SEMARNAT
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

capstone
MINA COZAMIN

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) ZACATECAS

insecami
INGENIERIA Y SERVICIOS EN CONTROL AMBIENTAL INDUSTRIAL S.A. DE C.V.

Septiembre 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 1
I.1. Proyecto. 1
I.1.1. Nombre del Proyecto. 1
I.1.2. Ubicación del Proyecto. 1
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto. 5
I.1.4. Duración Total del Proyecto. 6
I.2. Presentación de la documentación legal. 6
I.2.1. Promovente. 6
I.2.2. Dirección para oír y recibir notificaciones. 6
I.3. Responsable de la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental: 7
I.3.1. Razón Social. 7
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes 7
I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio. 7
I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio. 7
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 8
II.1. Información General del Proyecto. 8
II.1.1. Naturaleza del proyecto. 8
II.1.2. Selección del sitio. 47
II.1.3. Ubicación física del proyecto. 49
II.1.4. Inversión requerida. 51
II.1.5. Dimensiones del proyecto. 51
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y colindancias. 52
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 59
II.2. Características Particulares del Proyecto. 60
II.2.1. Descripción de las obras principales del proyecto. 60
II.2.2. Programa General de Trabajo. 74
II.2.3. Preparación del Sitio. 76
II.2.4. Etapa de Construcción. 77
II.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento. 96

II.2.6. Otros Insumos. 105
II.2.7. Descripción de Obras Asociadas al Proyecto. 106
II.2.8. Etapa de abandono del sitio. 106
II.2.9. Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones a la Atmósfera. 113
II.2.10. Infraestructura para el Manejo y la Disposición Adecuada de los Residuos. 118
III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION DEL USO DE SUELO. 121
III.1. Planes y Programas de Desarrollo. 121
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND 2019-2010). 121
III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021. 122
III.1.3. Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021. 125
III.1.4. Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021. 131
III.2. Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio. 133
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 133
III.2.2. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico. 144
III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local. 148
III.3. Planes y Programas de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Territorial o Urbano. 148
III.3.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012. 148
III.3.2. Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014. 157
III.3.3. Programa Subregional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2010. 167
III.4. Legislación. 179
III.4.1. Leyes y Reglamentos. 179
III.5. Normas Oficiales Mexicanas Aplicables. 182
III.6. Áreas Naturales Protegidas. 186
III.7. Sitios Ramsar. 189
III.8. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). 192
III.9. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 198
IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMATICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 202
IV.1. Delimitación del Área de Estudio. 202

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental. 205
IV.2.1. Aspectos Abióticos. 205
IV.2.2. Aspectos Bióticos. 275
IV.2.3. Paisaje. 284
IV.2.4. Medio Socioeconómico. 285
IV.2.5. Diagnóstico Ambiental. 304
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIóN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 309
V.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales. 309
V.2. Identificación de las acciones susceptibles o agentes causales de impactos negativos al ambiente. 310
V.3. Identificación y descripción de los impactos ambientales. 317
V.4. Matriz impacto-ponderación. 327
V.5. Determinación de la importancia del impacto. 331
V.6. Matriz de impacto – ponderación (de importancia del impacto). 332
V.7. Descripción de los Impactos Ambientales Identificados. 338
V.7.1. Medio Físico. 338
V.7.2. Medio Socioeconómico. 346
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 349
VI.1. Medidas de prevención, control, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación por residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera. 382
VI.2. Impactos Residuales. 384
VII. PRONÓSTICO AMBIENTAL. 386
VII.1. Pronóstico de los Escenarios. 386
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental. 389
VII.3. Conclusiones. 394
VIII. LISTADO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA (ANEXOS). 397
Anexo legal 397
IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS. 399
X. REFERENCIAS. 401

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM que limitan el Predio Chiripa -La Gloria 1
Tabla 2. Materiales Programados Para el Depósito en Celda de Disposición Final In Situ 9
Tabla 3. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Jal Obtenidas y Analizadas por PROFEPA. 15
Tabla 4. Métodos Analíticos Utilizados para Cuantificar Metales y Metaloides en Muestras de Suelo. 17
Tabla 5. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Valores de los Coeficientes e Índice de Contaminación. 18
Tabla 6. Propiedades de la Geomembrana de Polietileno de Alta Densidad 29
Tabla 7. Volúmenes de Materiales Contaminados para Depositar en la CDFIS. 32
Tabla 8. Capacidad Total y Dimensiones de la Celda de Disposición Final In Situ. 34
Tabla 9. Volúmenes de los Tipos de Materiales que serán Depositados en las Correspondientes Etapas y Plataformas. 38
Tabla 10. Cuadro de Construcción de la CDFIS. 50
Tabla 11. Zonas y Áreas Delimitadas Mediante el Muestreo Exploratorio. 67
Tabla 12. Principales Estadígrafos de los Resultados de Muestreo de Detalle. 69
Tabla 13. Equipo y Maquinaria. 70
Tabla 14. Tipo de emisiones a la atmósfera generados por maquinaria y vehículos automotores. 72
Tabla 15. Estimación de cantidades de emisiones contaminantes por uso de diésel. 73
Tabla 16. Personal en la Etapa de Construcción de la CDFIS. 96
Tabla 17. Maquinaria y Equipo en la Etapa de Construcción de la CDFIS. 96
Tabla 18. Personal en la Etapa de Operación de la CDFIS. 104
Tabla 19. Maquinaria y Equipo en la Etapa de Operación de la CDFIS. 105
Tabla 20. Insumos Requeridos para la CDFIS. 105
Tabla 21. Estimación de cantidades de emisiones contaminantes por uso de diésel. 114
Tabla 22. Personal Operativo Requerido. 115
Tabla 23. Localización de las Estaciones Meteorológicas. 206
Tabla 24. Evaporación Acumulada Mensual (mm) en las Estaciones Climatológicas cercanas a la CDFI. 216
Tabla 25. Precipitación Promedio Anual Estaciones Meteorológicas en la Zona del Proyecto. 219
Tabla 26. Geología en el Sistema Ambiental. 223
Tabla 27. Características de las Unidades Fisiográficas de la Región. 235
Tabla 28. Edafología del Sistema Ambiental. 245
Tabla 29. Principales Estadígrafos de los Resultados del Muestreo del Agua Superficial. 259
Tabla 30. Características del Acuífero Calero. 261
Tabla 31. Parámetros Hidráulicos en los Medios Granulares y Fracturados. 265
Tabla 32. Principales Estadígrafos de los Resultados del Muestreo del Agua Subterránea. 267
Tabla 33. Valores del parámetro “G” de acuerdo a la condición de confinamiento hidráulico del agua subterránea. 270

Tabla 34. Valores del parámetro “O” de acuerdo a la litología, granulometría y consolidación de estratos sobreyacentes al nivel de las aguas subterráneas 270
Tabla 35. Valores del parámetro “D” de acuerdo a la profundidad del nivel de las aguas subterráneas (Fuente: Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003). 271
Tabla 36. Características de los parámetros GOD de los pozos del acuífero de la zona de estudio. 272
Tabla 37. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria. 279
Tabla 38. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria. 283
Tabla 39. Población Histórica del Municipio de Zacatecas (1980-2005). 286
Tabla 40. Matriz Agente Causal – Recurso Impactado. 315
Tabla 41. Matriz de Interacciones Agente Causal – Recursos Ambientales. 317
Tabla 42. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Construcción de la CDFIS. 320
Tabla 43. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Operación del Sitio de la CDFIS. 323
Tabla 44. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Clausura del Sitio de la CDFIS. 325
Tabla 45. Atributos y Valoración. 331
Tabla 46. Categorización de la Ponderación de la Importancia. 332
Tabla 47. Matriz de Impacto – Ponderación (Importancia). 334
Tabla 48. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Construcción de la CDFIS. 350
Tabla 49. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Operación de la CDFIS. 363
Tabla 50. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Clausura de la CDFIS. 373
Tabla 51. Descripción de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 382
Tabla 52. Programa de Vigilancia Ambiental. 391

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Predio Chiripa – La Gloria. 2
Figura 2. Delimitación del Predio Chiripa – La Gloria. 3
Figura 3. Vistas Panorámicas del predio Chiripa – La Gloria (Presa de Jales, Ruinas de la Antigua Planta Metalúrgica y Tepetatera). 5
Figura 4. Puntos de Muestreo 2015. 20
Figura 5. Puntos de Muestreo del Estudio Geotécnico. 23
Figura 6. Obtención de Muestras de Suelo Para Estudios Geotécnicos. 24
Figura 7. Coeficiente de Permeabilidad en Suelo (Laboratorio). 26
Figura 8. Evaluación de la Permeabilidad en el Lecho Rocoso. 27
Figura 9. Delimitación de la Celda de Disposición Final In Situ. 33
Figura 10. Ejemplo ilustrativo de corte Longitudinal de la Celda de Disposición Final In Situ y Representación del Sistema de Monitoreo. 34
Figura 11. Comportamiento de la Transferencia de Esfuerzos Superficiales a Diferentes Profundidades. 40
Figura 12. Zona de Ubicación de la CDFIS. 49
Figura 13. Zona de Ubicación de la CDFIS. 50
Figura 14. Uso de Suelo del predio Chiripa La Gloria. 53
Figura 15. Vistas del Predio seleccionado para la CFDIS. 54
Figura 16. Colindancia al Norte del Predio seleccionado para la CFDIS. 55
Figura 17. Colindancia al Sur del Predio seleccionado para la CFDIS. 56
Figura 18. Colindancia al Oriente del Predio seleccionado para la CFDIS. 57
Figura 19. Colindancia al Poniente del Predio seleccionado para la CFDIS. 58
Figura 20. Diagrama de Flujo para la CFDIS. 65
Figura 21. Áreas de Muestreo de Detalle. 68
Figura 22. Secciones de Corte para la Construcción de la CDFIS. 80
Figura 23. Excavación del Socavón de la CDFIS. 81
Figura 24. Localización de los pozos de monitoreo de migración de lixiviados. 82
Figura 25. Excavación de piso para colocación de sistema de monitoreo de lixiviados. 83
Figura 26. Esquema del Sistema de Monitoreo de Lixiviados para la CDFIS. 84
Figura 27. Ejemplificación de la Construcción del Sistema de Monitoreo de Lixiviados. 85
Figura 28. Esquema de Instalación del Cárcamo Colector de Lixiviados. 86
Figura 29. Ubicación de los Pozos de Monitoreo en el Interior de los Materiales Depositados. 87
Figura 30. Cortes Longitudinales y Transversales de la CDFIS. 88
Figura 31. Corte Longitudinal de los Sistemas de Monitoreo Interior y Exterior de la CDFIS. 88
Figura 32. Ejemplificación Armado del Brocal de Fierro Fundido sobre los Pozos de Monitoreo de Lixiviados en la CDFIS. 90
Figura 33. Ejemplificación de la Colocación de la Base de Cimentación con Material Tipo C Estabilizado. 91
Figura 34. Ejemplificación de la Colocación del Geotextil y la Geomembrana. 92

Figura 35. Ejemplificación de la construcción del Abroche por incorporación de capas sucesivas de suelo estabilizado y compactado. 94
Figura 36. Construcción de la Frontera o Aproche Perimetral. 95
Figura 37. Ejemplificación de la Conformación de Capas con Material Heterogéneo y Arrope con Suelo Estabilizado. 98
Figura 38. Depósito de Escombro Contaminado en el Interior de la CDFIS. 99
Figura 39. Ejemplificación de colocación de la Geomembrana de la Primera Cubierta de Cierre. 102
Figura 40. Ejemplificación de la Instalación del Geotextil sobre la Geomembrana 103
Figura 41. Ejemplificación de la conformación de la Segunda Cubierta. 104
Figura 42. Diagrama de Flujo de Posibles Escenarios del Programa de Monitoreo de la CDFIS. ... 111
Figura 43. Ubicación y Extensión de la Región Centro del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021. 127
Figura 44. Extracto de Tabla de Prioridades de Atención en la Región (Medio Ambiente y Desarrollo Territorial) del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021. 129
Figura 45. Extracto de Tabla de Alineación de la Estructura Programática de los Niveles de Planeación (Medio Ambiente y Desarrollo Territorial) del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021. 130
Figura 46. Unidades Biofísicas Ambientales del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Programa General del Territorio. 137
Figura 47. Ubicación del Predio del Proyecto en Unidad Biofísica Ambiental N° 17: Sierras y Valles Zacatecanos. 138
Figura 48. Confirmación de Ubicación del Predio del Proyecto en Unidad Biofísica Ambiental N° 17: Sierras y Valles Zacatecanos mediante el uso de SIG. 138
Figura 49. Políticas Ambientales del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Programa General del Territorio. 139
Figura 50. Extracto de Tabla de Unidades Biofísicas Ambientales y Políticas Asignadas. 139
Figura 51. Ficha Técnica Unidad Biofísica Ambiental 17. 140
Figura 52. Ficha Técnica Unidad Biofísicas Ambiental 17 (Continuación). 141
Figura 53. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas. 146
Figura 54. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas (Continuación). 146
Figura 55. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas. 147
Figura 56. Aptitud Territorial por Unidad Ambiental Biofísica del Estado de Zacatecas (Aptitud Primaria). 150
Figura 57. Ubicación del Proyecto en la Microrregión Centro del Estado de Zacatecas. 152
Figura 58. Objetivos Específicos del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas. 154
Figura 59. Ubicación del Predio del Proyecto en Tierras No Aptas para la Agricultura con base en la Evaluación de la Problemática Ambiental del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2012. 155

Figura 60. Ubicación del Predio del Proyecto en Zonas con Índice de Criticidad Muy Crítico con base en las Unidades Territoriales Prioritarias del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2012. 156
Figura 61. Localización de la Región Centro en el Estado de Zacatecas y Ubicación del Predio. ... 159
Figura 62. Distribución de los Municipios de la Región Centro en el Estado de Zacatecas y Ubicación del Predio. 160
Figura 63. Modelo de Ocupación Territorial Actual del Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014. 161
Figura 64. Ubicación del Predio del Proyecto en el Modelo de Ocupación Territorial Actual del Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014 (Acercamiento). ... 162
Figura 65. Proceso de Definición de Políticas y Acciones. 163
Figura 66. Políticas de Actuación por UTER. 164
Figura 67. Políticas Integrales de Actuación por UTER. 164
Figura 68. Extracto de Tabla Resumen Concentrado de Políticas Integrales por UTER. 166
Figura 69. Listado de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Zacatecas. 188
Figura 70. Áreas Naturales Protegidas en la Región Centro del Estado de Zacatecas. 189
Figura 71. Sitios RAMSAR en el Estado de Zacatecas. 190
Figura 72. Distancia de Sitios RAMSAR en el Estado de Zacatecas con respecto al Predio del Proyecto. 192
Figura 73. Distribución de AICAS por Regiones en la República Mexicana. 195
Figura 74. Ubicación del Predio del Proyecto respecto a las AICAS de la Región Noreste. 195
Figura 75. AICA “Sierra Valparaiso” en Zacatecas. 196
Figura 76. AICA “Monte Escobedo” En Zacatecas. 197
Figura 77. AICA “Sierra Fría” en Aguascalientes. 197
Figura 78. Distribución de RTP por Regiones en la República Mexicana. 199
Figura 79. Ubicación del Predio del Proyecto respecto a las RTP de la Región Noreste. 200
Figura 80. Microcuencas del Estado de Zacatecas. 203
Figura 81. Microcuencas del Estado de Zacatecas (Acercamiento al Municipio de Zacatecas). 204
Figura 82. Microcuenca Zacatecas. 205
Figura 83. Tipos de Clima en la Microcuenca Zacatecas 206
Figura 84. Localización de las Estaciones Meteorológicas en la Zona del Proyecto. 207
Figura 85. Índice de días con heladas en la zona del proyecto de la CDFIS. 208
Figura 86. Índice de Peligro por Tormentas de Granizo en la zona del proyecto de la CDFIS. 209
Figura 87. Índice de Peligro por Nevadas en la zona del proyecto de la CDFIS. 210
Figura 88. Índice de Peligro por Tormentas Eléctricas en la zona del proyecto de la CDFIS. 211
Figura 89. Índice de Peligro por Ciclones Tropicales en la zona del proyecto de la CDFIS. 212
Figura 90. Temperatura Promedio Máxima Anual en la Microcuenca Zacatecas. 213
Figura 91. Temperatura Máxima Media Mensual en la Zona del Proyecto. 213
Figura 92. Temperatura Media Anual en la Microcuenca Zacatecas. 214
Figura 93. Temperatura Promedio Mínima Anual en la Zona del Proyecto 215

Figura 94. Temperatura Mínima Media Mensual en la Zona del Proyecto. 215
Figura 95. Evaporación Mensual Promedio en la Zona del Proyecto 216
Figura 96. Dirección de los Vientos Dominantes Estación Meteorológica Zacatecas No. 32063. .. 217
Figura 97. Dirección de los Vientos Dominantes Estación Meteorológica La Bufa, 32031. 218
Figura 98. Precipitación Mensual Promedio en la Zona del Proyecto. 219
Figura 99. Precipitación Promedio Anual en la Microcuenca Zacatecas. 219
Figura 100. Mapa Geológico del Área Metropolitana Zacatecas – Guadalupe. 221
Figura 101. Geología del Municipio de Zacatecas. 222
Figura 102. Geología del Sistema Ambiental de la CDFIS. 223
Figura 103. Geología en la Zona de Influencia de Vegetación de la CDFIS. 224
Figura 104. Geología Carta Zacatecas F13-6. 225
Figura 105. Puntos de Muestreo del Estudio Geotécnico. 227
Figura 106. Puntos de Muestreo y Resultados del Análisis de Resistencia a la Compresión del Lecho Rocoso. 229
Figura 107. Capacidad de Carga del Lecho Rocoso y Asentamientos en el Área de la CDFIS. 230
Figura 108. Secciones Geológicas en el Área de la CDFIS**.** 231
Figura 109. Provincias fisiográficas de México. 233
Figura 110. Geomorfología del Municipio de Zacatecas. 234
Figura 111. Geomorfología del Sistema Ambiental de la CDFIS. 234
Figura 112. Unidades Fisiográficas de la Región, ubicaciones de Pozos en Acuífero Calera y Tiros en Chiripa. 236
Figura 113. Modelo Digital de Elevación del Municipio de Zacatecas. 237
Figura 114. Modelo Digital de Elevación del Sistema Ambiental de la CDFIS. 238
Figura 115. Curvas de Nivel del Sistema Ambiental de la CDFIS. 239
Figura 116. Curvas de Nivel de la Área de Influencia de Vegetación 239
Figura 117. Fallas y Fracturamientos en el Sistema Ambiental de la CDFIS. 240
Figura 118. Regionalización Sísmica de la Zona del Proyecto. 241
Figura 119. Índice de Peligro por Inundaciones en la zona del proyecto de la CDFIS. 243
Figura 120. Índice de Peligro por Susceptibilidad de Laderas en la zona de la CDFIS. 244
Figura 121. Edafología en el Sistema Ambiental de la CDFIS. 246
Figura 122. Edafología en el Área de Influencia de Vegetación. 246
Figura 123. Rangos de Humedad en la Zona del Proyecto. 248
Figura 124. Textura del Suelo en la Zona del Proyecto. 249
Figura 125. Erosión actual del suelo en la Zona del Proyecto. 250
Figura 126. Cuencas Hidrológicas en el Área del Sistema Ambiental de la CDFIS. 252
Figura 127. Subcuencas Hidrológicas en el Área del Sistema Ambiental de la CDFIS. 252
Figura 128. Escurrimiento Medio Anual en la Zona del Proyecto de la CDFIS. 253
Figura 129. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental de la CDFIS 254
Figura 130. Escorrentía Superficial en la Zona del Proyecto de la CDFIS. 255
Figura 131. Cuerpos de Agua en el Sistema Ambiental de la CDFIS. 255

Figura 132. Modelo de Ordenes de Corrientes en la Zona del Proyecto de la CDFIS 256
Figura 133. Ubicación de Puntos de Muestro de Agua Superficial. 258
Figura 134. Hidrología Subterránea (Acuíferos) en el Sistema Ambiental de la CDFIS 260
Figura 135. Hidrología Subterránea (Acuíferos) en el Sistema Ambiental de la CDFIS. 260
Figura 136. Elevaciones de los Niveles Estáticos y Flujos Hidrológicos Preferenciales del Acuífero Calera. 262
Figura 137. Unidades Hidrogeológicas en el Área del Proyecto. 264
Figura 138. Modelo Conceptual. Lixiviación de Presa de Jales y Afectación de la Zona Saturada del Tiro Kriptón. 268
Figura 139. Vulnerabilidad del Acuífero. Resultados del Modelo GOD. 273
Figura 140. Vulnerabilidad del Acuífero. Resultados del Modelo GOD 274
Figura 141. Vegetación en el Predio Chiripa – La Gloria. 276
Figura 142. Cobertura de Vegetación en el Predio Chiripa – La Gloria 278
Figura 143. Vegetación Característica en el Predio Chiripa – La Gloria. 282
Figura 144. Población presente en el Municipio de Zacatecas según sexo. 286
Figura 145. Dinámica Poblacional del Municipio de Zacatecas. 287
Figura 146. Población en las cercanías del predio del proyecto (radio de 1.5 kilómetro). 288
Figura 147. Estructura de población por edad en la Microcuenca Zacatecas. 289
Figura 148. Estructura de población por edad en radio de 1.5 kilómetros del predio de la CDFIS. 289
Figura 149. Indicadores de habitación de viviendas en el municipio de Zacatecas 2010 – 2015... 291
Figura 150. Disponibilidad de servicios en la vivienda en el municipio de Zacatecas. 291
Figura 151. Sistema de Abastecimiento en el área conurbada de Zacatecas. 294
Figura 152. Escuelas de Educación Básica en el Municipio de Zacatecas al inicio del ciclo escolar 2015 – 2016. 296
Figura 153. Unidades Médicas en el Municipio de Zacatecas según régimen de atención. 298
Figura 154. Monumentos históricos-artísticos y arqueológicos del Estado de Zacatecas. 300
Figura 155. Unidades Económicas de Recreación y Deportes en la Región. 301
Figura 156. Porcentaje de población ocupada por sector de actividad económica en el municipio de Zacatecas. 301
Figura 157. Unidades Económicas, Valor Agregado Censal y Producción Bruta Estatal y Municipal. 302
Figura 158. Información económica de la población de 12 años y más. 303
Figura 159. Distribución de la población de 12 años y más no económicamente activa según tipo de actividades. 304
Figura 160. Trabajadores asegurados en el IMSS, diciembre 2010-diciembre 2016 en el Municipio de Zacatecas. 304

