

Microcuenca. Espacio territorial delimitado de manera natural por las partes más altas (divisoras de agua), y en donde los escurrimientos de agua superficiales y subterráneos van a un punto en común, un río, riachuelo, quebrada, ojo de agua o arroyo. Una microcuenca tiene tres elementos comunes: un desaguadero común, la divisora de agua (parte más alta que separa una microcuenca de otra) y el área de recarga acuífera, que es la zona donde interviene la gente que habita en la microcuenca y la naturaleza del lugar, agua, suelo, aire, flora, fauna y biodiversidad.

Milibar (mb). Unidad estándar de medida de presión, que expresa directamente la fuerza ejercida por la atmósfera, igual a 1000 Dinas/cm^2, 100 pascales, 100 newtons/m^2 o una milésima parte de un bar. La presión estándar es de 1, 013.25 milibares.

Onda u ola tropical. Perturbación de escala ciclónica en la corriente de los vientos alisios, vientos que soplan de la zona tórrida, con inclinación al Noroeste o al Suroeste, según el hemisferio; viaja con ellos hacia el Oeste a una velocidad media de 15 Km/H. Generalmente se le asocia con grandes extensiones de nubes y lluvias, que pueden asociarse al desarrollo potencial de un ciclón tropical, también producen nublados, chubascos y tormentas eléctricas.

Peligro. Situación o fenómeno hidrometeorológico que tiene la capacidad de producir un daño. En su mayor parte son latentes o potenciales, una vez que un peligro se vuelve activo, puede crear una situación de emergencia.

Pluviosidad o precipitación estacional. Cantidad de precipitación registrada en un área determinada, durante una estación de tiempo (primavera, verano, otoño e invierno).

Pluviosidad media anual. Suma de todas las cantidades de precipitación media mensual, también se le conoce como Precipitación total Anual de un período.

Precipitación. Cualquier hidrometeoro (deposición de agua) que cae del cielo y llega a la superficie terrestre, esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra, granizo. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad o pluvial. Es una parte importante del ciclo de vida hidrológico y es responsable del depósito de agua fresca en el planeta.

Punto de calor. Punto sobre la superficie terrestre que representa temperaturas muy altas, que son asociadas con incendios o posibles incendios. Los puntos de calor son utilizados para realizar un análisis cuantitativo que se emplea para la identificación de zonas emisoras de calor.

Región hidrológica. Porción de territorio que agrupa varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similar.

Reptación o creep. Fenómeno que se caracteriza por un movimiento o corrimiento lento de los materiales móviles del suelo en las capas superiores de laderas arcillosas, en cuya velocidad máxima no excede varios centímetros por día y se realiza en dirección de su pendiente; este movimiento es provocado por la inestabilidad de un talud y de la gravedad. No existe una superficie única de deslizamiento, sino que el movimiento se produce por las partículas que se mueven a diferentes velocidades en forma individual, como resultado de la expansión y contracción de la capa superficial del suelo, ya sea por saturación, resecamiento o por calentamiento y enfriamiento sucesivos. La humedad favorece este fenómeno, actuando como lubricante o aumento en el peso.

Riesgo. Es la cuantificación de la vulnerabilidad ante un posible o potencial perjuicio. La vulnerabilidad y el riesgo están correlacionados, a mayor vulnerabilidad, mayor riesgo.

Corriente intermitente. Tipo de río que sólo tiene agua durante algunos meses al año, por lo general en época de lluvias.

Corriente perenne. Tipo de río que fluye durante todo el año, su corriente es sostenida por el flujo base.

Sequía. Condición transitoria del medio ambiente en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos de un área geográfica dada, resultando insuficiente para abastecer las necesidades de plantas, animales y humanos. Esto se debe a una desestabilización extrema en el ciclo hidrológico, con un lapso prolongado de escasa o nula precipitación pluvial.

Subcuenca. Área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrológica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión. La escorrentía superficial fluye en su totalidad hacia un determinado punto de un curso de agua, generalmente un lago o una confluencia de ríos.

Temperatura máxima. Temperatura más alta alcanzada en un período de tiempo dado.

Temperatura media. Promedio de las medias de temperatura máximas y mínimas registradas en un mes o promedio de los promedios mensuales, registradas en un período determinado.

Temperatura mínima. Temperatura más baja alcanzada en un lapso cronológico dado.

Tirante. Es la profundidad máxima del agua en un canal.

Tormentas. Fenómeno atmosférico caracterizado por la existencia próxima de dos masas de aire de diferentes temperaturas. El choque de temperaturas provoca un trueno audible y una inestabilidad caracterizada por lluvias, vientos, relámpagos, truenos y ocasionalmente granizo, entre otros fenómenos meteorológicos.

Tormenta tropical. Etapa en la cual se le asigna nombre a un ciclón tropical, de acuerdo a lo preestablecido por la Organización Meteorológica Mundial.. Este fenómeno tiene un incremento continuo de los vientos, lo que provoca velocidades de 63 a los 118 Km/h.

Trayectoria del huracán. Movimiento de traslación, con el que se desplaza el fenómeno a zonas geográficas más lejanas de donde se forma. Este movimiento de traslación es condicionado por los sistemas que lo rodean ya sean anticiclones u ondas superiores. El movimiento de los ciclones tropicales se produce de manera general en dos ramas de una parábola. La primera rama con rumbo general al Oeste u Oeste-Noroeste, hasta llegar a un punto de recurva en el que disminuye su velocidad o se estaciona, para cambiar drásticamente la dirección de su movimiento, tomando una segunda rama hacia el Norte, Norte-nordeste y después al nordeste.