ACRONIMOS

ACRONIMO	SIGNIFICADO
ANP	Área Natural Protegida
APF	Administración Pública Federal
As	Arsénico
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
CC	Coeficiente de Contaminación
Cd	Cadmio.
CDFIS	Celda de Disposición in Situ
CE	Conductividad Eléctrica.
CE-CCA-001/89	Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua.
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONABIO	Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA/CNA	Comisión Nacional del Agua
CPT-u	Pruebas de Piezocono
CP_{Lix}	Contaminantes Tóxicos Lixiviables
CNA	Comisión Nacional del Agua
CRs	Concentraciones de Referencia Solubles
CR_T	Concentraciones de Referencia Totales
Cr VI	Cromo VI
DGGIMAR	Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas
DOF	Diario Oficial de la Federación
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación.
EPA	Agencia de Protección Ambiental (Evironmental Protection Agency)
EPP	Equipo de Protección Personal.
Fe	Hierro.
FAD	Factor de Atenuación y Dilución
FRX	Fluorescencia de Rayos X
GPS	Global Positioning System
GRI	Iniciativa de Reporte Global (Global Reporting Initiative)
HDPE	Polietileno de Alta Densidad (High Density Polyethylene)
Hg	Mercurio
i	Gradiente Hidráulico
IC	Índice de contaminación.
ICmax	Índice de Contaminación Máximo
IMHASA	Industrial Mexicana del Hierro y el Acero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSECAMI	Ingeniería y Servicios en Control Ambiental Industrial, S.A. de C.V.
IWEM	Modelo de Evaluación de Gestión de Residuos Industriales (Industrial Waste Management Evaluation Model)
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

ACRONIMO	SIGNIFICADO
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LMP	Límite Máximo Permisible
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
MDE	Modelo Digital de Elevación
MFC	Muestreo Final Comprobatorio.
msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar.
N-CTR-CAR-1-01-003-00	Norma SCT-N-CTR-CAR-1-01-003-00.
N-CTR-CAR-1-04-002-03	Norma SCT-N-CTR-CAR-1-04-002-03.
ND	No Determinado
NM	Nivel de Muestreo
NMPM	Número Mínimo de Puntos de Muestreo
NMX-039	NMX-S-039-SCFI-2000
NMX-132	NMXAA-132-SCFI-2006
Ni	Níquel
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-001	NOM-001-SEMARNAT-1996
NOM-017	NOM-017-STPS-2001
NOM-052	NOM-052-SEMARNAT-2005
NOM-113	NOM-113-STPS-1994
NOM-115	NOM-115-STPS-1994
NOM-116	NOM-116-STPS-1994
NOM-127	NOM-127-SSA1-1994
NOM-141	NOM-141-SEMARTNAT-2003
NOM-147	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004
NOM-157	NOM-157-SEMARNAT-2009
OEM	Obras de Exploración Minera
OM	Orden de Muestreo
P 90	Percentil 90
Pb	Plomo
PCT	Puntos de Control Terrestre.
PDOP	Positional Dilution of Precision.
PDU	Programa de Desarrollo Urbano
PDUM	Programa de Desarrollo Urbano Municipal
P-est	Pozo de Estabilización.
P-lix	Pozo de Lixiviación.
PEA	Población Económicamente Activa
POE	Periódico Oficial del Estado
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
PROFEPA	Procuraría Federal de Protección al Ambiente
PVSM	Peso Volumétrico Seco Máximo

ACRONIMO	SIGNIFICADO
R-LGPGIR	Reglamento de la Ley de General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
RCRA	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act)
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RH	Región Hidrológica
RME	Residuos de Manejo Especial
RP	Residuos Peligrosos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SDT	Sólidos Disueltos Totales
S-E	Solidificación – Estabilización
Se	Selenio
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEV	Sondeos Eléctricos Verticales
SExp	Zanjas de Exploración a Cielo Abierto
SMC	Simulación Monte Carlo
SIG	Sistema de Información Geográfica
SO4-	Sulfatos.
TEGEO	Técnicas Geológicas y Geohidrológicas S.A. de C.V.
UAB	Unidad Biofísica Ambiental
UCL	Valor Superior de Confianza de la media aritmética (Upper Confidence Limit)
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (United States Evironmental Protection Agency)
UTM	Universal Transversal Mercator
V	Vanadio
VAq	Vulnerabilidad del Acuífero, Índice de Vulnerabilidad
WGS 84	Sistema Geodésico Mundial 84 (World Geodetic System 84)
ZC	Zona Centro
Zn	Zinc
ZU	Zona Urbana

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.1. Proyecto.

I.1.1. Nombre del Proyecto.

CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS).

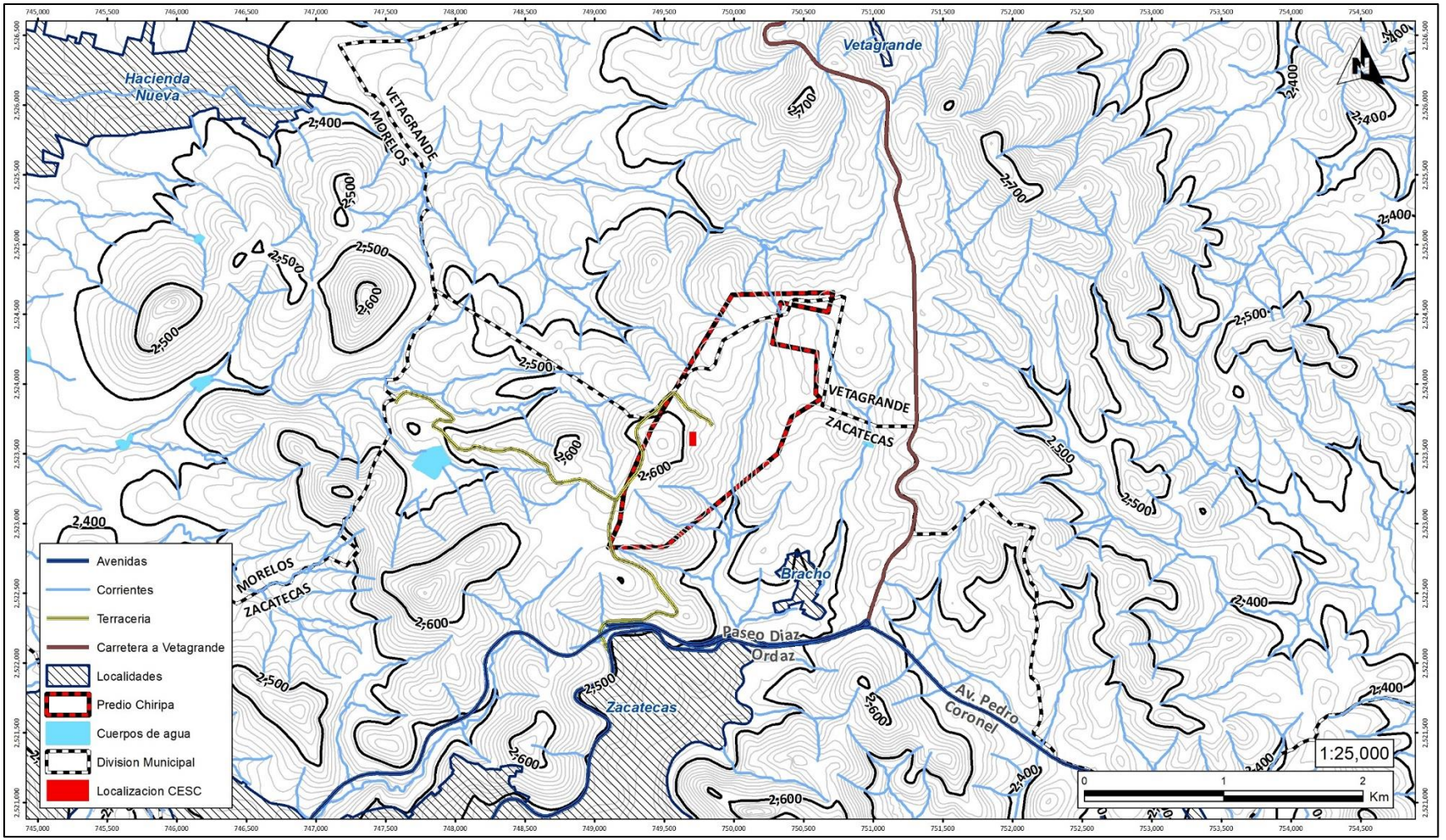
I.1.2. Ubicación del Proyecto.

El sitio Donde se tiene programado construir la CDFIS se ubicará en el predio denominado Chiripa – La Gloria, en donde se localizan las antiguas instalaciones de la extinta empresa Minera La Chiripa S.A. de C.V., que finalizó actividades a principios de 1980. Está ubicado dentro del Distrito Minero Zacatecas, entre los límites de los municipios de Zacatecas y Vetagrande, a 0.6 km en línea recta del límite norte de la ciudad de Zacatecas en el Estado del mismo nombre. El centroide se encuentra localizado en las siguientes coordenadas geográficas UTM de la zona 13N, del sistema WGS 84, X=749,895; Y=2,523,740. Colinda al norte con las comunidades de Vetagrande y Guadalupito, al noroeste con Hacienda Nueva, las Pilas y Morelos, al noreste con Sauceda de la Borda, al oeste con La Pimienta, la mina Cozamin y el valle del acuífero Calera.

La siguiente tabla y figuras contienen los vértices que limitan este predio, el cual ocupa una superficie total de 140.735 has (ver plano PL-10).

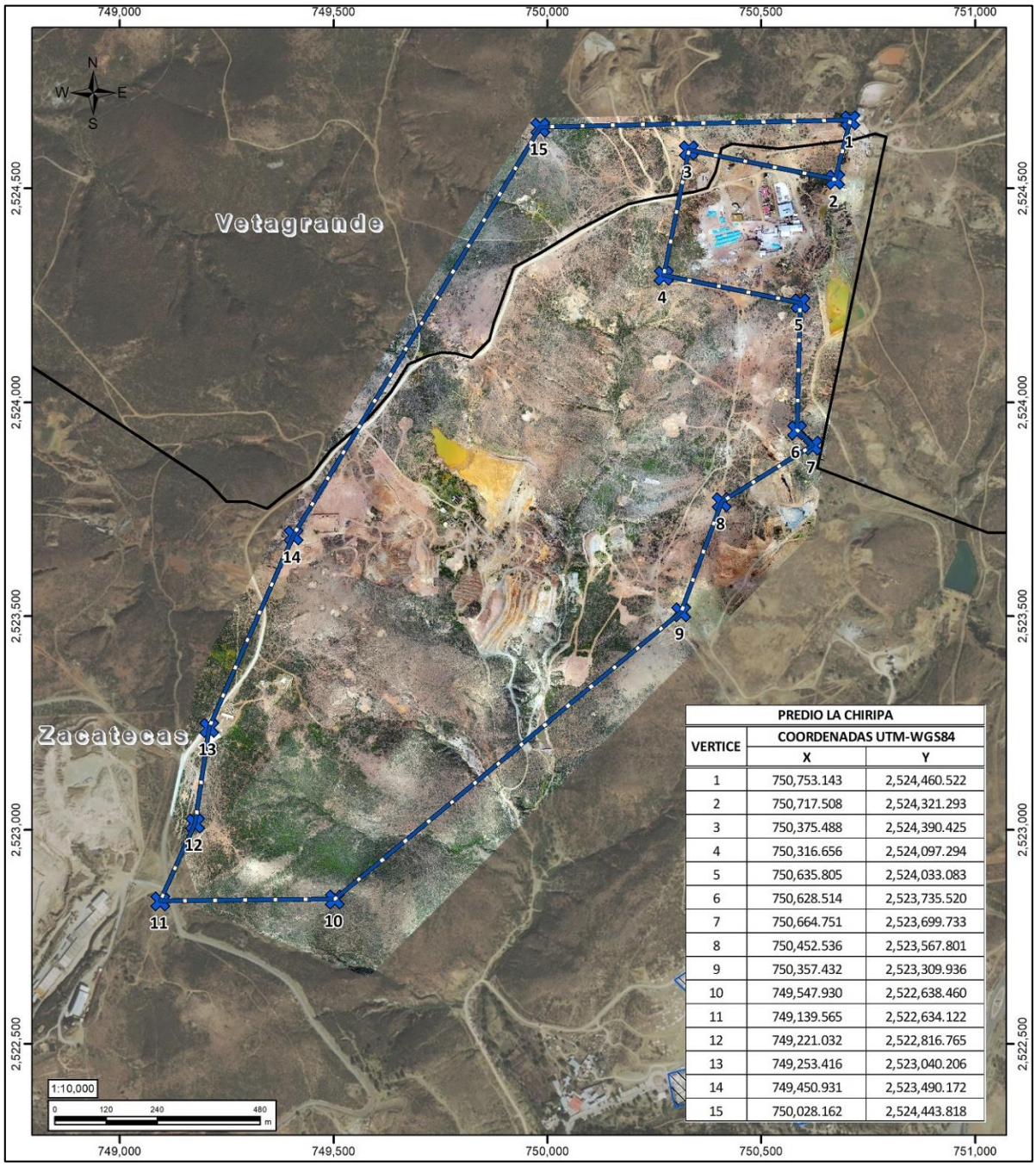
Tabla 1. Coordenadas UTM que limitan el Predio Chiripa -La Gloria

No	X	Y	No	X	Y
1	750,710.434	2,524,656.035	9	750,314.502	2,523,503.487
2	750,674.568	2,524,515.906	10	749,504.553	2,522,831.641
3	750,332.595	2,524,585.029	11	749,096.188	2,522,827.303
4	750,273.563	2,524,290.904	12	749,178.322	2,523,012.278
5	750,592.573	2,524,226.721	13	749,210.706	2,523,235.719
6	750,585.755	2,523,928.895	14	749,408.221	2,523,685.685
7	750,622.544	2,523,893.884	15	749,985.452	2,524,639.331
8	750,410.329	2,523,761.952			



Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ubicación del Predio Chiripa – La Gloria.



PREDIO LA CHIRIPA		
VERTICE	COORDENADAS UTM-WGS84	
	X	Y
1	750,753.143	2,524,460.522
2	750,717.508	2,524,321.293
3	750,375.488	2,524,390.425
4	750,316.656	2,524,097.294
5	750,635.805	2,524,033.083
6	750,628.514	2,523,735.520
7	750,664.751	2,523,699.733
8	750,452.536	2,523,567.801
9	750,357.432	2,523,309.936
10	749,547.930	2,522,638.460
11	749,139.565	2,522,634.122
12	749,221.032	2,522,816.765
13	749,253.416	2,523,040.206
14	749,450.931	2,523,490.172
15	750,028.162	2,524,443.818

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Delimitación del Predio Chiripa – La Gloria.

El acceso principal al predio se realiza a través de un camino de terracería que comunica al rancho Loreto y entronca con la avenida Díaz Ordaz. Otra alternativa de acceso es a través de la carretera internacional No 45.

En diferentes áreas del predio existían obras de exploración minera, como son tiros y catas, adyacentes a éstas están presentes los materiales producto de las excavaciones (terreros y tepetateras). En las siguientes imágenes pueden observarse las panorámicas del predio de la empresa minera:







Figura 3. Vistas Panorámicas del predio Chiripa – La Gloria (Presa de Jales, Ruinas de la Antigua Planta Metalúrgica y Tepetatera).

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.

El proyecto en su totalidad contempla una vida útil de al menos 20 años, aunque conforme a la planeación contemplada los suelos contaminados y residuos que serán depositados en la CDFIS permanecerán ahí de manera indefinida.

I.1.4. Duración Total del Proyecto.

De acuerdo con el Programa de Trabajo para el desarrollo del proyecto CDFIS, se estima que la preparación del sitio, construcción y operación tendrá una duración de 6 meses mientras que el mantenimiento y monitoreo de la misma tendrá una duración de 20 años.

I.2. Presentación de la documentación legal.

En diferentes apartados del anexo 1 del presente Manifiesto de Impacto Ambiental contienen la documentación legal de la empresa promovente: Capstone Gold, S.A. de C.V.

I.2.1. Promovente.

I.2.1.1. Razón Social.

La empresa Capstone Gold, S.A. de C.V., es la promovente del proyecto denominado CDFIS. En el **Anexo 1.5** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye copia simple del Acta Constitutiva de la empresa.

I.2.1.2. Registro Federal de Contribuyentes.

La empresa Capstone Gold, S.A. de C.V., cuenta con el Registro Federal de Contribuyentes (RFC) CGO031231JM7.

I.2.1.3. Nombre y cargo del Representante Legal.

El Representante Legal de la empresa Capstone Gold, S.A. de C.V., es el Ing. Abel González Vargas. En el **Anexo 1.7** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye copia simple de la escritura pública mediante la cual se otorga poder legal correspondiente y en el **Anexo 1.8** copia simple de su identificación oficial.

I.2.2. Dirección para oír y recibir notificaciones.

Calle Cerro San Roberto s/n de la Colonia Ejido Hacienda Nueva, C.P. 98100 en el Municipio de Morelos, del Estado de Zacatecas.

Teléfono: 01 (492) 9253930

Correo electrónico: AGonzalezv@capstonegold.com.mx

I.3. Responsable de la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental:

I.3.1. Razón Social.

La empresa Ingeniería y Servicios en Control Ambiental Industrial S.A. de C.V. (INSECAMI)

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental es ISC0412159F7

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

Biol. Juan Ignacio Solorio Tlaseca, Director de Proyectos;

M. en I. Juan Jaime Sánchez Nieves, Especialista en Impacto y Riesgo Ambiental.

El **Anexo 1.4** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye de la documentación comprobatoria correspondiente.

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

Blvd. Paseo de los Chicahuales No. 109-4, Corral de Barrancos, Código Postal 20900, Municipio de Jesús María del Estado de Aguascalientes.

Teléfonos: 449 9736963 o 449 9933413.

Correo electrónico: juan.solorio@insecami.com.mx

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información General del Proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto CDFIS consiste en la preparación del sitio, construcción, depósito de suelos contaminados con residuos minero metalúrgicos que contienen específicamente arsénico y plomo, así como escombros de las antiguas construcciones actualmente en desuso, la clausura, mantenimiento y monitoreo de la misma. La CDFIS contará con una superficie de 5,000 m^2, una profundidad promedio de 6.3 m y una capacidad útil aproximada de 26,204 m^3. El suelo contaminado y residuos de la construcción que serán depositados en la CDFIS que se ubicará en el predio denominado Chiripa-La Gloria localizado en la zona minera del municipio de Zacatecas; propiedad de la empresa Capstone Gold, S.A. de C.V.

En el predio Chiripa-La Gloria se encuentran las antiguas instalaciones de la mina y una presa de jales en condiciones de abandono, con evidencia de erosión, oxidación y dispersión de residuos metalúrgicos, mismos que contaminaron el suelo aledaño. Además, en diferentes partes del predio existían residuos de minado (terreros y tepetateras) generados por antiguas obras de exploración minera.

En 2013, Capstone Gold S.A. de C.V. adquirió el predio Chiripa – La Gloria y en 2014 se realizaron las primeras acciones de remediación dentro del Plan de Cierre Progresivo. En 2015, la PROFEPA realizó una visita de inspección, identificó evidencias de contaminación del suelo por la presencia de arsénico (As) y plomo (Pb) y notificó a Capstone Gold, S.A. de C.V., el acuerdo de emplazamiento No. ZAC/MUA/079-15, la Resolución No. 110/V.1./2016, con la medida correctiva de realizar la remediación del suelo contaminado con base en un programa de remediación aprobado por la SEMARNAT. El proyecto denominado CDFIS deriva de las acciones indispensables, entre otras, para la adecuada implementación del citado Programa de Remediación Ambiental.

La CDFIS será construida con base en un esquema de protección de tipo multicapas conformadas por suelo tipo arcilloso mejorado con cemento Portland y compactadas del 90

al 95% Proctor, las cuales estarán ubicadas en la base, los bordes laterales y en la porción superior así como materiales geosintéticos que recubrirán completamente el material que se depositará y finalmente será colocada una capa de suelo arcilloso impermeable en la superficie, esto con la finalidad de evitar posibles infiltraciones y generación de lixiviados. De forma complementaria, la celda contará con un sistema de monitoreo que permitirá evaluar la condición del material depositado. En el sitio seleccionado para la construcción de la celda el uso del suelo estará restringido, de tal forma que, no se podrán realizar excavaciones que alteren la integridad del sistema de impermeabilización.

La siguiente tabla contiene las características y volumen de los materiales que serán depositados en la CDFIS.

Tabla 2. Materiales Programados Para el Depósito en Celda de Disposición Final In Situ

No	Descripción	Volumen (m^3)
1	Suelo contaminado con arsénico y plomo	23,918
2	Escombro producto de la demolición de las antiguas plantas metalúrgicas (1).	1,679.7
Total		**25,597.7**

(1) Considerado un Coeficiente de Abundamiento de 1.5.

II.1.1.1. Antecedentes.

Los siguientes son los principales antecedentes históricos relacionados con las actividades minero metalúrgicas y acciones de protección ambiental realizadas en el sitio en la zona minera a cargo de la empresa promovente:

- El predio Chiripa – La Gloria se localiza en la zona centro norte del Distrito Minero Zacatecas[1]. Los antecedentes históricos mineros de esta zona se remontan a la mitad del siglo XVI, cuando los españoles realizaron la explotación de las siguientes minas localizadas en los afloramientos de la veta Mala Noche: Albarrada, ubicada en Vetagrande, San Bernabé y Los Tajos. El panorama histórico minero se refleja en gran medida en este predio debido a la existencia de obras de exploración y explotación

[1] https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/

congruentes con la minería antigua, como son: bocaminas, tiros verticales e inclinados, catas, socavones y zanjas, así como residuos (jales, terreros y tepetateras), estos últimos producto de excavaciones. En todos los casos los residuos mineros fueron depositados, sin medidas de mitigación ambiental, en las áreas adyacentes a las obras de exploración, explotación y beneficio minero metalúrgico.

- A finales del siglo XVIII la producción de plata proveniente del Distrito Minero Zacatecas representó el 60% del total de las exportaciones del país.
- Debido a las técnicas de flotación y recuperación de minerales utilizadas hasta antes de la mitad del siglo XX, sólo eran procesados minerales en forma de óxidos, la roca proveniente de mineralización de sulfuros, era clasificaba como terrero o tepetate y no representaba interés económico, por esta razón fueron depositados cerca de las áreas de exploración o explotación.
- La extinta compañía Minera La Chiripa S.A. de C.V., operó la mina La Chiripa desde mediados del siglo pasado hasta principios de 1980, etapa en que cesaron operaciones sin que se realizaran acciones de cierre formal. Quedaron en completo abandono las estructuras de las plantas de proceso y bodegas, así como los depósitos de residuos mineros. Durante los siguientes 40 años en este sitio sólo se realizaron actividades de minería informal por gambusinos y vandalismo.
- En su tiempo, la presa de jales fue construida sin un diseño de ingeniería formal, de tal forma que, sin contar con una cubierta superficial estable, la condición topográfica del sitio y la acción de los elementos naturales, principalmente el agua, han provocado la dispersión de estos residuos y de los lixiviados ácidos.
- Los resultados de los estudios realizados en 2003 por Capstone Gold S.A. de C.V. en la mina Cozamin, localizada al poniente del predio Chiripa – La Gloria, indicaron la factibilidad técnica y económica para continuar con el desarrollo minero de la zona a mayores profundidades, relacionado con la extracción y beneficio del cobre como principal producto, además de otros derivados tales como plata, zinc y plomo.

- En el 2004, Capstone Gold S.A. de C.V., inició el proceso gradual de compra por etapas al Grupo Bacis, antiguo dueño de la Mina Cozamin y del predio Chiripa – La Gloria, y la transferencia de las concesiones, terrenos e infraestructura minera. El bloque que incluyó el predio Chiripa – La Gloria fue concretado en el año 2013.
- En 2014, Capstone Gold S.A. de C.V., incluyó el predio Chiripa- La Gloria dentro de las acciones del Plan de Cierre Progresivo, de tal forma que, durante el periodo comprendido de noviembre de 2014 a octubre de 2015, realizó la construcción de una serie de gaviones armados de piedra braza, colocados aguas debajo de los depósitos de residuos con el objetivo de retener sedimentos y evitar su ingreso al arroyo Chiripa. Además, se realizaron actividades de limpieza de sedimentos localizados en el cauce del arroyo Chiripa.
- En el primer semestre de 2015, Capstone Gold S.A. de C.V., realizó diferentes estudios para desarrollar acciones de restitución y cierre progresivo en el predio Chiripa – La Gloria.
- En octubre de 2015, el personal de la delegación estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realizó una visita de inspección al predio Chiripa – La Gloria, obtuvieron muestras de residuos y suelo, llevaron a cabo el levantamiento del acta No. ZA0059VI2015, con expediente administrativo número PFPA738.2/2C.27.1/00067-15.
- En diciembre de 2015, la PROFEPA notificó a Capstone Gold S.A de C.V., el acuerdo de emplazamiento No. ZAC/MUA/079-15.
- El 27 de septiembre de 2016, mediante el Oficio No. PFPA/38.1/8C.17.4/0312-16, la delegación estatal de la PROFEPA notificó a Capstone Gold S.A. de C.V., que las concentraciones de plomo y arsénico registradas en las muestras de suelo fueron superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, así también, que los resultados analíticos obtenidos en las

muestras de jal indicaron que éstos presentan características de peligrosidad por poseer potencial para generar drenaje de ácido.

- En octubre de 2016, la delegación estatal de la PROFEPA emitió la resolución No. 110/V.1./2016, con la medida correctiva: "*Realizar la remediación del suelo contaminado con base en el Programa de Remediación aprobado por la SEMARNAT.*" En el **Anexo 13** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye copia simple de la citada Resolución
- En agosto de 2017, Capstone Gold S.A. de C.V., sometió a evaluación y dictamen técnico de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), una propuesta de programa de remediación.
- En junio de 2018, después de ingresar información complementaria, la DGGIMAR resolvió no autorizar la propuesta de remediación solicitando ajustes a la misma.
- Durante el periodo de marzo a noviembre de 2019, Capstone Gold S.A. de C.V. realizó estudios complementarios y enero de 2020 presentó a la DGGIMAR un nuevo proyecto de Programa Remediación Ambiental, en el cual se propuso el depósito de suelo contaminado en una CDFIS.
- La DGGIMAR notificó a Capstone Gold, mediante el Oficio DGGIMAR.710/001545, que para la construcción de la CDFIS se requiere de la Autorización para la Disposición de Residuos Peligrosos en celdas de confinamiento en el sitio, de acuerdo con el formato FF-SEMARNAT-041 y a la autorización SEMARNAT-07-033-H. Para esto último, es necesario contar con la autorización en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental.

De forma general, en el sitio se identificaron residuos mineros generados anteriormente por la compañía Minera La Chiripa S.A de C.V., la cual cerró operaciones metalúrgicas a principios de la década de los 80´s, de la cual no se contaba con información precisa de los procesos metalúrgicos llevados a cabo durante el periodo de tiempo en que realizó

actividades de beneficio de minerales; de la misma forma, no se conocían los tipos y cantidades de sustancias utilizadas durante los procesos que realizaba.

De conformidad con lo anterior, entre las diferentes acciones de remediación que se llevarán a cabo en el predio en donde se pretender realizar el proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se determinó como una opción viable y contemplada por la legislación ambiental en México, el depósito y disposición final del suelo contaminado de la zona con metales así como de diversos residuos de construcción (específicamente escombros remanentes de demolición de las estructuras de las antiguas plantas metalúrgicas y bodegas en desuso) de la antigua planta metalúrgica en la CDFIS.

En razón a los hallazgos identificados en el predio antes señalado, con la participación de laboratorios acreditados y aprobados por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., se realizaron muestreos del suelo, agua y residuos mineros, lo anterior de acuerdo con la normatividad respectiva en la materia. Los resultados indicaron que existen 23,918 m^3 de suelo contaminado con arsénico y plomo, considerando para tal efecto las concentraciones de referencia totales señaladas en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, para uso industrial. Para el caso de los residuos mineros (jales, terreros y tepetates), las concentraciones de los elementos lixiviables contenidos en el extracto PECT no fueron superiores a los límites máximos permitidos, pero en todos los casos fueron generadores de drenaje ácido, por esta razón se consideran por tanto residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003 y NOM-157-SEMARNAT-2009.

En el sitio en estudio existen evidencias estructurales remanentes que indican que se realizaron actividades de explotación de un sistema de vetas denominado “Mala Noche”[2] subyacente en la zona realizada mediante el método de minería subterránea y beneficio a través de técnicas de flotación – sedimentación; muy probablemente se obtuvo el cobre

[2] El yacimiento “Mala Noche” cuerpos mineralizados alojados en vetas localizado en la parte centro - norte del Distrito Minero Zacatecas, son rellenos de fisura de cuarzo amorfo con asociación de sulfuros, sobre todo de calcopirita, por lo que su producción principal es de cobre. La secuencia de rocas sedimentarias que encajona a estas vetas consiste principalmente de lutita, arenisca, andesita y diques máficos. http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6403/(7)Tristan.pdf

como concentrado principal y en menor proporción plomo, zinc, plata y oro. De acuerdo con lo anterior, las fuentes de contaminación son el suelo afectado por las actividades minero-metalúrgicas y los depósitos de jales que se encuentran sin una cubierta superficial. De acuerdo con las características mineralógicas del sistema de vetas Mala Noche subyacente que fue explotado, así como a los contaminantes señalados en la Tabla 1 de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004[3] (NOM-147), los s contaminantes identificados fueron: arsénico y plomo.

De acuerdo con las características de las fuentes de contaminación, los probables mecanismos mediante las cuales se transportaron los contaminantes son la erosión hídrica y eólica, así como lixiviación en la zona vadosa. El arrastre de residuos y suelo debido a las corrientes de agua pluvial (erosión), es un mecanismo que muy probablemente contribuyó a la dispersión de contaminantes. Lo anterior tiene especial importancia debido a que las fuentes de contaminación se encuentran ubicadas en la parte media de la ladera de la microcuenca localizada en la zona, área donde existen pendientes muy pronunciadas. Por otra parte, la acción del viento sobre las superficies de los depósitos de residuos y del suelo contaminado produce resuspensión y transporte de material particulado (polvo).

Los escurrimientos del agua pluvial generan gradientes hidráulicos y arrastres de contaminantes en el subsuelo. La magnitud de este transporte depende de la concentración de los contaminantes, de su solubilidad, el gradiente hidráulico, así como de la permeabilidad del medio. La magnitud de la afectación del agua subterránea depende de los factores antes señalados, además, del espesor y permeabilidad de la zona vadosa, así como de las propiedades hidrodinámicas del acuífero.

De acuerdo con las características de los mecanismos de transporte y destino de los contaminantes antes descritos, los posibles medios afectados serían: suelo, agua superficial y subterránea mientras que las probables vías de exposición serían: la inhalación de polvo,

[3] Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

así como la ingestión de suelo y agua contaminada, sin embargo, en cuanto a receptores potenciales, toda vez que el predio Chiripa – La Gloria se encuentra en una zona rural serrana a una distancia de 0.6 km del límite norte de la ciudad de Zacatecas, no se identifican en la zona comunidades cercanas. Además, en todo el perímetro del predio existe cerca de alambre que evita el acceso de personas y fauna silvestre al sitio.

II.1.1.2. Muestreo y Determinaciones Analíticas Realizadas en el Predio Chiripa-La Gloria.

De conformidad con los antecedentes descritos con anterioridad, durante el año 2015 y derivado a una visita de inspección realizada por el personal de la Delegación de la PROFEPA en Zacatecas se realizaron 2 muestreos y determinaciones analíticas a efecto de cuantificar en forma metodológica la ubicación y el nivel de contaminación de suelos prevaleciente en el predio minero, uno llevado a cabo por la PROFEPA y otro por parte del Laboratorio ABC Química Investigación y Análisis S.A. de C.V., a efecto de contar con un comparativo de las condiciones prevalecientes en materia de contaminación de suelos en el sitio.

Del muestreo realizado por la PROFEPA, fueron obtenidas diversas muestras de jal minero y suelo de las áreas adyacentes a una presa de jales existente en el predio en estudio, en las cuales se encontraron valores de plomo y arsénico en concentraciones superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-147. Además, los resultados analíticos obtenidos en las muestras de jal indicaron que este residuo es peligroso por ser potencial generador de drenaje ácido. La siguiente tabla contiene los resultados analíticos realizados por el laboratorio de la PROFEPA y la representación gráfica está incluida en el **Plano PL-01** incluido en el **Anexo 14** de este Manifiesto de Impacto Ambiental, así como los documentos correspondientes al citado Muestreo 2015 en formato digital:

Tabla 3. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Jal Obtenidas y Analizadas por PROFEPA.

Metal/ Metaloide	ID Muestra					
	CH-PJ2-M1-R	CH-M2-R	CH-PJ1-M3-R	CH-M4-S	CH-M5-S	CH-BCO-M6
As (mg/kg).	1.0	499.2	1.0	202.8	585.4	105.5
CC As	0.0	0.9	0.0	0.0	1.3	0.0
Bario (mg/kg).	NR	123.8	NR	98.9	155.5	71.2
CC Ba	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Be (mg/kg).	NR	NR	NR	NR	NR	NR
CC Be	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Jal Obtenidas y Analizadas por PROFEPA.

Metal/ Metaloide	ID Muestra					
	CH-PJ2-M1-R	CH-M2-R	CH-PJ1-M3-R	CH-M4-S	CH-M5-S	CH-BCO-M6
Cd (mg/kg).	NR	11.6	NR	<LD	<LD	<LD
CC Cd	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cr VI (mg/kg).	NR	<LD	NR	<LD	<LD	<LD
CC Cr VI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hg (mg/kg).	NR	3.2	NR	0.7	0.9	1.2
CC Hg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ni (mg/kg).	NR	154.2	NR	<LD	<LD	<LD
CC Ni	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ag (mg/kg).	NR	17.1	NR	<LC	30.7	5.7
CC Ag	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pb (mg/kg).	1.0	872.1	1.0	67.4	633.1	218.5
CC Pb	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Se (mg/kg).	NR	1.4	NR	0.9	1.4	0.6
CC Se	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tl (mg/kg).	NR	NR	NR	NR	NR	NR
CC Tl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V (mg/kg).	NR	NR	NR	NR	NR	NR
CC V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IC	**0.0**	**2.0**	**0.0**	**0.0**	**2.3**	**0.0**

NR= No realizado
<LD= Menor al Límite de Detección.

La tabla anterior contiene los resultados analíticos de las 6 muestras de jal y suelo analizadas en el laboratorio de la PROFEPA, así como los valores de los Coeficientes (CC) e Índice de Contaminación (IC)[4]. Estos últimos fueron calculados considerando las concentraciones de referencia totales (CRt) para uso del suelo industrial señaladas en la Tabla 1 de la NOM-147, así como las ecuaciones 1 y 2.

Ecuación 1

$$C.C. = \begin{cases} \dfrac{[C]}{[VL]} - 1 & si\ [C] \geq [VL] \\ 0 & si\ [C] \geq [VL] \end{cases}$$

Donde:

C.C. Coeficiente de contaminación (adimensional)
[C] Concentración del contaminante en mg/kg
[VL] Concentración de Referencia Total.

[4] Para el cálculo del IC se utilizaron las Concentraciones de Referencia Totales (CRt) contenidas en la Tabla 1 de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.

Ecuación 2

$$I.C.=\begin{cases}\sum_{i=1}^{n} C.C._i + 1 & si \sum_{i=1}^{n} C.C._i > 0 \\ 0 & si \sum_{i=1}^{n} C.C._i = 0\end{cases}$$

Donde:

IC Índice de Contaminación (adimensional)

$\sum_{i=1}^{n} C.C.$ Integración de los coeficientes de contaminación desde *i* hasta *n* (adimensional

De acuerdo con los resultados contenidos en la tabla anterior, en 2 de 6 muestras (33%), los valores del IC fueron mayores de 1 (IC>1), lo cual indica que, en estos casos, las concentraciones de los contaminantes, en por lo menos uno de los de los 12 metales y metaloides señalados en la Tabla 1 de la NOM-147, superó los valores de referencia para uso del suelo industrial. Es importante señalar que, en todos los casos, cuando IC>1, los contaminantes implicados fueron el plomo (Pb) y el arsénico (As).

En un segundo muestreo y determinaciones analíticas realizadas por el Laboratorio ABC Química Investigación y Análisis S.A. de C.V., las muestras de suelo analizadas fueron obtenidas en las áreas adyacentes a la presa de jales del predio Chiripa – La Gloria. En todas las muestras fueron cuantificadas las concentraciones totales de los metales y metaloides señalados en la Tabla 1 de la NOM-147, mediante los métodos analíticos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Métodos Analíticos Utilizados para Cuantificar Metales y Metaloides en Muestras de Suelo.

Ensayo.	Método de Referencia
Determinación de metales totales por ICP.	Anexos B.2.1 y Anexo B.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM- 147-SEMARNAT/SSA1-2004.

Las siguientes tablas contienen las concentraciones totales de los metales y metaloides, así como los CC e IC, considerando las CRt señaladas en la Tabla 1 de la NOM-147, de acuerdo con el uso de suelo industrial.

Tabla 5. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Valores de los Coeficientes e Índice de Contaminación.

No	Identificación de la Muestra.	Concentraciones Totales (mg/kg)							
		Hg	CC_Hg (310)[a)]	Cr^{VI}	CC_Cr (510)	As	CC_As (260)	Ba	CC_Ba (67,000)
1	PJ CHIRIPA-01 SUP	ND	0.0	ND	0.0	**596.2**	1.3	45.2	0.0
2	PJ CHIRIPA-01 60 cm	0.5	0.0	ND	0.0	**4941.0**	18.0	16.6	0.0
3	PJ CHIRIPA-01 90 cm	0.7	0.0	ND	0.0	**478.**8	0.8	54.8	0.0
4	PJ CHIRIPA-02	1.2	0.0	ND	0.0	184.8	0.0	140.3	0.0
5	PJ2 CHIRIPA-01 SUP	0.4	0.0	ND	0.0	**2083.0**	7.0	23.7	0.0
6	PJ2 CHIRIPA-01 60 cm	0.3	0.0	ND	0.0	167.2	0.0	36.9	0.0
7	PJ2 CHIRIPA-01 90 cm	0.6	0.0	ND	0.0	256.6	0.0	131.9	0.0
8	PJ2 CHIRIPA-02	1.6	0.0	ND	0.0	727.3	1.8	45.6	0.0
9	CHIRIPA-01	0.4	0.0	ND	0.0	363.5	0.4	142.2	0.0
10	CHIRIPA-02	0.2	0.0	ND	0.0	100.8	0.0	170.7	0.0
11	CHIRIPA-03	0.0	0.0	ND	0.0	78.0	0.0	119.1	0.0
12	CHIRIPA-04	0.6	0.0	ND	0.0	240.0	0.0	111.6	0.0
13	CHIRIPA-05	0.4	0.0	ND	0.0	216.9	0.0	78.2	0.0
14	CHIRIPA-06	0.5	0.0	ND	0.0	**446.3**	0.7	67.9	0.0
15	CHIRIPA-07 SUP	0.3	0.0	ND	0.0	223.8	0.0	69.1	0.0
16	CHIRIPA-07 60cm	0.5	0.0	ND	0.0	198.4	0.0	132.9	0.0
17	CHIRIPA-07 90 cm	0.3	0.0	ND	0.0	231.2	0.0	64.9	0.0
18	CHIRIPA-08	0.5	0.0	ND	0.0	125.5	0.0	75.0	0.0
19	CHIRIPA-09	1.3	0.0	ND	0.0	116.7	0.0	211.7	0.0
20	CHIRIPA-10	0.7	0.0	ND	0.0	49.7	0.0	300.0	0.0
21	CHIRIPA-11	0.0	0.0	ND	0.0	22.1	0.0	239.8	0.0
22	CHIRIPA-12	0.7	0.0	ND	0.0	50.0	0.0	279.0	0.0

a) El valor dentro del paréntesis indica la CRt señalada en la Tabla 1 de la NOM-147, para uso de suelo industrial.

Continuación…

Tabla 5. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Valores de los Coeficientes e Índice de Contaminación.

No	Id Muestra	Concentraciones Totales (mg/kg)							
		Be	CC_Be (1,900)[a)]	Cd	CC_Cd (450)	Ni	CC_Ni (20,000)	Ag	CC_Ag (5,100)
1	PJ CHIRIPA-01 SUP	ND	0.0	ND	0.0	ND	0.0	17.2	0.0
2	PJ CHIRIPA-01 60 cm	ND	0.0	374.4	0.0	48.3	0.0	63.4	0.0
3	PJ CHIRIPA-01 90 cm	ND	0.0	96.9	0.0	51.3	0.0	29.7	0.0
4	PJ CHIRIPA-02	ND	0.0	ND	0.0	23.8	0.0	10.5	0.0
5	PJ2 CHIRIPA-01 SUP	ND	0.0	11.8	0.0	20.2	0.0	34.7	0.0
6	PJ2 CHIRIPA-01 60 cm	ND	0.0	49.5	0.0	29.4	0.0	26.1	0.0
7	PJ2 CHIRIPA-01 90 cm	ND	0.0	14.6	0.0	14.1	0.0	20.7	0.0
8	PJ2 CHIRIPA-02	ND	0.0	10.5	0.0	63.0	0.0	35.4	0.0
9	CHIRIPA-01	ND	0.0	ND	0.0	14.2	0.0	37.4	0.0
10	CHIRIPA-02	ND	0.0	ND	0.0	121.0	0.0	10.6	0.0
11	CHIRIPA-03	ND	0.0	ND	0.0	67.7	0.0	ND	0.0
12	CHIRIPA-04	ND	0.0	4.2	0.0	67.6	0.0	6.0	0.0
13	CHIRIPA-05	ND	0.0	7.7	0.0	152.3	0.0	15.0	0.0
14	CHIRIPA-06	ND	0.0	7.6	0.0	194.1	0.0	12.4	0.0
15	CHIRIPA-07 SUP	ND	0.0	6.4	0.0	163.0	0.0	13.8	0.0
16	CHIRIPA-07 60cm	ND	0.0	5.5	0.0	221.7	0.0	10.9	0.0

Tabla 5. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Valores de los Coeficientes e Índice de Contaminación.

No	Id Muestra	Concentraciones Totales (mg/kg)							
		Be	CC_Be (1,900)[a)]	Cd	CC_Cd (450)	Ni	CC_Ni (20,000)	Ag	CC_Ag (5,100)
17	CHIRIPA-07 90 cm	ND	0.0	3.1	0.0	141.8	0.0	12.7	0.0
18	CHIRIPA-08	ND	0.0	ND	0.0	253.5	0.0	6.3	0.0
19	CHIRIPA-09	ND	0.0	8.2	0.0	68.7	0.0	7.8	0.0
20	CHIRIPA-10	ND	0.0	ND	0.0	120.1	0.0	11.0	0.0
21	CHIRIPA-11	ND	0.0	ND	0.0	26.9	0.0	14.8	0.0
22	CHIRIPA-12	ND	0.0	ND	0.0	16.4	0.0	10.0	0.0

a) El valor dentro del paréntesis indica la CRt señalada en la Tabla 1 de la NOM-147, para uso de suelo industrial.

Continuación…

Tabla 5. Concentraciones de Metales y Metaloides en Muestras de Suelo y Valores de los Coeficientes e Índice de Contaminación.