Viento máximo sostenido (VMS). El viento máximo sostenido es el promedio de la velocidad del viento sostenido durante un lapso de 10 minutos.

Vulnerabilidad. Medida que cuantifica la susceptibilidad a afectaciones causadas por un fenómeno perturbador. La vulnerabilidad se evalúa dependiendo del inmueble o lugar que se está analizando y los daños que es capaz de provocar un fenómeno hidrometeorológico en específico.

Zonas de acumulación. Parte de un río que es más llana y de aguas bajas que forman curvas o meandros. Su caudal es abundante con dirección al mar, donde erosiona y deposita sedimentos. Generalmente se ubica en la zona costera.

ANTROPOGÉNICO

AGEB's: Áreas Geoestadísticas Básicas – división geográfica mínima empleada con fines estadísticos y censales por el INEGI. Las AGEB's delimitan una parte o el total de una localidad de 2,500 habitantes o más, o bien, una cabecera municipal, independientemente de su número de pobladores, en conjuntos que generalmente van de 25 a 50 manzanas.

BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (Expansión Explosiva del Vapor de un Líquido en Ebullición). Se trata de un tipo de explosión mecánica de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado, a presión sobrecalentados por rotura del recipiente o de alguna válvula de seguridad. Este tipo de simulación se utiliza para gas licuado de petróleo.

Cama Censable: Es la cama de servicio, instalada en el área de hospitalización para el uso regular de pacientes internos; debe contar con los recursos indispensables de espacio y personal para la atención

médica, es controlada por el servicio de admisión de la unidad y se asigna al paciente en el momento de su ingreso hospitalario para ser sometido a observación, diagnóstico, cuidado o tratamiento. La información sobre las camas se refiere a: Medicina Interna, Cirugía, Ginecobstetricia, Pediatría, Traumatología y Ortopedia, Psiquiatría y otras.

CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CLUES: Clave Única de Establecimiento de Salud. Identificador único, consecutivo e intransferible que asigna la DGIS a cada establecimiento de salud, público o privado que exista en el territorio nacional (unidad médica, laboratorio, farmacia, centros de diagnóstico, centros de tratamiento, oficinas administrativas), estará compuesta de varios dígitos que permitan la identificación geográfica e institucional y con la cual se identificará todo lo reportado por la misma a cada uno de los subsistemas de SINAIS.

Consulta Externa: Es la atención que ejecuta el médico general a los pacientes ambulatorios en la unidad médica o domicilio con el objeto de proporcionar asistencia médica o procedimientos preventivos.

Consultorio Médico: El área física o cubículo de un establecimiento público, social o privado independiente o ligado a una clínica, sanatorio, servicio hospitalario, que cuenta con las instalaciones y el equipo necesario para que personal médico y/o paramédico brinde atención en salud a pacientes ambulatorios.

CRO: Cruz Roja Mexicana.

Gas LP: Gas Licuado del Petróleo. Es un derivado del petróleo, compuesto principalmente por Propano, Butano y otros compuestos, pero es único entre los combustibles comúnmente usados. Las mezclas Propano-Butano se pueden licuar a bajas presiones, así es posible almacenarlo en Estado líquido.

HUN : Hospitales Universitarios.

IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social.

IST: Instituto de Seguridad Social.

Jurisdicciones: Unidad técnico administrativa desconcentrada por región. Que participa en los procesos de planeación, programación, evaluación, presupuestación, control y supervisión de los servicios de salud que se otorgan a la población de su área de influencia de manera coordinada con las áreas de prevención y control de enfermedades y enseñanza e investigación y protección social conforme a las políticas, normas y lineamientos de los Programas Nacional de Salud y Programa Estatal de Salud.

Médicos: Médicos que realizan actividades propias de su profesión, no incluyen a los que se desarrollan en áreas de apoyo técnico o administrativo.

PMX: Petróleos Mexicanos.

POOL FIRE: Fuego en Derrames de Combustible. Su principal afectación es por radiación térmica y se suscita cuando hay un factor que provoca una chispa y a su vez la ignición del combustible, que para este caso se trata de la gasolina y el diesel.

Radiación Térmica: La expresión radiación se refiere a la emisión continua de energía de la superficie de todos los cuerpos.

RCA: Residuos a Cielo Abierto.

RPBI: Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos. Son aquellos que se generan durante las actividades asistenciales a la salud de humanos o animales en los centros de salud, laboratorios clínicos o de

investigación, principalmente; que por el contenido de sus componentes puedan representar un riesgo para la salud y el ambiente.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

SCRI: Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias. Software que permite generar escenarios de contaminación, fuga de tóxicos y nubes explosivas.

SDN: Secretaría de la Defensa Nacional.

SME: Servicio Médico Estatal.

SMP: Servicio Médico Particular.

SSA: Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Unidades Médicas: En estás se desarrollan acciones dirigidas al individuo, a la familia, a la comunidad y a su medio ambiente; los servicios están enfocados principalmente a preservar la salud por medio de actividades de promoción, prevención, curación y rehabilitación, cuya resolución es factible con recursos de poca complejidad técnica; estimulan además, las formas de organización y participación comunitaria en los servicios.

TIF: Tipo Inspección Federal.

Tamaulipas
GOBIERNO DEL ESTADO