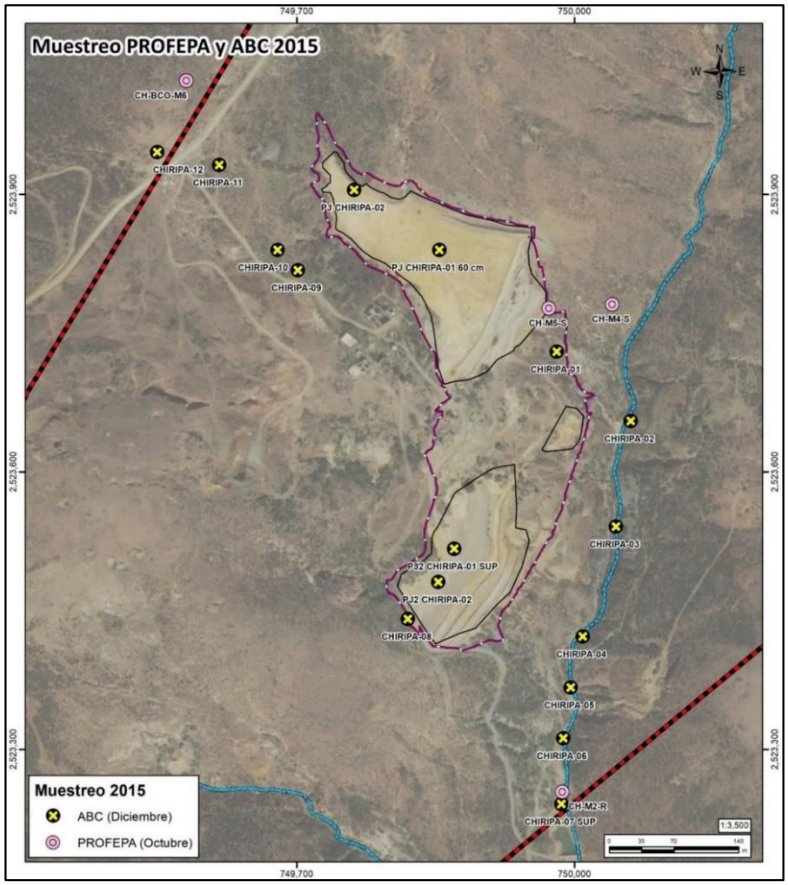
No	Id Muestra	Concentraciones Totales (mg/kg)								
		Pb	CC_Pb (800)[a)]	Se	CC_Se (5,100)	Talio	CC_Tl (67)	V	CC_V (1,000)	IC
1	PJ CHIRIPA-01 SUP	245.2	0.0	73.5	0.0	ND	0.0	18.4	0.0	2.3
2	PJ CHIRIPA-01 60 cm	14,760.0	17.5	10.6	0.0	ND	0.0	99.1	0.0	36.5
3	PJ CHIRIPA-01 90 cm	1,251.0	0.6	ND	0.0	ND	0.0	50.0	0.0	2.4
4	PJ CHIRIPA-02	301.7	0.0	ND	0.0	ND	0.0	122.8	0.0	0.0
5	PJ2 CHIRIPA-01 SUP	8,284.0	9.4	ND	0.0	ND	0.0	56.1	0.0	17.4
6	PJ2 CHIRIPA-01 60 cm	777.6	0.0	ND	0.0	ND	0.0	84.7	0.0	0.0
7	PJ2 CHIRIPA-01 90 cm	495.5	0.0	ND	0.0	ND	0.0	65.6	0.0	0.0
8	PJ2 CHIRIPA-02	2,967.0	2.7	ND	0.0	ND	0.0	65.9	0.0	5.5
9	CHIRIPA-01	371.9	0.0	ND	0.0	ND	0.0	58.4	0.0	1.4
10	CHIRIPA-02	44.4	0.0	ND	0.0	ND	0.0	152.5	0.0	0.0
11	CHIRIPA-03	66.5	0.0	ND	0.0	ND	0.0	139.2	0.0	0.0
12	CHIRIPA-04	445.6	0.0	ND	0.0	ND	0.0	80.0	0.0	0.0
13	CHIRIPA-05	401.9	0.0	ND	0.0	ND	0.0	93.4	0.0	0.0
14	CHIRIPA-06	394.8	0.0	ND	0.0	ND	0.0	87.4	0.0	**1.7**
15	CHIRIPA-07 SUP	342.8	0.0	ND	0.0	ND	0.0	70.8	0.0	0.0
16	CHIRIPA-07 60cm	321.6	0.0	ND	0.0	ND	0.0	92.1	0.0	0.0
17	CHIRIPA-07 90 cm	357.3	0.0	ND	0.0	ND	0.0	79.2	0.0	0.0
18	CHIRIPA-08	246.8	0.0	ND	0.0	ND	0.0	82.4	0.0	0.0
19	CHIRIPA-09	487.9	0.0	ND	0.0	ND	0.0	139.6	0.0	0.0
20	CHIRIPA-10	110.3	0.0	ND	0.0	ND	0.0	228.0	0.0	0.0
21	CHIRIPA-11	24.1	0.0	ND	0.0	ND	0.0	121.8	0.0	0.0
22	CHIRIPA-12	108.3	0.0	ND	0.0	ND	0.0	91.9	0.0	0.0

a) El valor dentro del paréntesis indica la CRt señalada en la Tabla 1 de la NOM-147, para uso de suelo industrial.

De acuerdo con el contenido de las tablas anteriores, en 7 de 22 muestras (32%), los valores del IC fueron mayores de 1 (IC>1), lo cual indica que en estos casos las concentraciones registradas, en por lo menos uno de los elementos señalados en la Tabla 1 de la NOM-147,

superó las CRt para uso del suelo industrial. Es importante señalar que, en todos los casos, cuando el IC>1, los contaminantes implicados fueron el Pb y el As.

Los resultados antes descritos confirmaron los hallazgos reportados por la PROFEPA. Es importante señalar en ambas caracterizaciones los puntos de muestreo están distribuidos en la presa de jales y en las áreas aledañas, las cuales son las principales fuentes de contaminación, así como en el cauce del arroyo Chiripa (principal destino de los contaminantes). Además, en ambos casos, el Pb y el As fueron los contaminantes prioritarios. De forma complementaria, los resultados del análisis de correlación lineal indicaron que, existe una alta correlación positiva ($\rho>0.9$) y significativa ($p<0.01$) entre las concentraciones de arsénico y de plomo. En la siguiente figura pueden observarse los puntos de muestreo realizados por los entes indicados:



Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Puntos de Muestreo 2015.

II.1.1.3. Estrategia y Descripción Técnica del Proyecto.

Los resultados de la caracterización del daño ambiental realizados en el predio Chiripa – La Gloria indicaron que las principales fuentes de contaminación primaria son los depósitos de residuos mineros (esencialmente jales y en menor grado terreros y tepetates), sin cubiertas que eviten la dispersión de materiales, así como la presencia de suelo contaminado que resultó de las actividades minero metalúrgicas que se realizaron en el sitio. La acción del viento y de los escurrimientos pluviales provocaron la contaminación de mayores extensiones de terreno. En términos generales como ya se describió con anterioridad, los residuos mineros existentes son generadores de drenaje ácido y contienen elevadas concentraciones de As y Pb, sin embargo, estos contaminantes prioritarios no son geodisponibles o solubles en medios acuosos, esta condición, junto con las características del medio geológico, han limitado la contaminación del agua superficial y subterránea.

De forma esencial, las acciones de remediación fueron programadas para desarrollarse de forma secuencial en las siguientes 3 etapas básicas:

a) La construcción de la cubierta superficial de la presa de jales y los canales para el manejo del agua pluvial, de acuerdo con lo señalado en la NOM-141-SEMARNAT-2003

b) El transporte de materiales de minado residuales, el acopio, la construcción y la estabilización mecánica de un solo depósito de terreros y tepetates, así como la conformación de una cubierta superficial y,

c) El depósito de suelo contaminado y residuos de la construcción en una Celda de Disposición Final In Situ.

Siendo este último el que corresponde al proyecto de presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

Para el desarrollo del proyecto CDFIS se han previsto la necesidad de las siguientes acciones:

II.1.1.3.1. Actividades Previas.

Antes de iniciar el movimiento de materiales (se realizarán las siguientes actividades: a) acciones para evitar la generación de polvos y b) control topográfico.

a) **Acciones para Evitar la Generación del Polvos:** Con el objeto de mitigar al máximo la generación y migración de polvos fugitivos por la acción eólica y durante la preparación, excavación y depósito de los materiales descritos con anterioridad en la celda, se rociará agua en las áreas contempladas para su construcción, así como los caminos y accesos por donde transitarán la maquinaria pesada y los vehículos automotores. Además, estos últimos estarán equipados con lonas que cubrirán el material edáfico que sea extraído de la CDFIS.

b) **Control Topográfico:** Será estructurada una poligonal de apoyo topográfico (puntos de control) mediante la liga a los puntos GPS previamente establecidos, para esto será utilizado un equipo de topografía adecuado. En todos los puntos de control serán colocados monumentos de concreto y estarán plenamente identificados. Para el control de la nivelación del corte de suelo serán estratégicamente distribuidos una serie de bancos de nivel como puntos de referencia, éstos serán ubicados a una distancia máxima de 150 m.

II.1.1.3.2. Análisis de Vulnerabilidad

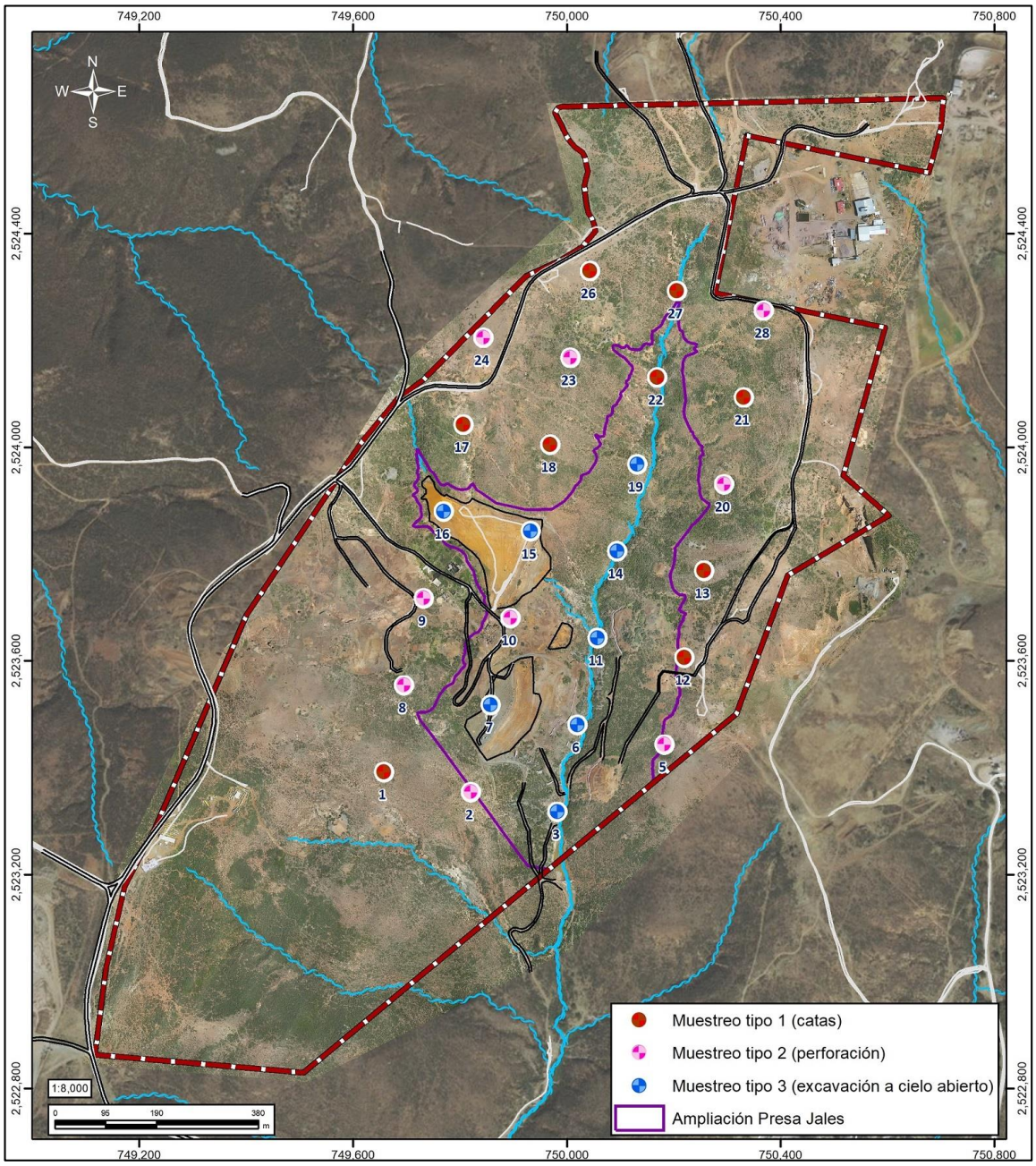
La fracción IV del artículo 51 del R-LGPGIR establece que para la construcción y operación de una instalación de disposición final de residuos peligrosos se deberá realizar un estudio de vulnerabilidad del sitio en el que se analicen los diversos aspectos geotécnicos, de muestreo, estratigrafía, permeabilidad, entre otros. Con el objetivo de cumplir con lo anterior, el presente apartado contiene los resultados de los diferentes estudios realizados para determinar el riesgo asociado al depósito de materiales en la CDFIS.

II.1.1.3.2.1. Estudio Geotécnico.

Se realizaron como parte de las acciones un conjunto de pruebas geotécnicas para caracterizar las condiciones mecánicas del suelo y subsuelo del sitio. El **Anexo 05** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental contiene el informe técnico realizado por la empresa Solumétrica, Ingeniería Mecánica de Suelos, el cual contiene los resultados de la estratigrafía del suelo y las características físicas, mecánicas y dinámicas del lecho rocoso.

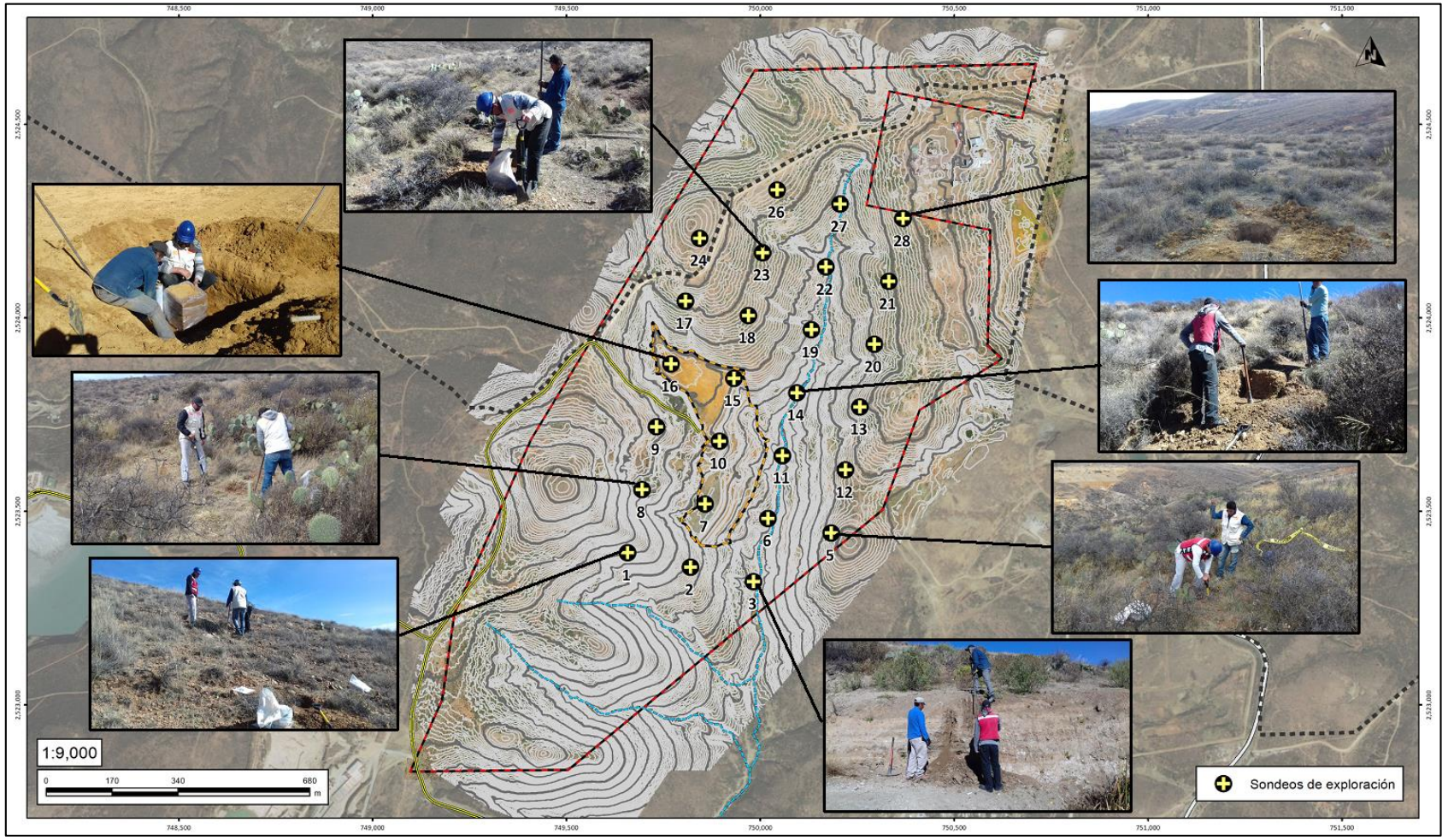
II.1.1.3.2.2. Muestreo.

Se obtuvieron muestras de suelo alteradas e inalteradas en 26 puntos mediante perforaciones y sondeos o zanjas de exploración a cielo abierto (SExp) distribuidos de forma regular en todo el sitio tal como puede observarse en las siguientes figuras:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Puntos de Muestreo del Estudio Geotécnico.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Obtención de Muestras de Suelo Para Estudios Geotécnicos.

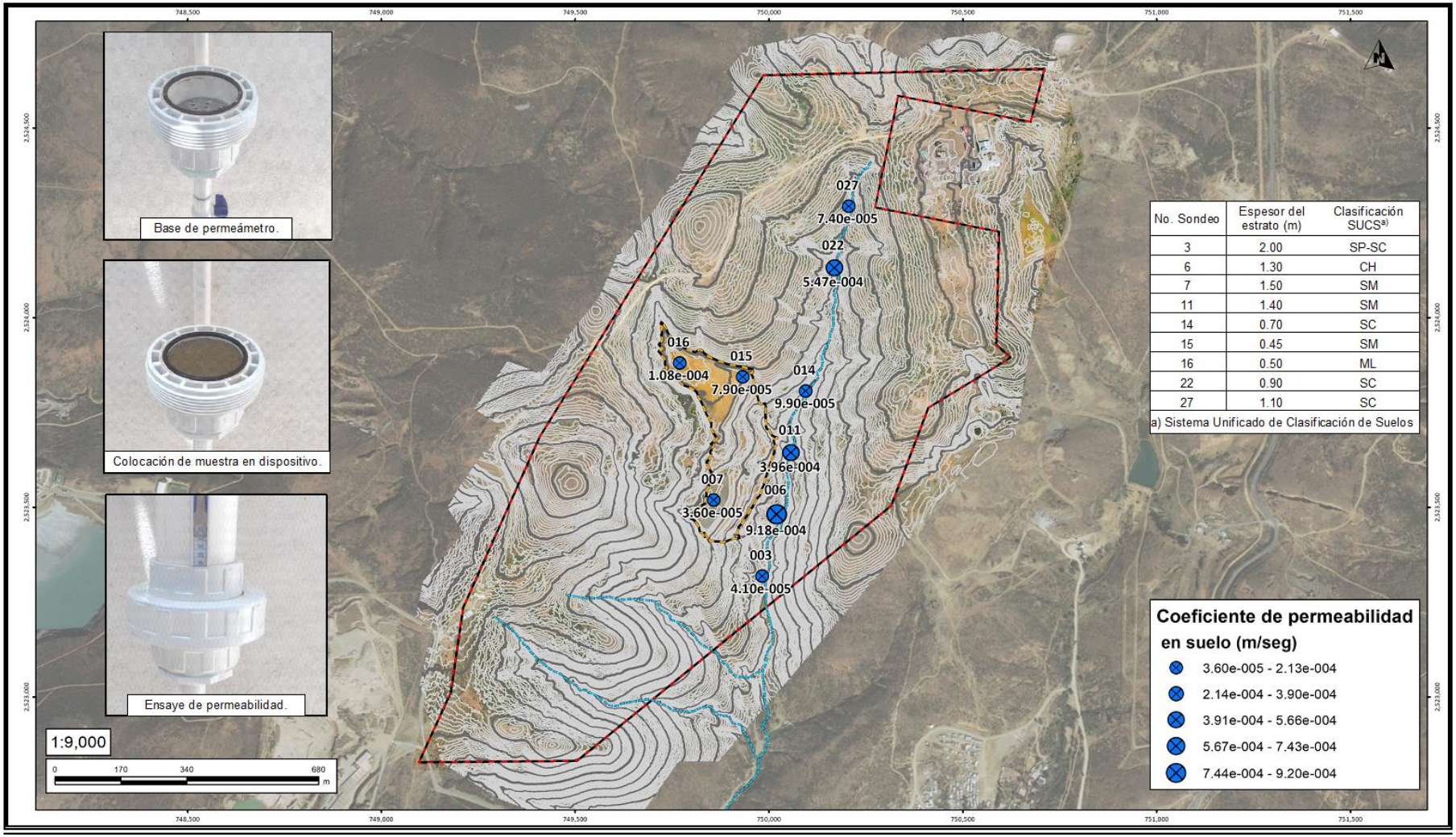
Los SExp alcanzaron profundidades variables y se obtuvieron muestras del suelo y subsuelo representativas de cada estrato identificado, así como en el piso del sondeo. Se determinaron las características físicas y dinámicas del suelo, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS, por sus siglas en inglés).

II.1.1.3.2.3. Estratigrafía.

En el apartado 6 y el Anexo 1 del Informe Geotécnico que se presenta en el **Anexo 05** de este Manifiesto de Impacto Ambiental, se describen las características estratigráficas del suelo. En términos generales, superficialmente se encuentra un estrato relativamente delgado de arcilla con presencia de material vegetal, en seguida se identificó un estrato de aproximadamente 1.0 m de arcilla alterada por las condiciones climáticas y densificada, por debajo se encuentran arcillas naturales de alta y baja compresibilidad. En el **Plano PL-02** (**Anexo 14**) están representados los perfiles estratigráficos y los tipos de suelo de acuerdo con la clasificación SUCS. En el área donde está propuesta la CDFIS predomina las arenas con presencia de arcillas (SC). Lo anterior fue ratificado de acuerdo con la representación de los porcentajes de finos, arenas y gravas, mostrados en el **Plano PL-03** de este Manifiesto de Impacto Ambiental.

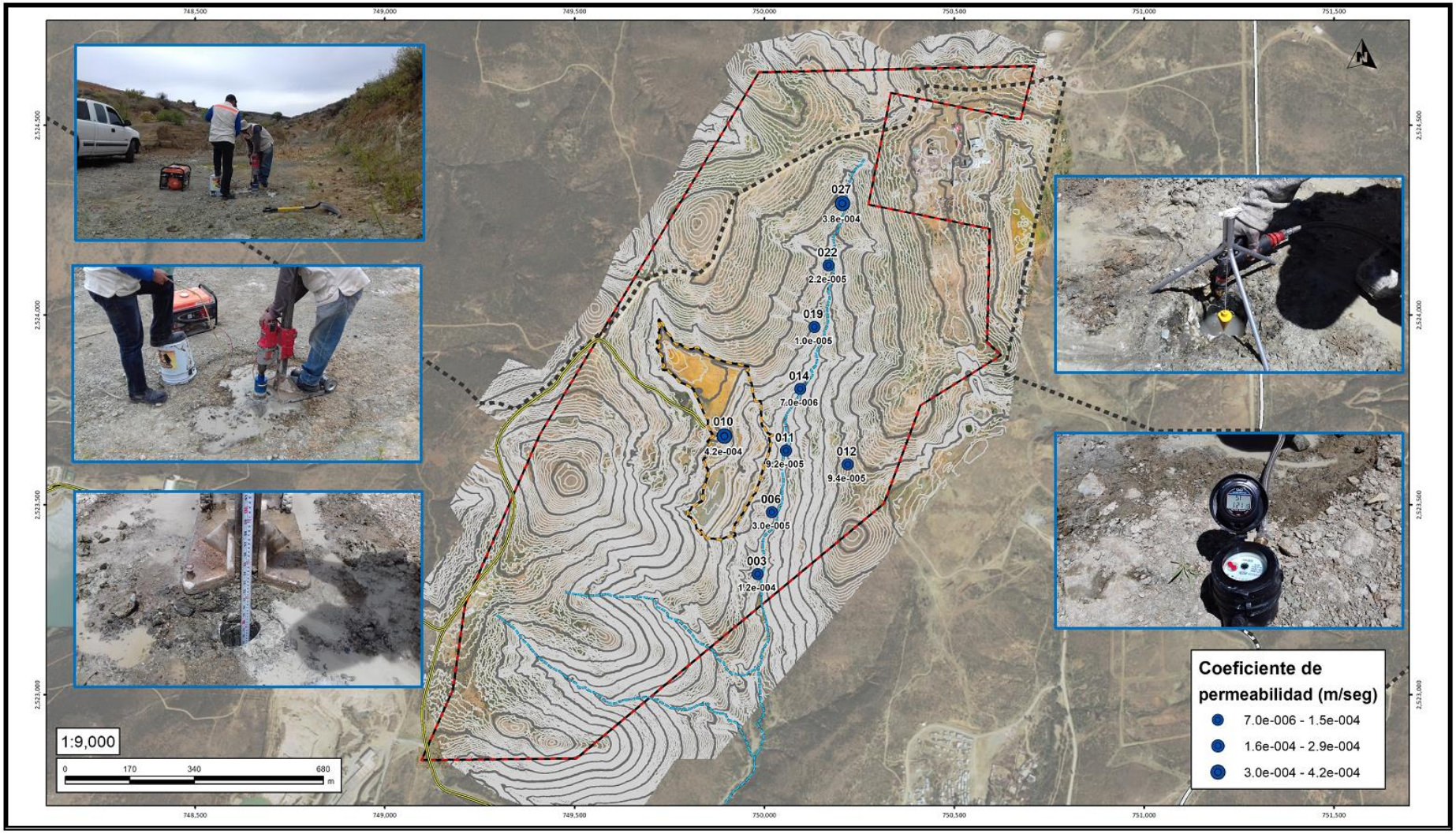
II.1.1.3.2.4. Coeficientes de Permeabilidad.

El apartado 7 y los Anexos 9 y 10 del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** en este Manifiesto de Impacto Ambiental contienen el detalle de las pruebas realizadas y resultados para determinar los coeficientes de permeabilidad en suelos y roca (ver siguientes figuras). En el área propuesta para ubicar la CDFIS la permeabilidad en el lecho rocoso osciló entre poco permeable y permeable con valores que oscilan entre los $4.2x10^{-4}$ y los 3.6×10^{-5} cm/seg, lo que nos indica la necesidad de implementar barreras que reduzcan la citada permeabilidad en el sitio mediante el uso de arcilla, suelo cemento y geomembranas especializadas para tal objetivo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Coeficiente de Permeabilidad en Suelo (Laboratorio).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Evaluación de la Permeabilidad en el Lecho Rocoso.

II.1.1.3.2.5. Resistencia a la Compresión de la Roca.

Se realizaron pruebas de compresión simple en muestras del basamento rocoso. Los valores mínimo, máximo y promedio de resistencia mecánica fueron: 13.5, 625.5 y 110.5 kg/cm^2. Con base en el Estudio Geotécnico realizado. Aún pese a la heterogeneidad de los resultados, se considera que existe una elevada resistencia mecánica del lecho rocoso. En el apartado 8 del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** de este Manifiesto de Impacto Ambiental, se describen en detalle los resultados de la resistencia mecánica de la roca.

II.1.1.3.2.6. Condiciones de Fisuramiento de la Roca.

Se utilizaron núcleos de barrenos profundos para determinar condiciones de fisuramiento e interperísmo de la roca. En prácticamente todo el predio el agrietamiento es multidireccional, en la mayoría de los casos las aberturas son menores de dos milímetros. En el predio, la oxidación es el principal agente químico de intemperización, esto se observa debido al cambio en la coloración de la roca, con tonalidades de amarillo ocre a café rojizo, en comparación con el color gris de la roca sana.

II.1.1.3.2.7. Capacidad de Carga del Lecho Rocoso.

En diferentes puntos de muestreo se calcularon las capacidades de carga a partir de la resistencia a la compresión, sobrecarga continua, falla local y un factor de seguridad de 5. En el Estudio Geotécnico incluido en **Anexo 05** de este Manifiesto de Impacto Ambiental se presentan las capacidades de carga calculadas y los asentamientos esperados en los diferentes puntos de exploración.

II.1.1.3.2.8. Cálculo de la Altura Crítica en Excavaciones.

De acuerdo con el tipo de suelo, la altura crítica de corte vertical fue calculada en 3.5 metros, sin embargo, para aquellas excavaciones de mayor profundidad se puede solucionar mediante la construcción de bermas horizontales con una separación mínima de 2.7 metros. El análisis estructural es analizado en el apartado 13 del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** de este Manifiesto de Impacto Ambiental.

II.1.1.4. Análisis de Factibilidad Técnica Para la Construcción de la Celda de Disposición Final In Situ.

Los resultados de los diferentes estudios realizados para caracterizar las condiciones geológicas, geohidrológicas y propiedades mecánicas del suelo y subsuelo, indicaron que es factible técnicamente la construcción de CDFIS. Sin embargo, en el diseño estructural se incorporaron esquemas de seguridad adicionales con objetivo de minimizar los riesgos.

II.1.1.4.1. Concepto de Celda de Disposición Multicapas.

Actualmente existen esquemas de ingeniería ambiental que permiten dar disposición final a materiales peligrosos bajo condiciones de seguridad. Estos esquemas están enfocados, por una parte, en identificar las condiciones geológicas y geohidrológicas propias del sitio para la construcción del confinamiento en formaciones geológicamente estables, de ser necesario, la implementación de estrategias constructivas y el uso de materiales que brindan protección adicional evitando la dispersión de los contaminantes, así como esquemas que permiten reducir o minimizar la peligrosidad de los materiales mediante modificaciones en las propiedades físicas, químicas o toxicológicas de los contaminantes.

II.1.1.4.2. Uso de Materiales Geosintéticos y Limo-arcillosos en la Construcción de Barreras Impermeables.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE), son materiales geosintéticos ampliamente utilizados para impermeabilizar superficies y evitar infiltraciones, así como la generación de lixiviados. La siguiente tabla contiene las características mínimas, los parámetros y valores de control de calidad del tipo geomembrana que se propone incluir:

Tabla 6. Propiedades de la Geomembrana de Polietileno de Alta Densidad

Propiedad		Método de prueba	Valor
Espesor		ASTM D 5199	1.5 mm
Densidad		ASTM D 1505/D 792	0.4 g/cc
Propiedades de tensión		ASTM D 6693	
	Fuerza de estiramiento		22 KN/m
	Fuerza de ruptura		40 KN/m
	Elongación por estiramiento		12 %
	Elongación en la ruptura		700 %
Resistencia a rasgaduras		ASTM D 1004	187 N
Resistencia a la punción		ASTM D 4833	480 N

Tabla 6. Propiedades de la Geomembrana de Polietileno de Alta Densidad

Propiedad		Método de prueba	Valor
Resistencia al stress Crack		ASTM D 5397	300 hrs
Contenido de carbono negro		ASTM D 1603	2.0 – 3.0 %
Tiempo de inducción oxidativa (TIO) estándar TIO		ASTM D 3895	100 min
Oxidación en horno a 85°C, estándar TIO		ASTM D 5721 ASTM D 3895	55 % retenido después de 90 días
Resistencia al UV. Alta presión TIO		GRI GM11 ASTM D 5885	50 % conservado después de 1600 hrs
Propiedades de la costura			
	Fuerza de la unión - Soldadura por cuña caliente	ASTM D 6392	15.9 KN/m

Las secciones de la geomembrana serán termofusionadas y existirá un control estricto en la calidad mediante pruebas destructivas y no destructivas, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos.

De forma adicional, serán conformadas capas de suelos arcillosos compactadas del 90 al 95% Proctor bajo condiciones de humedad óptima, con espesores de 0.25 m. Con lo anterior se lograrán permeabilidades hidráulicas de 10^{-07} cm/seg, lo anterior bajo condiciones prácticas se considera impermeables. Es recomendable utilizar la combinación de capas de arcilla compactadas alternadas con geomembranas y geotextiles con el objetivo de brindar mayor protección al material geosintético, esto es especialmente importante debido a la probable existencia de contaminantes en el suelo que afecten a largo plazo las características del material geosintético.

II.1.1.4.3. Tratamiento de Materiales Contaminados Mediante el Proceso de Solidificación-Estabilización.

El proceso de solidificación-estabilización (S-E) es una tecnología de tratamiento ampliamente usada en el manejo y disposición de una gran variedad de residuos, particularmente los residuos peligrosos (RPs´). El tratamiento por S-E involucra la mezcla de aditivos o reactivos con los contaminantes con el objetivo de reducir física o químicamente su solubilidad o movilidad dentro de una matriz. La inmovilización de los residuos dentro del medio tratado reduce o evita la migración-dispersión y biodisponibilidad de los contaminantes a los diferentes receptores, tales como plantas, animales y humanos. La EPA considera a la S-E como una tecnología clave en el tratamiento y manejo de RP industriales,

tal es su importancia que ésta se encuentra clasificada como la mejor tecnología disponible para el manejo de 57 RP´s identificados por la Resource Conservation and Recovery Act [5] .

En el proceso de estabilización ocurren diferentes reacciones químicas entre los contaminantes y compuestos agregados, con el objetivo de reducir el riesgo mediante la transformación del residuo en formas menos solubles, móviles y tóxicas. La naturaleza física de los materiales no cambia necesariamente. Algunos ejemplos de agentes estabilizantes son los fosfatos, los sulfuros y los carbonatos que son formas químicas menos solubles o geo y biodisponibles.

El cemento Portland es un material genérico cuyo uso principal es en la industria de la construcción. Es un material muy versátil en los procesos de S/E por su habilidad para solidificar y estabilizar una amplia variedad de residuos. Cuando el cemento es mezclado con el material contaminado ocurren reacciones químicas con el agua de la matriz, esto provoca cambios en sus propiedades físicas; la solidificación de los contaminantes reduce su permeabilidad, movilidad y toxicidad. El cemento como agente S/E ha sido empleado en los Estados Unidos de Norteamérica desde 1950, para tratar los desechos radiactivos de las plantas nucleares y de las fábricas de armas de fuego. En la actualidad es ampliamente utilizado parar el tratamiento de los residuos peligrosos industriales.

a) En resumen, se propone la construcción de celda de estabilización para depositar suelo contaminado y escombros considerando los siguientes sistemas de seguridad: La existencia de estratos geológicos subyacentes someros en la zona vadosa de baja permeabilidad.

b) La incorporación de esquemas de impermeabilización mediante la combinación alternada de capas de suelos arcillosos compactados y mejorados con cemento Portland, así como la participación de geomembranas de 1,500 micras de espesor protegidas con geotextiles.

[5] U.S. Environmental Protection Agency, «Best Management Practices for Soils Treatment Technologies,» Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C., 1997.

c) La estabilización-solidificación de algunos materiales depositados mediante la incorporación de cemento Portland, a través de la conformación de capas compactadas bajo condiciones de humedad óptima.

II.1.1.4.4. Concepto Integrado de Celda de Disposición Final In Situ de Acuerdo con las Características del Sitio.

Se propone la construcción de la CDFIS, con una capacidad útil de 28,341 m^3 con un esquema de protección de tipo multicapas conformadas de suelo tipo arcilloso mejorado con cemento Portland y compactadas del 90 al 95% Proctor, las cuales estarán ubicadas en la base, los bordes laterales y en la porción superior. Además, se utilizarán materiales geosintéticos que recubrirán completamente el material depositado y será colocada una capa de suelo arcilloso impermeable en la superficie, esto con la finalidad de evitar posibles infiltraciones y generación de lixiviados. De forma complementaria, existirá un sistema de monitoreo que permitirá evaluar la condición del material depositado. En todos los casos, en el sitio donde estará ubicada la celda, el uso del suelo estará restringido, de tal forma que, no se podrán realizar excavaciones que alteren la integridad del sistema de impermeabilización.

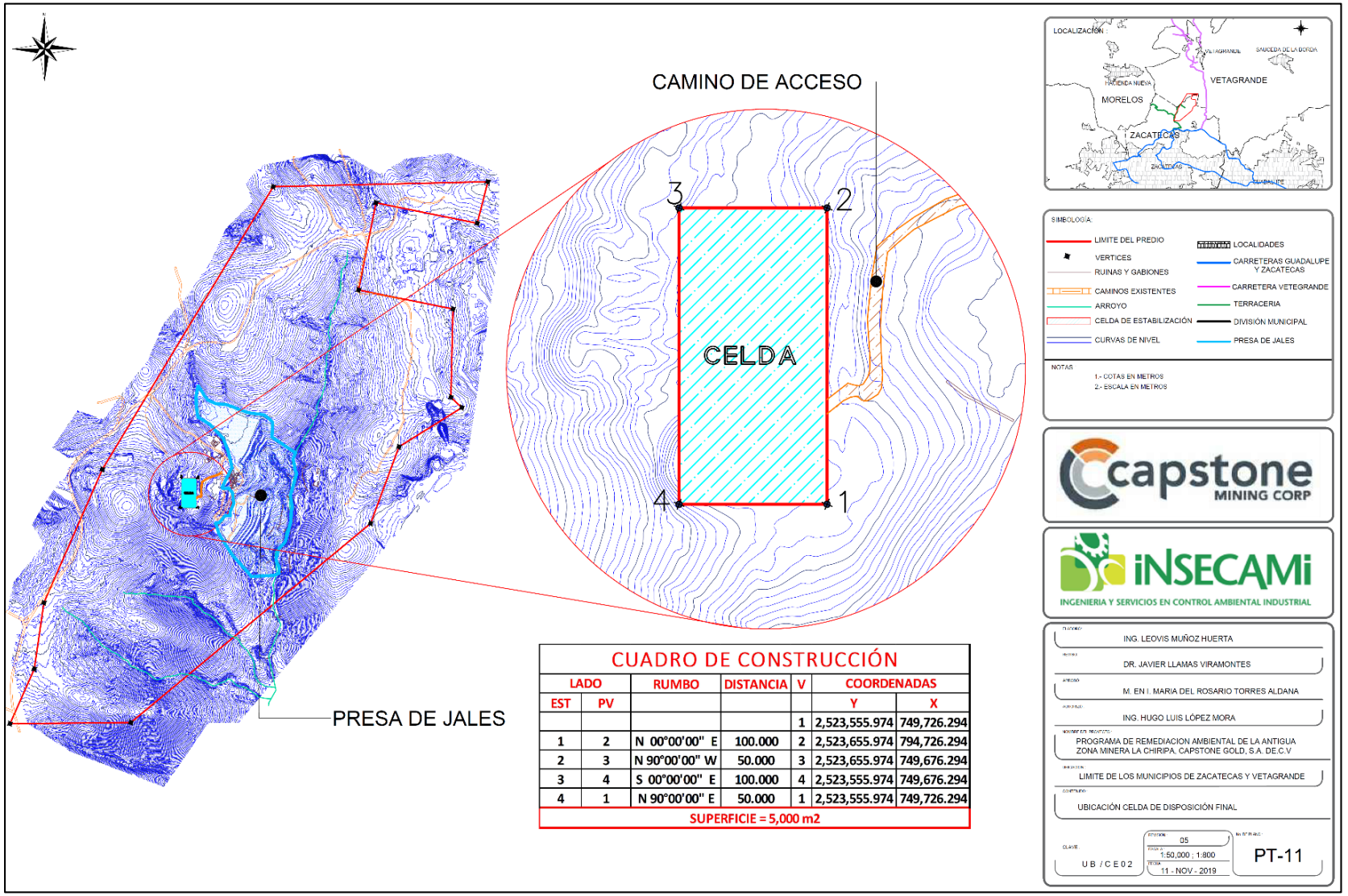
Tabla 7. Volúmenes de Materiales Contaminados para Depositar en la CDFIS.

Suelo contaminado (m^3)		Residuos de Manejo Especial Escombros (m^3)	Total (m^3)
Volumen Estimado	**SC+CEMENTO**	**Volumen Estimado**	
23,918 [a)]	26,661.3 [b)]	1,679.7 [c)]	28,341.0

a. Estimación del volumen de suelo contaminado de acuerdo con el plano PL-11.
b. Es importante mencionar que este volumen no incluye abundamiento, considerando que será recompactado al 90% Proctor, se consideró agregarle un 3% de cemento portland al suelo
c. Este volumen incluyen abundamientos considerando las características físicas y grado de compactación del tipo de residuo.

II.1.1.4.5. Diseño de la Capacidad Total y Útil de la Celda de Disposición Final In Situ.

La CDFIS contará, conforme a las estimaciones de los volúmenes de residuos a disponer con un volumen útil de diseño de 28,341 m^3. La siguiente tabla contiene las dimensiones de la CFDIS, así como la Capacidad Total de Diseño, que resulta de integrar los volúmenes de diseño útil y de los materiales que serán utilizados para impermeabilizar.



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,523,555.974	749,726.294
1	2	N 00°00'00" E	100.000	2	2,523,655.974	794,726.294
2	3	N 90°00'00" W	50.000	3	2,523,655.974	749,676.294
3	4	S 00°00'00" E	100.000	4	2,523,555.974	749,676.294
4	1	N 90°00'00" E	50.000	1	2,523,555.974	749,726.294
SUPERFICIE = 5,000 m2						

Figura 9. Delimitación de la Celda de Disposición Final In Situ.

Tabla 8. Capacidad Total y Dimensiones de la Celda de Disposición Final In Situ.

Volumen Útil de Diseño	Volumen de Materiales mpermeabilización (m^3)	Capacidad Total de Diseño (m^3)	Dimensiones (m^2)		
			Superficie (m^2)	Profundidad (m)	Volumen (m^3)
28,341.0 a)	5,818.8 b)	34,159.8 b)	5,000	6.94	34,159.8

a) Es importante mencionar que este volumen no incluye abundamiento, considerando que será recompactado al 90% Proctor.
b) Diferentes capas de suelo arcilloso mejorado con cemento Portland y materiales geosintéticos.

En la figura 9 (anterior) están representadas la ubicación y dimensiones de la CDFIS, así como la vista longitudinal de su diseño constructivo (figura 10):

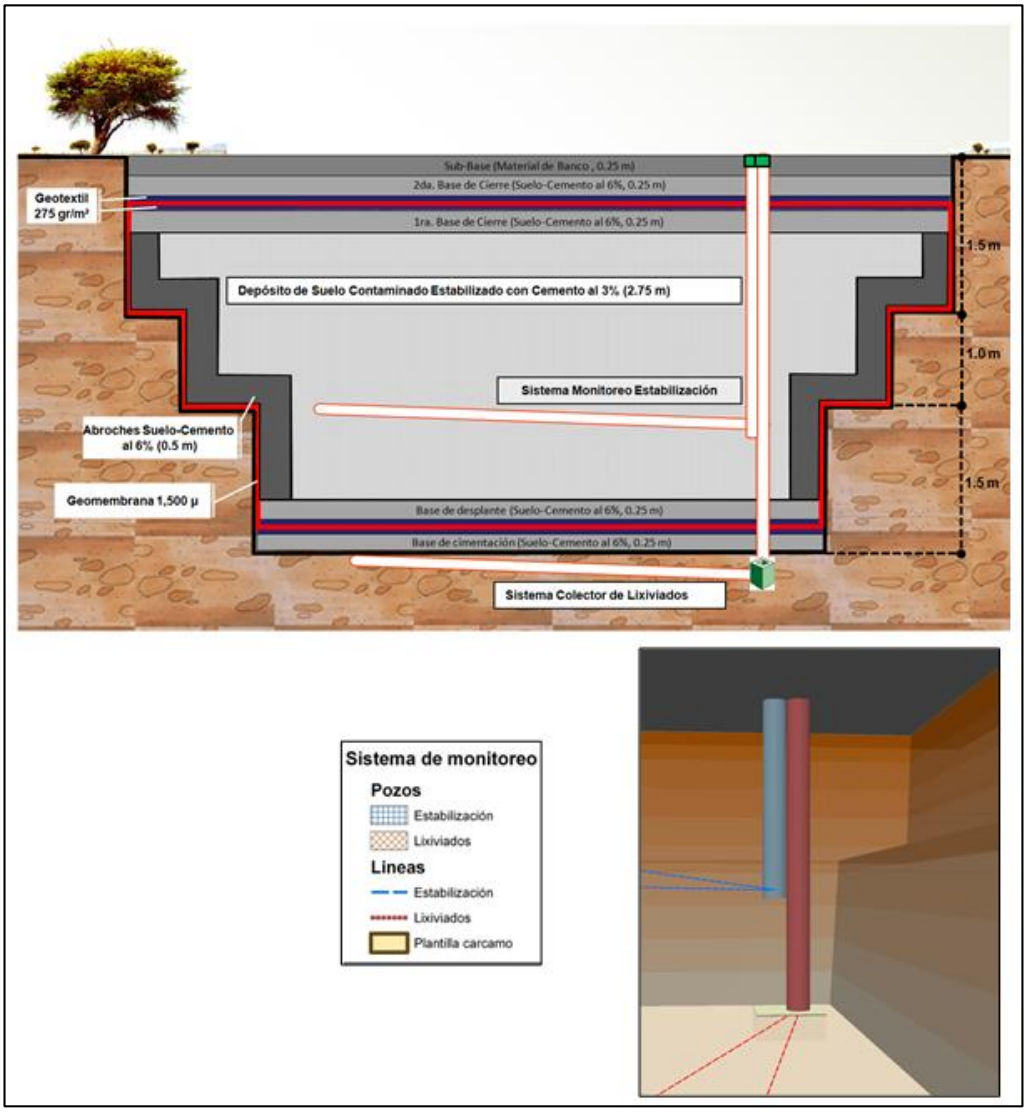


Figura 10. Ejemplo ilustrativo de corte Longitudinal de la Celda de Disposición Final In Situ y Representación del Sistema de Monitoreo.

II.1.1.4.6. Ubicación y Dimensiones.

El área propuesta para construir la CDFIS está ubicada en la parte poniente de la zona centro, del predio Chiripa – La Gloria (ver Figura 9). El eje principal se extiende de norte a sur y comprende una distancia promedio de 100 m y el eje de sección transversal es de 50 m. La superficie total a nivel de piso es de 4,851 m^2 (0.485 ha) y la profundidad máxima de excavación calculada será de 6.3 m, existirá una berma de 0.5 m de ancho a una distancia de 3.8 m del nivel de piso.

II.1.1.5. Diseño de la Celda de Disposición Final In situ.

II.1.1.5.1.1. Deslinde, Nivelación y Retiro de Materiales Localizados Dentro del Polígono de Corte.

El **Plano** **PT-01** (ver **Anexo 14**) contiene el cuadro de construcción con los vértices que limitan el perímetro de la CDFIS. Es importante establecer los límites físicos (bancos de nivel) y registrar los valores de las georreferencias establecidas. Es necesario realizar acciones de limpieza en toda la superficie, así como el retiro de materiales que se localizan dentro del polígono de corte.

II.1.1.5.2. Diseño Estructural y Proceso Constructivo de la CDFIS.

II.1.1.5.2.1. Diseño Estructural General.

De acuerdo con lo anterior se determinó como necesario diseñar una CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) para suelo contaminado y escombros con una capacidad útil para depositar 28,341 m^3 de materiales contaminados. Es importante mencionar que en este volumen están considerados los abundamientos de acuerdo con las características físicas de los materiales, los aditivos que serán utilizados para su estabilización, así como un factor de seguridad. Además, en el cálculo de la capacidad total de esta celda fue necesario considerar las diferentes capas que deben ser conformadas con suelo arcilloso limpio estabilizado con cemento Portland.

De forma general, la CDFIS estará conformada mediante taludes verticales, de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos se considera que los taludes verticales son estables a profundidades de 3.6 m. La base será impermeabilizada mediante dos capas de suelo arcilloso libre de contaminación compactado mejorado con 3% de cemento Portland y una

geomembrana de 1,500 micras de espesor intercalada y protegida con geotextil (densidad 240 g/m^2), en sus partes superior e inferior. La geomembrana cubrirá la base, los taludes y la parte superior. En la parte superior están consideradas dos bases de suelo arcilloso compactado mejorado con cemento Portland, bajo condiciones de humedad óptima y con espesores de 0.25 m cada una.

II.1.1.5.2.2. Fases del Proceso Constructivo de la Celda.

Se tiene programado construir la CDFIS en 3 Plataformas (P1, P2 y P3), las plataformas fueron numeradas de la parte más profunda (base de la celda) hacia la superficie. P1 incluye todos los materiales que serán utilizados para impermeabilizar la base, P2 serán aquellos materiales contaminados que serán depositados de acuerdo a un orden establecido y, en P3 están considerados aquellos materiales que serán utilizados para impermeabilizar la parte superior. Es importante mencionar que en cada plataforma incluirá subdivisiones que hacen referencia a materiales o procesos constructivos específicos y estas etapas serán identificadas con las letras A,B,C, por ejemplo, plataforma 1, etapa A (P1-A) o plataforma 3, etapa C (P3-C) esto con la finalidad de facilitar la descripción de los procedimientos constructivos y los acomodos de los diferentes tipos de materiales (suelo contaminado con metales o escombros producto de las demoliciones de la antigua planta metalúrgica), que serán depositados y estabilizados.

El proceso constructivo general consiste en primera instancia, construir el socavón de acuerdo a las dimensiones calculadas considerando la capacidad total de diseño. Durante el corte del suelo, se deberán seleccionar y segregar los materiales de acuerdo con las siguientes condiciones:

- **Tipo 1 (T1)** suelo superficial que pudiera estar contaminado con metales[6], que será acopiado en un área de almacenamiento temporal previamente identificada,

[6] Para identificar y segregar el suelo T1 contaminado se utilizará en campo un equipo de fluorescencia de rayos X que permitirá cuantificar las concentraciones de As y Pb en el suelo. Antes de ejecutar los cortes de suelo, se realizará un muestreo, y en su caso, será segregado aquel material contaminado.

- **Tipo 2 (T2)** suelo vegetal libre de contaminación, que será acopiado en cubiertas previamente identificadas y,
- **Tipo 3 (T3)** suelo sin evidencia de contaminación con mayor porcentaje de limos y arcillas. Será construido el sistema de monitoreo para evaluar la condición del material depositado *a posteriori*, se impermeabilizará la base y los taludes mediante el empleo de material T3 o de préstamo, mejorado con la adición de cemento Portland al 3.0% p/v, después se continuará con el depósito de suelo contaminado y escombros; éstos serán conformados y compactados en capas de 0.25 m de espesor. En los casos correspondientes, se realizará el proceso de estabilización dentro de la celda mediante la adición de cemento Portland al 3% (p/v).

La conformación y compactación de las bases hidráulicas de 0.25 m de espesor mediante suelo T3 o material de préstamo se realizará mediante el uso de rodillos neumáticos tipo pata de cabra equipados con cuchilla topadora, hasta lograr por lo menos el 90% Proctor. Se deberán Construir aproches perimetrales de 0.5 m de espesor utilizando suelo limpio mejorado con cemento Portland. A una altura de 0.5 m, antes del nivel de piso, cerrar la geomembrana y construir una sub-base y base de cierre utilizando suelo T3 o material de préstamo mejorado con cemento y compactado al 95% Proctor y mantener una pendiente hacia el arroyo Chiripa, de conformidad con las pendientes de las áreas aledañas.

En la siguiente tabla están representadas las dimensiones de cada una de las plataformas, así como las capacidades de diseño, útil y total, considerando el volumen de suelo que será utilizado para la construcción de las cubiertas.

La siguiente tabla describe los volúmenes de los tipos de materiales que se tiene programado depositar en las diferentes plataformas de las tres fases.

Tabla 9. Volúmenes de los Tipos de Materiales que serán Depositados en las Correspondientes Etapas y Plataformas.

Plataforma	Etapa	Materiales para depositar (m^3) [a]			Observaciones
		T3 o material de préstamo mejorado con cemento Portland	Suelo contaminado con metales y metaloides, mejorado con cemento Portland	RME [b] Escombro	
1	A	970.2 [c]	---	--- ---	Base de cimentación 0.20 m de espesor
	B	Geomembrana de 1500 de espesor y geotextil densidad 240 g/m^2			
	C	970.2 [c]	---	--- ---	Base de desplante 0.20 m de espesor
2	A	292.8	8,887.1 [c]	559.9	Capas mezcladas entre suelo estabilizado y escombro
	B	292.8	8,887.1 [c]	559.9	
	C	292.8	8,887.1 [c]	559.9	
3	A	1,000 [c]	---	--- ---	Base de cierre de 0.2 m de espesor
	B	Geomembrana de 1500 de espesor y geotextil densidad 160 g/m^2.			
	C	1,000 [c]	---	--- ---	Base de cierre de 0.2 m de espesor
	D	1,000	---	---	Cubierta de suelo vegetal
	Sub total	5,818.8	26,661.3 [c]	1,679.7	
	Total				**34,159.8**

a) Medidos compactos.
b) Este volumen incluyen abundamientos considerando las características físicas y grado de compactación del tipo de residuo
Incluye 3% de Cemento Portland y aproches perimetrales de 0.5 m de espesor.

De acuerdo con el contenido de la tabla anterior, los escombros y serán depositados de forma mezclada con el suelo contaminado estabilizado en las partes más profundas de la CDFIS, en todos los casos se deberá de ocupar los espacios con el objetivo de evitar la formación de huecos con el objetivo de disminuir el riesgo de asentamientos diferenciales por las características de los residuos de la construcción.

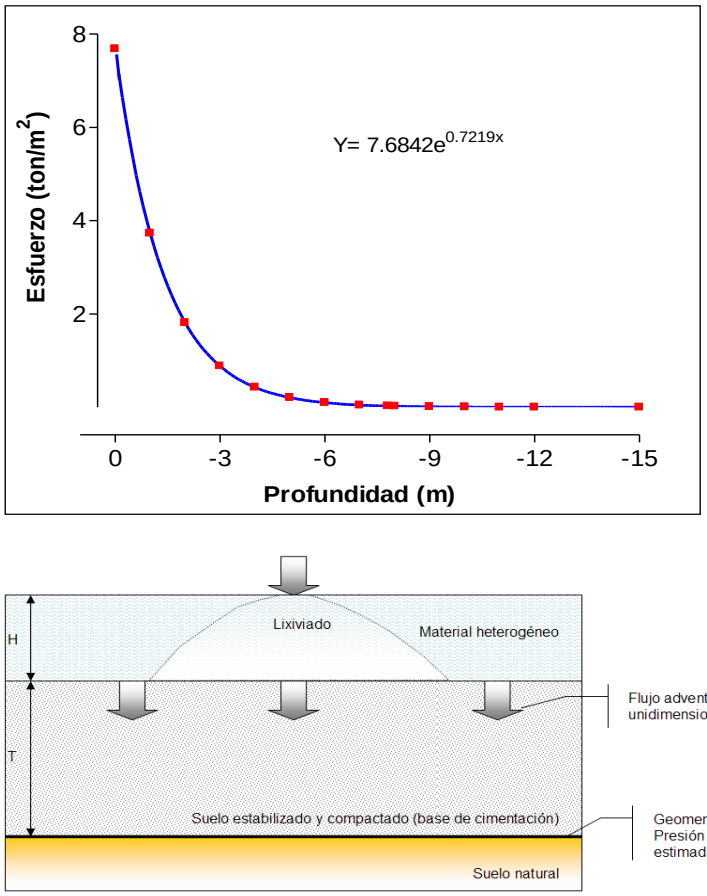
II.1.1.6. Depósito de Escombros y Suelo Contaminado Estabilizado.

El suelo contaminado y los escombros descritos con anterioridad serán transportados a la CDIFS para conformar las tres plataformas de acuerdo con los volúmenes señalados en la tabla inmediata anterior. Para el caso del suelo contaminado será estabilizado con cemento Portland a razón del 3%, humectar, extender y compactar en capas de 20 a 30 cm con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Además, el suelo estabilizado será utilizado para ocupar los espacios generados por el escombro depositado, de tal forma que, se debe realizar de forma combinada el depósito del escombro contaminado y suelo

estabilizado, esta condición se realizará en la plataforma 2 de las diferentes etapas del proceso constructivo de la CDFIS.

Es necesario considerar la posibilidad de la existencia de material heterogéneo y susceptible de degradación y no es factible su estabilización, así también es difícil su compactación. Lo anterior incrementa la probabilidad de formación de espacios vacíos y puede generar inestabilidad en las capas superiores, para contrarrestar lo anterior serán implementadas las siguientes estrategias:

a) Este material heterogéneo será cubierto por una capa de suelo estabilizado y compactado con un espesor mínimo de 0.30 m, de tal forma que las capas de material heterogéneo serán depositadas de forma alternada con capas de suelo estabilizado en las plataformas más profundas. Al respecto, el efecto de la presencia de materiales inestables en las capas subyacentes es mayor en la medida en que éstas se localicen en las porciones más cercanas a la superficie. Lo anterior es debido a que las transferencias de los esfuerzos superficiales son ejercidas principalmente en las capas inmediatas. En la gráfica contenida en la siguiente figura se representa el comportamiento de una carga máxima probable aplicada en la superficie, calculada a través del método de Newmark, es posible observar que el esfuerzo transferido disminuye de forma exponencial a mayor profundidad.:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Comportamiento de la Transferencia de Esfuerzos Superficiales a Diferentes Profundidades.

Lo anterior justifica realizar el depósito del material heterogéneo a la mayor profundidad posible con el fin de minimizar el efecto de la transferencia de esfuerzos dinámicos aplicados en la superficie y de esta forma evitar la generación de asentamientos diferenciales y,

b) Construir capas de material heterogéneo con espesores reducidos evita la formación de grandes espacios vacíos, razón por la cual el material heterogéneo será depositado en capas compactadas de espesores mínimos (0.15 m). Así, la conformación de capas de suelo estabilizado de manera alternada con mayores espesores proporcionará estabilidad al conjunto estructural, esto debido a que los espacios vacíos formados por el material heterogéneo serán ocupados por el suelo estabilizado intercalado. Con

lo anterior, el material heterogéneo quedará encapsulado en el núcleo de la CDIS, rodeado de suelo estabilizado con mayor porcentaje de cemento y compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo, esto último incrementará la relación densidad especifica /porosidad. Es necesario considerar que en un medio poroso la velocidad de flujo advectivo, que determina el transporte de contaminantes, depende de la conductividad hidráulica, del gradiente y de las dimensiones de la capa de suelo.

Por lo tanto, es factible realizar un análisis a partir de la Ley de Darcy, representada por la siguiente ecuación:

Ecuación 3

$$Q = KiA$$

Donde:

Q = Cantidad de flujo (cm^3/seg)
k = Conductividad hidráulica (cm/seg)
i = Gradiente hidráulico (cm/cm)
A = Área transversal de flujo medida en sentido perpendicular a la dirección de flujo (cm^2)

Reestructurando la Ecuación 3 con el fin de obtener Q/A como unidades de velocidad.

Ecuación 4

$$Q/A = Ki$$

En donde Q/A representa la descarga específica o también denominado velocidad de Darcy, ***v***, de tal forma que puede expresarse la Ecuación 4 en los siguientes términos:

$$v = Ki$$

El gradiente hidráulico ***i*** describe las alteraciones que influyen en la pérdida de carga (o energía) a medida que un líquido o lixiviado fluye a través de los materiales porosos.

Si consideramos que las capas adyacentes de suelo estabilizado-compactado y la del material heterogéneo, la carga hidráulica del contaminante generado por lixiviación de forma permanente a partir de la capa de material heterogéneo es proporcional a la altura del lixiviado libre (espesor de la capa de material heterogéneo) y el espesor del suelo estabilizado. Por lo tanto, es factible expresar el gradiente hidráulico en términos de la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$i = \frac{H + T}{T}$$

Donde:

i = Gradiente hidráulico (cm/cm).
H = Espesor de la capa de material heterogéneo.
T= Espesor de la capa de suelo estabilizado-compactado.

Al sustituir en la ecuación del gradiente hidráulico, en términos de la relación de espesores de las capas adyacentes.

Ecuación 6

$$v = K \frac{H + T}{T}$$

Por lo tanto, la velocidad de flujo de los lixiviados generados en el material heterogéneo es proporcional a la conductividad hidráulica del suelo estabilizado y a la relación de espesores de las capas adyacentes. Así, la magnitud de la migración de lixiviados disminuye en la medida en que el espesor de las capas de material heterogéneo es menor y el espesor de la capa de suelo estabilizado sea mayor.

De forma adicional a lo anterior, la conductividad hidráulica en el suelo disminuye en proporción al incremento a la relación entre la densidad específica y la porosidad. También, de acuerdo con la Ecuación 5, la acción de compactar el suelo estabilizado hasta lograr 95 puntos porcentuales de su máximo peso volumétrico seco, reduce la porosidad y, por lo

tanto, la velocidad de media de filtración lineal de los lixiviados generados en el material heterogéneo.

Ecuación 7

$$\upsilon_s = \frac{v}{\eta}$$

Donde:

υ_s = Velocidad media de filtración lineal (cm/seg)
v = Velocidad de Darcy (cm/seg)
η= Porosidad (%)

De forma integral, el análisis técnico de los últimos dos apartados indica que el arreglo estructural diseñado para depositar el material heterogéneo evita la dispersión lateral y vertical de contaminantes. En resumen, los resultados del análisis de los fundamentos técnicos relacionados con la transferencia de esfuerzos hacia las capas de suelo subyacentes, así como los factores que rigen los mecanismos de transporte de contaminantes en medios porosos, indican que el depósito del material heterogéneo mediante el diseño de capas intercaladas de espesores mínimos localizadas en la porción central de la base de la celda de estabilización, es una medida estructural y ambientalmente segura.

Es importante mantener un programa de riego constante con agua tratada en todas las maniobras con el objetivo debe de evitar la dispersión polvos, mediante el uso de agua matapolvos en áreas de corte, carga y acarreos de materiales edáficos en la CDFIS, así también durante la estabilización de materiales y conformación de capas de materiales contaminados.

II.1.1.7. Cierre de la Celda.

Una vez concluido el depósito de los materiales indicados, se procederá a realizar la clausura de la celda teniendo programado para esto la implementación de 2 Cubiertas de Cierre para asegurar la contención de los materiales confinados.

La Primera Cubierta se conformará una base con material producto de la disgregación de material T3, homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones óptimas. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la celda donde se compactará en una capa de 0.25 m de espesor con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Esta base será conformada para recibir a la geomembrana y sellar el material estabilizado depositado, por esta razón la superficie debe ser lo más homogénea posible, no deberá presentar materiales que afecten la integridad de la geomembrana. La conformación y la compactación de la base deberán de cumplir con lo marcado en la norma SCT N CTR CAR 1-04-002/03. Se realizarán calas de compactación a razón de 2 muestras por cada 500 m^3. Sobre la base anterior, se colocará la geomembrana, uniendo los lienzos con la colocada sobre los taludes, de tal forma que, se cubrirá al 100% el material contaminado estabilizado, por lo que deberá sellarse perfectamente las uniones y realizar pruebas de control de calidad en las termofusiones. Sobre la geomembrana será colocada una segunda capa de geotextil de 270 gr/m^2.

La Segunda Cubierta se conformará una base con material producto de la disgregación de material T3, homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones de humead óptima. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la celda de disposición final donde se compactará en una capa de 0.25 m con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Esta base será formada para recibir la cubierta superficial. Es importante el control topográfico para mantener la nivelación de toda la superficie y la pendiente de acuerdo con el nivel del terreno natural, esto con la finalidad de evitar zonas donde se acumule el agua pluvial por desniveles y facilitar el drenaje hacia los canales perimetrales.

La cubierta final de la CDFIS será conformada con suelo vegetal con un grosor de 20 cm misma que formará un sustrato nutritivo para llevar a cabo la plantación de diversas especies nativas de la zona; estas condiciones, además de los geosintéticos incluidos, así como la condición topografía del área, aseguran la no infiltración del agua pluvial pero sí el aprovechamiento de la misma por las especies plantadas.

II.1.1.8. Monitoreo y Mantenimiento.

El objetivo de este programa es el de establecer una serie de actividades encaminadas a mantener las condiciones estructurales de la CDFIS e implementar un esquema de monitoreo que permita evaluar la condición del material depositado.

A efecto de garantizar a largo plazo el seguimiento y vigilancia de la CDFIS, así como de los materiales edáficos y de construcción que serán dispuestos en el lugar, se realizará un seguimiento y mantenimiento de la misma por parte de la empresa por un periodo total de 20 años.

A continuación, se describen las acciones de monitoreo y mantenimiento consideradas para el adecuado seguimiento post-clausura de la CDFIS:

II.1.1.8.1. Acciones de Mantenimiento.

De forma periódica, principalmente al inicio de la época de lluvias se realizaría un procedimiento de revisión de la condición estructural de la cubierta superficial y del brocal que contiene los tubos de los pozos de monitoreo habilitados en la CDFIS. En la superficie será prioritario identificar la presencia de grietas y asentamientos diferenciales, especialmente en la zona perimetral. En el caso de que se presentará algún daño estructural, éste será reparado lo más pronto posible para evitar la infiltración de agua. También se asegurará la integridad de la tapa superior del brocal y las de los tubos de monitoreo.

Se contará con un mantenimiento regular consistente en la aplicación de sello asfáltico sobre toda el área de la CDFIS, o bien, sobre ciertas porciones cada 5 a 10 años aproximadamente, dependiendo de los resultados de las inspecciones semianuales que también se llevarán a cabo Por otra parte, el reemplazo periódico de pequeñas secciones de asfalto puede llegar a ser necesario. Las reparaciones menores se realizarán durante la inspección y si es el caso, las reparaciones mayores se llevarán a cabo a la mayor brevedad posible dependiendo de la viabilidad práctica.

Las siguientes actividades serán llevadas a cabo durante las visitas de inspección necesarias para verificar las necesidades de acciones de mantenimiento de la CDFIS:

a) Verificar que el sello esté libre de rupturas en la cubierta asfáltica; buscar evidencia de daños causados por el agua, presencia de grietas, hundimientos.
b) Búsqueda de fracturas o desniveles en la vertiente superior.
c) Acumulación de sedimentos, residuos o vegetación en la capa inferior de suelo.
d) Búsqueda de baches, grietas y daño causado por el agua en la extensión donde se ubica la CDFIS.
e) Verificación de los revestimientos de los pozos de monitoreo para garantizar que estén libres de agua y/o residuos.
f) Revisión de los puntos de referencia para verificar que se encuentren intactos.
g) Señalamientos adecuados de restricción de acceso y prohibición de obstrucción en el área perimetral.

Las observaciones y eventos suscitados durante la inspección serán registrados en una bitácora, incluyendo: fecha y hora de la inspección, nombre del responsable de la inspección, descripción de las observaciones y, si es el caso, la fecha y naturaleza de las reparaciones que serán requeridas y fueron realizadas.

II.1.1.8.2. Acciones de Monitoreo.

Como ya se indicó en la descripción del diseño del proyecto, la CDIS dispondrá de dos tipos de pozos de monitoreo. El pozo de lixiviación (P-lix) que estará localizado fuera de la celda con el objetivo de identificar la posible salida de los materiales, mientras que el pozo de estabilización (P-est) permitirá conocer la condición del material depositado. El brocal ubicado en el extremo suroeste contendrá los dos tubos que conectarían a los diferentes pozos. Se diseñó un programa de monitoreo que consta de las siguientes tres etapas:

- **Primera etapa:** Esta etapa comprendería los **primeros 3 años** a partir de la instalación de la CDIS. Durante este periodo se realizarían una serie de muestreos semestrales para evaluar la presencia o ausencia de contenido en los pozos de monitoreo (P-est y

P-lix). En caso de presencia de líquidos lixiviados se tomarían muestras para realizar las determinaciones analíticas de plomo y arsénico total.

- **Segunda etapa:** Si durante el primer periodo de observación no fuera registrada la presencia de líquidos lixiviados o los volúmenes fueran muy reducidos; se daría inicio a una segunda etapa, la cual contemplaría realizar muestreos anuales durante un **periodo de 5 años**.
- **Tercera etapa:** Si al término del segundo periodo no fueran identificados líquidos lixiviados en los pozos de monitoreo o su producción fuera muy baja, se iniciaría una tercera etapa de observación, la cual contemplaría realizar las revisiones bianuales por un **periodo de 12 años**.

Como puede observarse, el llevar acabo las 3 etapas indicadas con anterioridad contemplan un seguimiento de la CDFIS de 20 años una vez que se ha llevado a cabo la clausura de la misma.

II.1.2. Selección del sitio.

Para la selección del sitio en donde se pretende la construcción y operación de la CFDIS se aplicaron diferentes criterios para determinar ubicación más adecuada del mismo, siendo para tal efecto los considerados a continuación:

a) Los resultados de los estudios geotécnicos realizados (**Anexo 05**) en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental).

b) Las condiciones geológicas y geohidrológicas locales (**Anexo 04**).

c) La capacidad técnica requerida para realizar la excavación con la maquinaria normalmente utilizada en actividades mineras y de construcción.

d) Las características topográficas del área.

e) Los resultados de los estudios de vulnerabilidad del acuífero.

f) El predio seleccionado se encuentra en la actualidad desprovisto de vegetación natural (ver Figura 15), esto como resultado de las actividades de aprovechamiento minero realizadas con anterioridad, siendo esto un aspecto significativamente

relevante con lo que se espera mitigar cualquier posible a la afectación de flora y fauna a causa de las operaciones a realizar como parte del proyecto en estudio; asimismo, al presentar esta condición, el área seleccionada para la construcción y operación de la CDFIS no se considera como un terreno forestal en los términos de lo establecido por la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, no requiriendo por tanto el que se promueva su correspondiente autorización de Cambio de Uso de Suelo Forestal.

El análisis de los factores antes señalados indicó que el área ubicada en la porción centro-poniente, adyacente al Acopio T8 presentó las mejores condiciones para realizar la construcción de la CDFIS considerando que:

i. Es posible realizar excavaciones con profundidades mayores a los 8.0 m con maquinaria normalmente utilizada en el sector de la construcción

ii. De acuerdo con los resultados del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental, en el lecho rocoso de esta área se registraron resistencias a la compresión de 145 kg/cm^2 y capacidades de carga de 262 ton/m^2, asentamientos esperados con carga máxima menores de 0.017 m y coeficientes de permeabilidad clasificados como poco permeable, dando esto una importante estabilidad a nivel subsuelo, una alta capacidad de carga y, como se indica, una baja posibilidad de infiltración independientemente de las barreras de protección artificial que serán habilitadas para asegurar la contención permanente de los materiales que se pretende depositar en la misma.

iii. En materia de cambio climático el proyecto en estudio no promoverá en forma significativa la emisión de gases de efecto invernadero toda vez que no requerirá el uso permanente de combustibles que promuevan la generación de dichos remanentes y, de igual manera, no está considerado la remoción de vegetación en áreas extensas en razón a que solo serán requeridos un espacio de 5,000 m^2 que en la actualidad no cuenta con especies naturales o inducidas.

En la siguiente figura se observa la ubicación del sitio seleccionado:

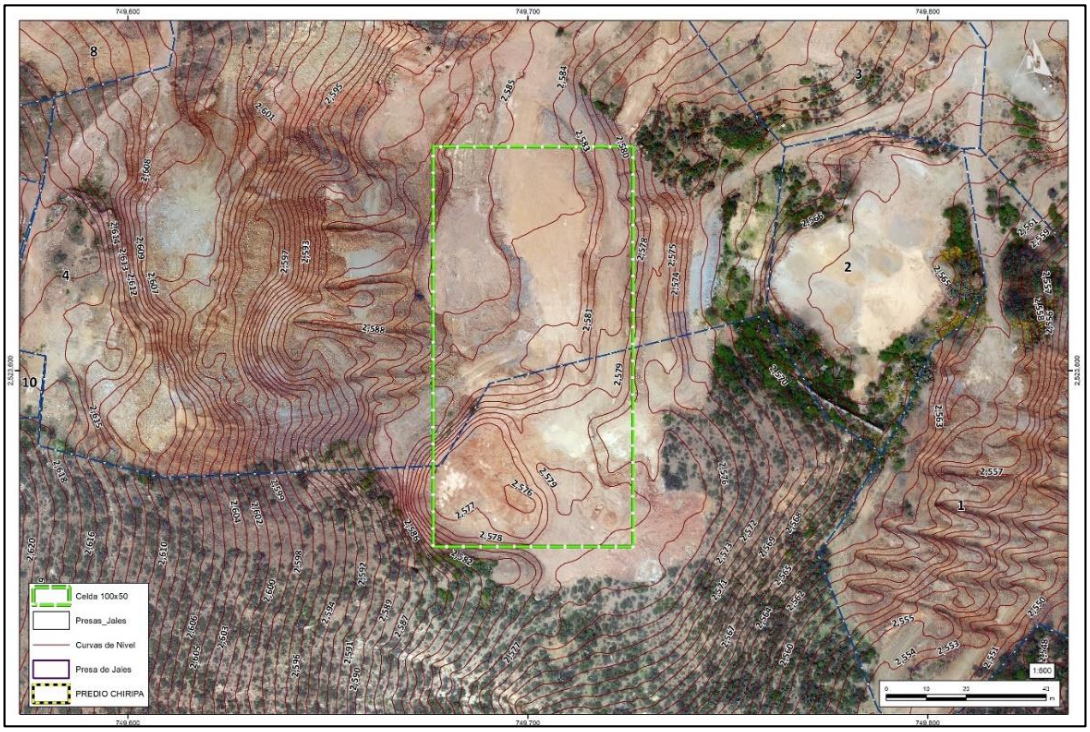


Figura 12. Zona de Ubicación de la CDFIS.

II.1.3. Ubicación física del proyecto.

El sitio seleccionado para la construcción de la CDFIS se ubica predio denominado Chiripa – La Gloria se localizan las antiguas instalaciones de la extinta empresa Minera La Chiripa S.A. de C.V. Está ubicado entre los límites de los municipios de Zacatecas y Vetagrande, a 0.6 km en línea recta del límite norte de la ciudad de Zacatecas. El centroide se encuentra localizado en las siguientes coordenadas geográficas UTM de la zona 13N, del sistema WGS 84, X=749,895; Y=2,523,740. Colinda al norte con las comunidades de Vetagrande y Guadalupito, al noroeste con Hacienda Nueva, las Pilas y Morelos, al noreste con Sauceda de la Borda, al oeste con La Pimienta, la mina Cozamin y el valle del acuífero Calera. El acceso principal al predio se realiza a través de un camino de terracería que comunica al rancho Loreto y entronca con la avenida Díaz Ordaz. Otra alternativa de acceso es a través de la carretera internacional No 45.

La siguiente tabla contiene los vértices que limitan este predio, el cual ocupa una superficie de 5,000.00 m^2; de igual manera en la siguiente figura se observa la delimitación del sitio del proyecto:

Tabla 10. Cuadro de Construcción de la CDFIS.

No.	X	Y
1	749,726.294	2,523.555.974
2	749,726.294	2,523,655.974
3	749,676.294	2,523,655.974
4	749,676.294	2,523.555.974
1	749,726.294	2,523.555.974



Figura 13. Zona de Ubicación de la CDFIS.

En el **Anexo 14** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluyen los siguientes planos del sitio:

a) **Plano PT-02** Topográfico de la zona del predio del proyecto.
b) **Plano PL-04** Planta de Conjunto.

II.1.4. Inversión requerida.

a) Importe total del capital: Conforme a la estimación realizada será necesario realizar una inversión de $32,000,000.00 para la construcción y operación del proyecto CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS)

b) Periodo de recuperación del capital: En este caso como el proyecto denominado CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no está contemplado para la prestación de servicios que impliquen una ganancia económica sino como parte de las acciones de un Programa de Remediación Ambiental necesario para evitar daños al entorno natural y socioeconómico de la zona del proyecto por lo que no se llevará a cabo una recuperación del capital sino que será una inversión realizada directamente por la empresa Capstone Gold S.A. de C.V.

c) Especificar los costos necesarios de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación y adaptación: Para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación que se presentan en el apartado VI de este Manifiesto de Impacto Ambiental, se estima que será requerida una inversión estimada de $10,000,000.00 que incluirán la habilitación adecuada de caminos de acceso e interiores, la habilitación de los sistemas de impermeabilización y monitoreo de la CDFIS, el mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos automotores, la plantación de especies vegetales una vez colocada la cubierta fin, entre otros; dicho monto, conforme a lo calculado, cubrirá el costo de dichas medidas.

II.1.5. Dimensiones del proyecto.

a) **Superficie total del predio**: El predio denominado Chiripa-La Gloria a cargo de la empresa Capstone Gold S.A. de C.V., cuenta con una superficie total de 140.735 has (1,407,350 m^3).

b) **Superficie a afectar**: La superficie que será afectada y ocupada en forma específica para el desarrollo del proyecto CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) serán en total 5,000.00 m^2.

c) **Superficies de obras permanentes:** La superficie que contará con obras permanentes será exclusivamente en este caso la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) será de 5,000.00 m^2, lo que representa proporcionalmente aproximadamente un 0.35% del total del predio Chiripa-La Gloria a cargo de la empresa promovente.

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y colindancias.

El área en la cual se pretende realizar la construcción y operación de la CDFIS se encuentra inmersa en el predio Chiripa - La Gloria a cargo de la empresa promovente del mismo Capstone Gold S.A. de C.V., cuyo uso de suelo tanto anterior y actual es de naturaleza tanto Minera como Forestal dadas las actividades realizadas para la extracción de diversos recursos minerales con que cuenta la zona norte de la ciudad de Zacatecas así como porque el predio no está ocupado en su totalidad con la infraestructura industrial minera.

A través del análisis de distintas fuentes de información oficial como INEGI y la información existente en el sitio Chiripa - La Gloria generada por distintos estudios realizados en la zona, se generó un plano representativo del Uso de suelo actual que se encuentra en el sitio del Proyecto, acotado a los límites del mismo.

El Uso de suelo actual en el sitio está conformado por porciones de Uso de suelo minero y Uso de suelo Forestal. Como se puede apreciar en la siguiente figura, en la porción Central y unas pequeñas machas al Este y Norte del predio se presenta el Uso de suelo minero, esto dado por las actividades de esta índole que se han realizado con anterioridad y que se autorizaron para tal fin. Por su parte, la porción de superficie restante del predio se cataloga como Forestal y se mantiene fuera de las actividades antropogénicas a su alrededor.

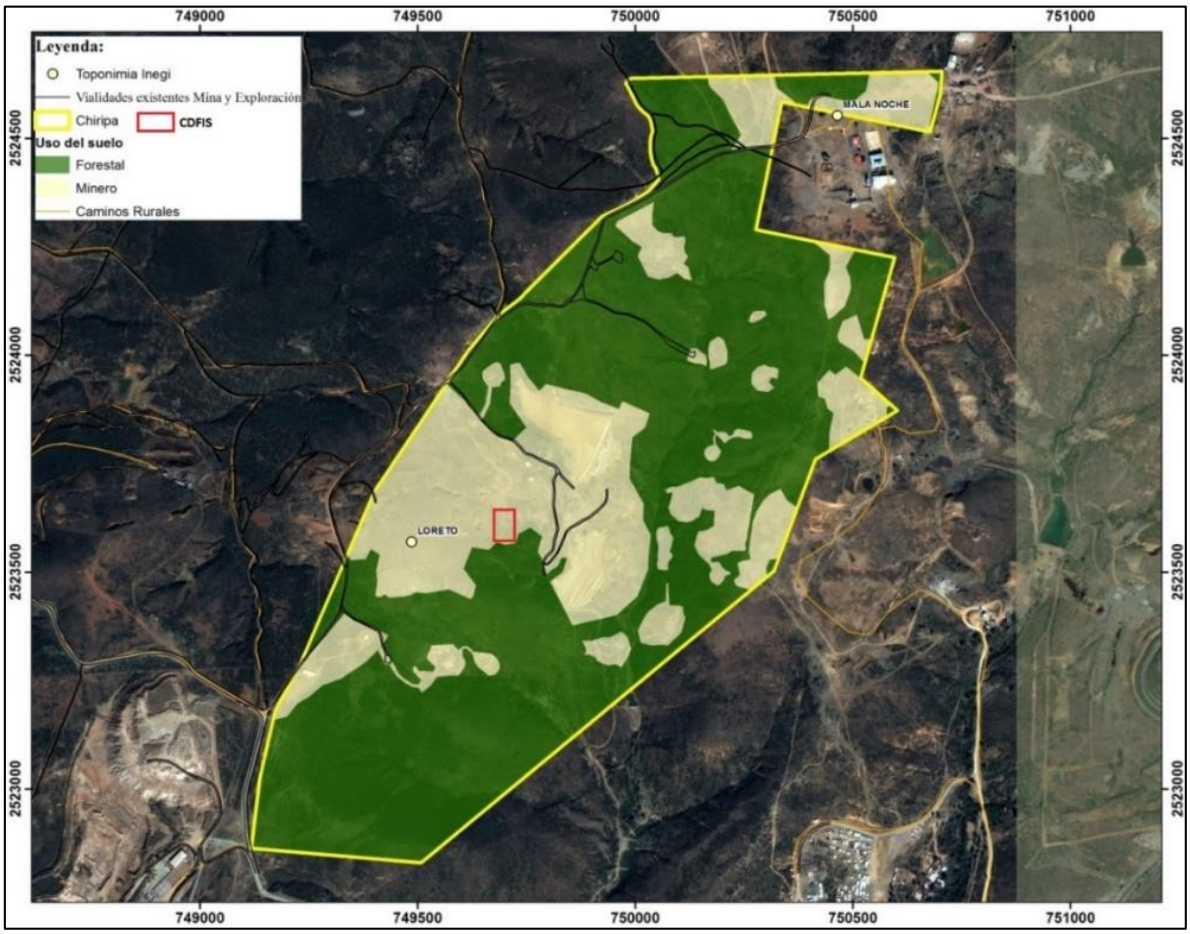


Figura 14. Uso de Suelo del predio Chiripa La Gloria.

Específicamente el predio de 5,000 m^2 seleccionado para el desarrollo del proyecto CDFIS se localiza en las zonas determinadas como de uso Minero en el predio Chiripa – La Gloria como puede observarse en la figura anterior. Es por esto que en la actualidad dicho predio no cuenta con vegetación de tipo forestal tal como podemos observar en las siguientes imágenes:



Figura 15. Vistas del Predio seleccionado para la CFDIS.

Asimismo, las colindancias inmediatas al predio del estudio se describen a continuación:

- **Norte:** Zona con vegetación forestal (matorral espinoso) y, en forma parcial, desprovistas ya de esta.



Figura 16. Colindancia al Norte del Predio seleccionado para la CFDIS.

- **Sur:** Zona con vegetación forestal (matorral espinoso) y, en forma parcial, desprovistas ya de esta.



Figura 17. Colindancia al Sur del Predio seleccionado para la CFDIS.

- **Oriente:** Zona desprovista de vegetación, así como de instalaciones antiguas de la empresa minera.



Figura 18. Colindancia al Oriente del Predio seleccionado para la CFDIS.

- **Poniente:** Zona con vegetación forestal, así como camino de acceso interior del predio minero.



Figura 19. Colindancia al Poniente del Predio seleccionado para la CFDIS.

En materia de hidrología superficial de la zona donde se localiza el proyecto en estudio, la zona se caracteriza por no presentar corrientes intermitentes, ya que las corrientes existentes en el predio son de tipo efímeras (solo llevan agua cuando hay lluvias en la zona). En la zona central del predio Chiripa de Gloria se ubica el arroyo La Chiripa, escurrimiento cuyo cauce drena en dirección norte-sur para unirse a un cauce mayor para posteriormente dirigirse hacia las zonas urbanas de los municipios de Zacatecas y Guadalupe hasta la presa El Saladillo a las afueras de Guadalupe. Dicho cauce en su sección principal se ubica a una distancia aproximada de 300 metros considerando para tal efecto el límite oriente del predio del proyecto CDFIS.

A una distancia promedio de 0.5 km del límite oriente del predio Chiripa – La Gloria, existen 3 estanques o bordos de captación de agua pluvial mismos que no serán afectados por las obras del proyecto en estudio.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

En el predio seleccionado para el proyecto denominado CDFIS en la actualidad no se cuenta en forma inmediata con servicios básicos toda vez que el mismo corresponde a un área rural en donde a actividad principal es el aprovechamiento de recursos mineros en donde se ubican tanto áreas con vegetación forestal, así como ya ocupadas por las actividades en cita. El único servicio con el que se cuenta en el predio del proyecto corresponde a telefonía celular en función a la cobertura inalámbrica que prevalece en la zona y dada la cercanía relativa con la ciudad de Zacatecas. Es conveniente indicar que el desarrollo del proyecto no afectará ningún tipo de servicio en la zona y tampoco creará la necesidad o demanda de alguno en particular.

No obstante, lo anterior y dada la mencionada actividad minera, en las instalaciones y oficinas de la empresa promovente ubicadas en las cercanías del predio contemplado para la construcción y operación de la celda se cuenta con servicios que incluyen disponibilidad de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica, caminos de acceso y líneas telefónicas para los trabajadores y personal que sea requerido para el desarrollo del proyecto en estudio.

II.2. Características Particulares del Proyecto.

II.2.1. Descripción de las obras principales del proyecto.

El proyecto denominado CDFIS, de conformidad con la naturaleza del proyecto descrita con anterioridad se clasifica en función a los materiales que serán manejados como:

Suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados y residuos de construcción (escombros), esto en razón al citado proyecto en el que se pretende el manejo y disposición final mediante confinamiento subterráneo de específicamente suelos contaminados con remanentes mineros de arsénico y plomo estabilizados con cemento Portland así como escombros de construcción de instalaciones mineras actualmente en desuso.

II.2.1.1. Datos Particulares.

II.2.1.1.1. Tipo de actividad o procesos que se pretenden llevar a cabo.

El proyecto denominado CDFIS consiste en la construcción y operación de una celda subterránea para la disposición final de materiales que incluirán suelos contaminados con remanentes de arsénico y plomo estabilizados con cemento Portland; las actividades que serán desarrollada para su realización serán las enlistadas a continuación:

a) Selección del Sitio para la Ubicación de la Celda de Disposición Final: Esta actividad se enfocó a elegir el sitio más adecuado para la construcción de la celda en el interior del predio Chiripa – La Gloria a cargo de la empresa promovente, para lo cual se realizaron diversos estudios que incluyen:
    - Estudio Geotécnico.
    - Estudio de Geología y Geohidrología Local.
    - Análisis de Vulnerabilidad del Acuífero.
    - Estudio de Factibilidad Técnica para la construcción de la Celda.
b) Construcción de la Celda de Disposición In situ: En esta etapa se llevarán a cabo diversas actividades que incluirán:
    - Deslinde, nivelación y retiro de materiales dentro del polígono seleccionado.
    - Diseño estructural y proceso constructivo de la Celda de Disposición In Situ.

- Actividades preliminares (barrera perimetral).
- Ubicación de puntos de control topográfico.
- Construcción del socavón.
- Habilitación del sistema de monitoreo en la celda.
- Impermeabilización.

c) Depósito de materiales (escombros y suelo contaminado estabilizado): En esta etapa se llevará a cabo la operación de la celda de disposición final construida lo cual incluirá las siguientes actividades:

- Depósito y estabilización de materiales depositados en celda de disposición final.
- Primera cubierta de cierre.
- Segunda cubierta de cierre.
- Cubierta superficial o final.

d) Monitoreo y Mantenimiento de la Celda de Disposición In situ: Etapa integrada de 20 años en la cual se realizará la identificación de presencia o ausencia de lixiviados en pozos de monitoreo, así como la realización de acciones de mantenimiento tales como visitas de inspección, revisión de la condición estructura de la celda, presencia de grietas y asentamientos diferenciales, reemplazo de secciones dañadas entre otras.

II.2.1.1.2. Tipo de suelos o materiales semejantes a suelos contaminados que serán recibidos para disposición final.

Los materiales que serán confinados o dispuestos en forma final en la Celda que se pretende construir corresponden a materiales conformados principalmente por:

a) Suelo contaminado con arsénico y plomo con un volumen bruto de 23,918 m^3.
b) Escombro producto de la demolición de las antiguas plantas metalúrgicas con un volumen de 1,679.7 m^3.

Como ya se indicó con anterior, el suelo se contaminó con residuos mineros generados durante antiguas actividades de explotación minera subterránea y así como de beneficio de

los materiales extraídos a través de técnicas de flotación – sedimentación realizadas por otra empresa que en su momento era responsable del predio Chiripa-La Gloria, teniéndose muy probablemente como principales productos el cobre como concentrado y en menor proporción plomo, zinc y plata. De acuerdo con lo anterior, tanto el suelo en donde se llevaba a cabo el proceso de beneficio mineral así como las antiguas instalaciones y construcciones que albergaban dicha actividad fueron depositarias de dichos remanentes por lo que en la actualidad se consideran fuentes de contaminación toda vez que estos estos no fueron eliminados y en la actualidad se encuentran expuestos hacia el ambiente lo que hace probable que existan diversos mecanismos de transporte y dispersión tales como la erosión hídrica y eólica . Lo anterior tiene una especial importancia debido a que estas fuentes de contaminación se encuentran principalmente en la parte media de una ladera del predio afecto en donde existen pendientes muy pronunciadas; asimismo la acción del viento sobre las superficies afectadas por los depósitos de residuos y del suelo contaminado produce una re-suspensión del material particulado, en el cual se encuentran conforme a los resultados de análisis y laboratorio existen remanentes principalmente de arsénico y plomo así como de otros metales tóxicos como el vanadio y cadmio.

Es por lo anterior que a efecto controlar y aislar dichas fuentes de contaminación ambiental se ha diseñado, como una de las medidas de control la construcción y operación de la CDFIS en donde serán confinados el suelo contaminado y los residuos de construcción (escombros) descritos con anterioridad de manera permanente y asilados en forma segura de los mecanismos de dispersión identificados.

II.2.1.1.3. Procesos y Operaciones Unitarias.

A continuación, se describen las operaciones que serán desarrolladas para el proyecto denominado CDFIS:

a) **Depósito y estabilización de materiales en celda de disposición final:** El suelo y los escombros contaminados de acuerdo con los volúmenes estimados. Para el caso del suelo contaminado este será estabilizado con cemento Portland a razón del 3%, humectando, extendiendo y compactando en capas de 20 a 30 cm con equipo

mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Además, el suelo estabilizado será utilizado para ocupar los espacios generados por el escombro depositado, de tal forma que, se debe realizar de forma combinada el depósito del escombro contaminado y suelo estabilizado, esta condición se realizará en la plataforma de depósito de las diferentes etapas del proceso constructivo de la CDFIS. Durante esta fase del proyecto se generarán emisiones de partículas y polvos de material edáfico por el depósito y vaciado de los materiales a confinar para lo cual se utilizará frecuentemente agua tratada para riego a manera de "matapolvos" para evitar la dispersión de polvos y partículas. De igual manera, la operación de la maquinaria de construcción a utilizar y los camiones de volteo generarán emisiones de gases remanentes de la combustión del diésel requerido para su funcionamiento; parte de estos gases pueden ser precursores o productos de efecto invernadero.

b) **Primera cubierta de cierre:** Al término del depósito de los materiales programados, se procederá a realizar la clausura de la CDFIS. Para lo anterior, se conformará una base con material producto de la disgregación de material Tipo 3 (T3 suelo sin evidencia de contaminación con mayor porcentaje de limos y arcillas) homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones óptimas. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la celda donde se compactará en una capa de 0.25 m de espesor con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Esta base será conformada para recibir a la geomembrana y sellar el material estabilizado depositado, por esta razón la superficie debe ser lo más homogénea posible, no deberá presentar materiales que afecten la integridad de la geomembrana. Sobre la base anterior, se colocará la geomembrana, uniendo los lienzos con la colocada sobre los taludes, de tal forma que, se cubrirá al 100% el material contaminado estabilizado, por lo que deberá sellarse perfectamente las uniones y realizar pruebas de control de calidad en las termofusiones. Sobre la geomembrana será colocada una segunda capa de geotextil de 270 gr/m^2. Durante esta fase del proyecto se generarán emisiones de partículas y polvos de material edáfico por el depósito y vaciado de los materiales a confinar

para lo cual se utilizará frecuentemente agua tratada para riego a manera de "matapolvos" para evitar la dispersión de polvos y partículas. De igual manera, la operación de la maquinaria de construcción a utilizar y los camiones de volteo generarán emisiones de gases remanentes de la combustión del diésel requerido para su funcionamiento; parte de estos gases pueden ser precursores o productos de efecto invernadero.

c) **Segunda Cubierta de Cierre:** Se conformará una base con material producto de la disgregación de material Tipo 3 (T3 suelo sin evidencia de contaminación con mayor porcentaje de limos y arcillas), homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones de humedad óptima. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la celda de estabilización donde se compactará en una capa de 0.25 m con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Esta base será formada para recibir la cubierta superficial. Se mantendrá el control topográfico para mantener la nivelación de toda la superficie y la pendiente de acuerdo con el nivel del terreno natural para evitar zonas donde se acumule el agua pluvial por desniveles y facilitar el drenaje hacia los canales perimetrales. Durante esta fase del proyecto se generarán emisiones de partículas y polvos de material edáfico por el depósito y vaciado de los materiales a confinar para lo cual se utilizará frecuentemente agua tratada para riego a manera de "matapolvos" para evitar la dispersión de polvos y partículas. De igual manera, la operación de la maquinaria de construcción a utilizar y los camiones de volteo generarán emisiones de gases remanentes de la combustión del diésel requerido para su funcionamiento; parte de estos gases pueden ser precursores o productos de efecto invernadero.

d) **Cubierta Superficial Final:** La cubierta superficial final estará conformada por suelo vegetal con nutrientes para la plantación de especies nativas de la zona a efecto de conformar un paisaje integrado a las condiciones del predio Chiripa – La Gloria, así como para la recuperación de la vegetación que fue afectada y eliminada con anterioridad. Para tal efecto se conformará una cubierta superficial con dicho suelo

mismo que será obtenido de los mismos trabajos de remediación a realizar en el predio en estudio considerando para tal efecto conformarla con un grosor de entre 25 a 30 cm semi-compactada la cuál brindará un sustrato adecuado para llevar a cabo posteriormente una reforestación del predio de la CDFIS utilizando exclusivamente especies nativas; estas acciones, además de los geosintéticos incluidos, así como la condición topografía del área, aseguran la no infiltración del agua de pluvial, solo se absorberá la requerida para la vegetación plantada que será aprovechada por esta. Una vez que llevada a cabo la colocación de la cubierta superficial, así como realizada la reforestación del sitio se implementarán durante 20 años acciones de mantenimiento y monitoreo de la CDFIS asegurándose, entre otras cosas de la reposición de la vegetación que no sobreviva y el seguimiento para la consolidación en el tiempo de la misma.

En la siguiente figura se incluye el Diagrama de Flujo de Operación del CDFIS:

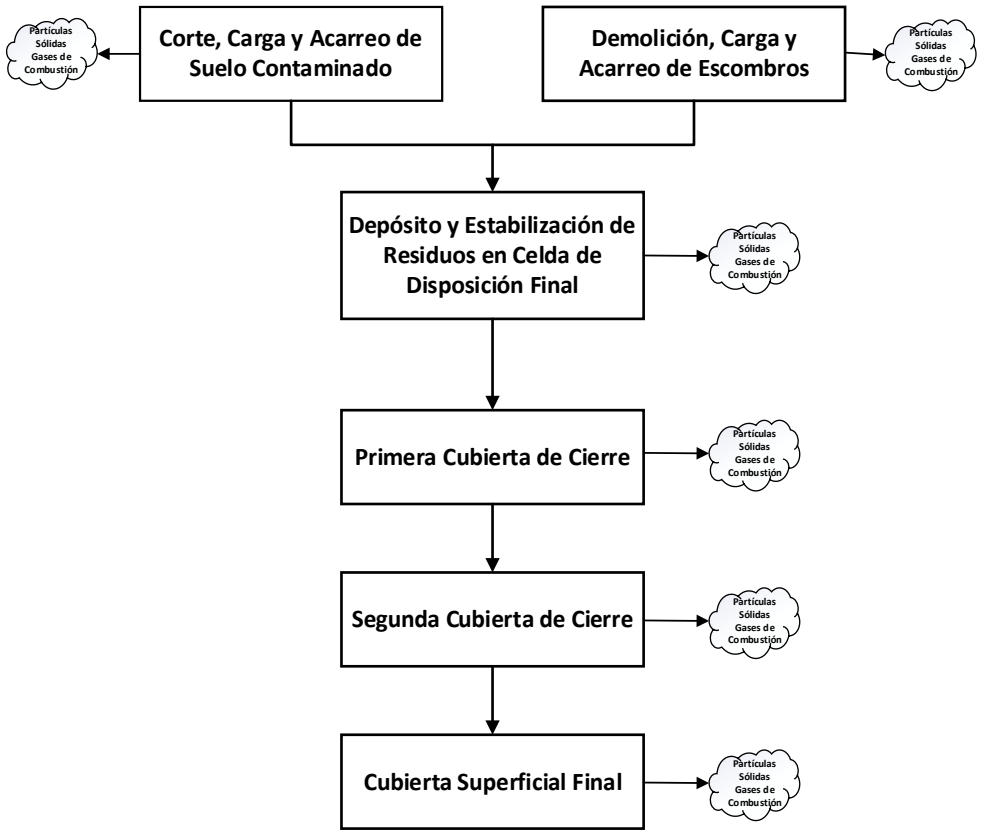


Figura 20. Diagrama de Flujo para la CFDIS.

II.2.1.1.4. Características físicas, químicas y/o biológicas de los residuos.

El suelo contaminado y los residuos de construcción que serán dispuestos en forma final en la CDFIS motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental cuentan con las siguientes características:

a) **Residuos de la Construcción (escombros):** En el borde poniente de la zona centro del predio Chiripa La Gloria aún existe infraestructura de construcción de las antiguas plantas de proceso y almacenes los cuales están en desuso. Estas construcciones serán demolidas como parte de los trabajos de remediación del predio Chiripa – La Gloria, estimándose que el volumen total de escombros estimado que se generaría incluyendo abundamiento por el manejo de los escombros sería 1,679.7 m^3. Estos residuos en dichas condiciones se dispondrán en forma en la CDFIS.

   Con base en lo anterior, se considera que conforme a su origen dichos residuos no serán propiamente residuos peligrosos ya que derivarán en forma directa de la demolición de antiguos edificios e instalaciones los cuales presentan un alto grado de deterioro y, por tanto, inviables para su uso y ocupación.

   Están compuestos en un 80-90% materiales minerales (tierras, hormigón, ladrillos, cerámicos), formando el resto (20-10%) cantidades variables de residuos de , metal, yesos, plásticos, entre otros. La mayor parte de estos son residuos no peligrosos, incluso en algunos casos pueden considerarse inertes. No obstante, lo anterior y a efecto de realizar un manejo responsable y viable de los mismos, se pretende que estos sean dispuestos en la CDFIS lo que asegurará su inocuidad hacia el ambiente.

b) **Suelos Contaminados:** Los suelos contaminados en el predio Chiripa – La Gloria corresponden a materiales edáficos de naturaleza arcillosa, gravas y arenas con humedad variable de media a alta de color café y/o grisáceo que son característicos de la zona de estudio del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

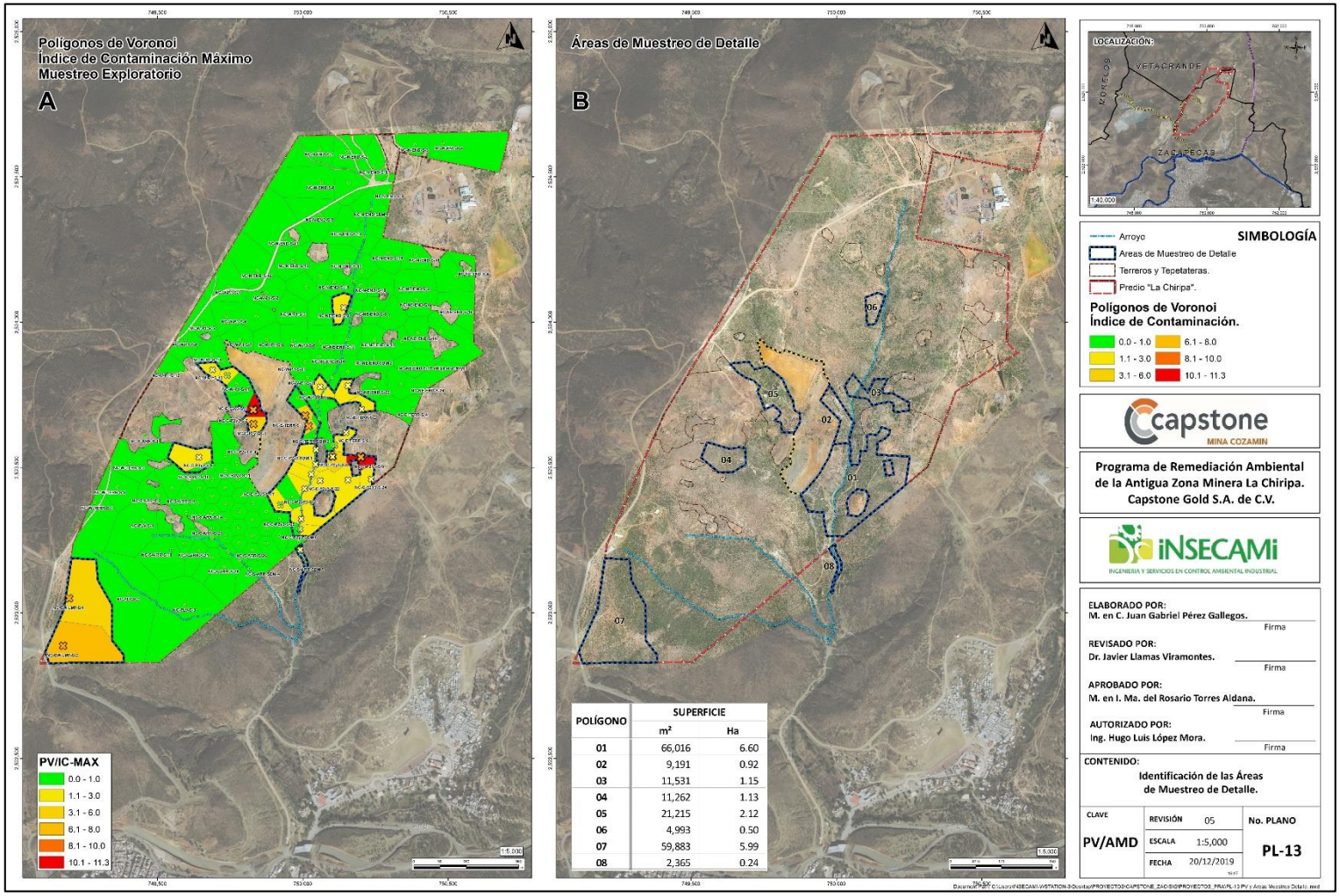
   Conforme al muestreo y caracterización analítica a efecto de determinar la presencia de materiales peligrosos en diversas áreas que conforman el predio Chiripa – La Gloria se encontró que en las muestreas analizadas para dicho efecto presentan valores de

plomo (Pb) y arsénico (As) en concentraciones superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-147, siendo el arsénico el contaminante más frecuentemente registrado.

A efecto de determinar el nivel y áreas contaminadas con dichos metales en el predio Chiripa – La Gloria, se analizaron los resultados de un total de 219 muestras y con base en estos, se llevó a cabo una modelación geoestadística del grado de la contaminación en una zona mediante la construcción geométrica de una serie de polígonos en un espacio bidimensional a través de la proyección de mediatrices sobre un conjunto de puntos de muestreo (Polígonos de Voronoi); de esta forma, el perímetro generado es equidistante a las distancias de los puntos vecinos y esto determina el área de influencia. A cada uno de estos polígonos se le asignó el valor del ICmax, esto permite analizar el comportamiento del IC en términos de superficies y delimitar áreas y zonas en función de la condición de contaminación. De forma global, fueron registradas las siguientes 4 zonas contaminadas: norte, centro, suroeste y el cauce del arroyo fuera del límite del predio. Cada zona está formada por una o más áreas (ver las siguientes tabla y figura).

Tabla 11. Zonas y Áreas Delimitadas Mediante el Muestreo Exploratorio.

Zona	Áreas		
	Id	Superficie	
		m²	ha
Centro	01	66,016	6.60
	02	9,191	0.92
	03	11,531	1.15
	04	11,262	1.13
	05	21,215	2.12
Norte	06	4,993	0.50
Suroeste	07	59,883	5.99
Cauce del arroyo La Chiripa fuera del límite del predio	08	2,365	0.24
Total		**186,457**	**18.64**



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Áreas de Muestreo de Detalle.

Las principales áreas contaminadas fueron identificadas en la superficie de la zona centro (ZC), en las porciones oriente y poniente de la presa de jales del Predio Chiripa – La Gloria. Además, el grado de contaminación disminuye de forma notable después de 0.25 m, de tal forma que, después de este nivel, sólo 5 de 219 muestras presentaron valores con IC>1.

Asimismo, en el año 2018 se realizó un Muestreo de Detalle complementario al Muestreo Exploratorio adicionando 330 muestras para la determinación principalmente de Pb y As a efecto de identificar con mayor precisión las áreas en las cuales sería necesario realizar la remoción de suelo contaminado; en siguiente tabla contiene las estadísticas básicas de los resultados analíticos obtenidos de las muestras de suelo:

Tabla 12. Principales Estadígrafos de los Resultados de Muestreo de Detalle.

Elemento	Numero de muestras	Concentración (mg/Kg)					[C] >CRt [c]	
		Mínimo	Máximo	Medina	Media	UCL95	Número	Porciento
Plomo	330	1.15	11,479	174.7	602.3	1035[a]	62	18.8
Arsénico	330	5.30	3,927	114.7	229.5	311[b]	86	26.1

[a] UCL95 calculado a través de una distribución lognormal con un nivel de significancia del 5%.
[b] UCL95 calculado a través de una distribución no paramétrica con un nivel de significancia del 5%.
[c] Resultados con valores mayores a las concentraciones de referencia totales señaladas en la NOM-147, para uso del suelo industrial.

Con base en los resultados obtenidos de la metodología aplicada para la determinación de la cantidad de suelo contaminado a disponer en la CDFIS, el volumen total de suelo contaminado estimado con base en los estudios realizados es de potencialmente en 23,918 m^3 localizados esencialmente en la zona centro del predio Chiripa – La Gloria y en algunos predios colindantes al mismo.

En los **Anexos 08 y 10** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluyen los resultados y documentos correspondientes a los Muestreos Exploratorio y de Detalle indicados.

II.2.1.1.5. Restricciones para recibir los residuos peligrosos.

A efecto de evitar que materiales diferentes a los que se pretende confinar en la CDFIS (Escombros y Suelo Contaminado), la empresa Capstone Gold S.A. de C.V., implementará

una estricta supervisión previo a la disposición final de los mismos. Un aspecto significativo es que no serán dispuestos residuos diferentes a los de naturaleza edáfica o escombros de construcción los cuales, si bien no fueron generados por el promovente, si están bajo su responsabilidad como parte de las obligaciones legales indicadas por la PROFEPA para la Remediación Ambiental del predio Chiripa- La Gloria.

II.2.1.1.6. Equipos principales y Auxiliares.

A continuación, se enumera la maquinaria y equipo a emplear durante la ejecución de los trabajos de remediación. Es posible que las características del equipo que será utilizado puedan variar según los modelos y la disponibilidad local:

Tabla 13. Equipo y Maquinaria.

No.	Tipo de Equipo y Maquinaria.
1	Excavadora tipo Caterpillar 320 D.
2	Cargador frontal de ruedas tipo Caterpillar 950 G CC.
3	Rodillo Compactador Tipo Pata de Cabra.
4	Camión de volteo de 14 m^3.
5	Motoniveladora tipo Caterpillar 135h.
6	Camión pipa de 15,000 litros de capacidad.
7	Camioneta pick up.
8	Retroexcavadora 420 E 94 HP
9	Tractocamión
10	Estación Total SOKKIA
11	Nivel Fijo

a) Excavadora Tipo Caterpillar 320D.

Este equipo será utilizado para realizar cortes de suelo y materiales geológicos para el desarrollo de la excavación del socavón de la CDFIS.

b) Cargador Frontal de Ruedas Caterpillar 950 G CC.

Esta maquinaria será utilizada para cargar el suelo y demás materiales resultantes de la excavación del socavón para la CDFIS a los camiones de volteo. Contará con un cucharón en la parte frontal con una capacidad máxima de 3 m^3 y un motor con una potencia neta de 134 kw y en el volante de 119 kw.

c) Camión de Volteo de 14 m^3.

Estos camiones de volteo de 14 m^3, serán empleados para el acarreo de diferentes tipos de materiales. Estos vehículos presentan las siguientes características. Capacidad de carga de 18.0 toneladas métricas y equipadas con caja de volteo, IMHASA o similar, sistema hidráulico para levante de la caja tipo telescopio, apertura de la tapa mediante sistema de aire.

d) Motoniveladora Tipo Caterpillar 135H.

Esta unidad será empleada para realizar procesos de mezclado y las maniobras de nivelación del terreno. Contará con una vertedera el ancho de la hoja de 3.658 m, con una altura de 610 mm y un espesor de 22 mm así como un radio del arco de 413 mm. La velocidad de avance máxima será de 41.9 kph y mínima de retroceso de 33.1 kph, el ángulo de posición máximo de la hoja de 90°. La fuerza de penetración será de 4,343 kg, con una fuerza de desprendimiento de 2,279 kg.

e) Autotanque de 15,000 litros.

Este vehículo será utilizado para regar agua matapolvos, durante la carga y transporte de los materiales. Cuenta con una bomba hidráulica y un sistema de mangueras con boquillas para dispersar el agua. El tipo de agua que será utilizada para dichas operaciones será agua residual tratada.

II.2.1.1.7. Servicios requeridos para el desarrollo de las operaciones y/o procesos.

Para el desarrollo del proyecto CDFIS dada la ubicación del predio Chiripa – La Gloria en una zona de tipo rural y la naturaleza del proyecto, no serán requeridos servicios para el desarrollo de las operaciones y/o procesos descritos con anterioridad dado que los recursos, personal, instalaciones u otro tipo de servicio serán proporcionados por la empresa Capstone Gold, S.A. de C.V.

II.2.1.1.8. Sistemas para reutilizar el agua.

El proyecto CDFIS no requerirá sistemas para reutilizar el agua toda vez que no se tiene contemplado el consumo permanente de este importante recurso natural. Conforme a los

descrito en lo correspondiente a las operaciones y procesos del proyecto, se utilizará agua tratada para riego tanto para las acciones que involucran la remoción y transporte de suelo contaminado y escombros a efecto de reducir la cantidad de material particulado liberado por dichas operaciones. De igual manera, ese insumo se utilizará tanto para para la estabilización de los materiales una vez que sean depositados en la CDFIS como para, de manera similar a la remoción de los residuos, reducir la emisión de partículas fugitivas durante el vaciado de los mismos. Ya que esta agua utilizada se incorporará a nivel superficial a los materiales a confinar y esta se evaporará en forma natural a temperatura ambiente, es inviable la recuperación de la misma por lo que no se tiene contemplado la implementación de sistemas para su recuperación.

II.2.1.1.9. Sistemas para cogeneración y/o recuperación de energía.

El proyecto CDFIS contempla sistemas para cogeneración y/o recuperación de energía ya que los materiales a disponer (escombros de construcción y suelos contaminados de naturaleza minera) no poseen potencial energético.

II.2.1.1.10. Cantidad Estimada de Emisiones Generadas.

Durante las actividades de construcción de la infraestructura descrita y la disposición de los materiales que serán confinados en la CDFIS se generarán emisiones a la atmósfera consistentes en gases de combustión de los vehículos y maquinaria que utilicen combustibles fósiles, así como partículas sólidas derivadas por el movimiento y descarga de los materiales a disponer en el sitio del proyecto. Conforme a las estimaciones realizadas, para el desarrollo del proyecto en estudio hasta la conformación de la cubierta final de la CDFIS se utilizarán 181,907 litros de diésel de las que se generarán los siguientes remanentes:

Tabla 14. Tipo de emisiones a la atmósfera generados por maquinaria y vehículos automotores.

Fuente emisora	Tipo de combustible	Composición de emisiones
Maquinaria	Diesel	Humos negros (partículas), bióxido de azufre, plomo, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados

Tabla 14. Tipo de emisiones a la atmósfera generados por maquinaria y vehículos automotores.

Fuente emisora	Tipo de combustible	Composición de emisiones
Equipos	Diesel	Humos negros (partículas), bióxido de azufre, plomo, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados
Vehículos de carga	Diesel	Humos negros (partículas), bióxido de azufre, plomo, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados
Vehículos de transporte	Gasolina	Partículas, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados.

A efecto de estimar la cantidad de emisiones de gases a la atmósfera que serán generados por la operación de maquinaria pesada que utiliza Diesel durante las operaciones descritas con anterioridad, se utilizaron los factores de emisión estimados por el International Vehicle Emission Model (IVE) de la EPA (http://www.issrc.org/ive/) utilizado para tal efecto el volumen total de combustible estimado en todo el desarrollo de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS), para lo cual se tienen los siguientes resultados:

Tabla 15. Estimación de cantidades de emisiones contaminantes por uso de diésel.

Compuesto	Factores de emisión* para Diesel	Emisiones Esperadas Totales
VOC	1.1 gr/litro	200.09 Kg
CO	5.11 gr/litro	929.54 Kg
NOx	4.12 gr/litro	749.46 Kg
PM_{10}	2.6 gr/litro	472.95 Kg
SO_2	0.062 gr/litro	11.28 Kg

*Factores de emisión según el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) de la EPA.

Estas emisiones de combustión serán generadas por los vehículos automotores y maquinaria que será utilizada para el desarrollo de las operaciones de manejo y disposición final de materiales en la CDFIS motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

El área principal en donde se espera que se generen este tipo de emisiones será el predio seleccionado para la construcción de la CDFIS toda vez que en dicha área serán requeridas para la realización de actividades que incluirán cortes, excavaciones, carga de materiales pétreos, depósito de suelo contaminado estabilizado y residuos de construcción.

A efecto de reducir la generación de emisiones, principalmente canalizadas hacia la atmósfera se implementarán medidas tales como:

- Durante la realización de las operaciones de excavación, carga y transporte de materiales resultantes de la excavación del socavón, así como durante la disposición de los materiales que serán confinados en la CDFIS se realizarán riegos periódicos con agua tratada para evitar la dispersión de polvos y partículas a la atmósfera.
- Los vehículos de carga de materiales edáficos serán habilitados con lonas que eviten la dispersión de polvos.
- Se restringirán las velocidades de los vehículos de carga a un máximo de 20 Km/hr.

II.2.1.2. Capacidad de manejo de los residuos.

Dada que la naturaleza del proyecto denominado CDFIS está enfocada en la Remediación Ambiental de un predio con presencia de suelo contaminado con residuos derivados de antiguas prácticas de minería y conforme a lo descrito con anterioridad, en la citada celda contará con una capacidad de diseño para recibir y disponer en forma final un total de 28,341 m^3,que incluyen 26,661.3 m^3 de suelos contaminados y estabilizados con cemento portland en una proporción de un 3% de cemento Portland y 1,697.7 m^3 de escombros de construcción resultantes de la demolición de antiguas instalaciones actualmente en desuso. Dichos materiales serán dispuestos en un periodo estimado de 9 semanas esto conforme al Programa de Trabajo desarrollando para tal efecto, estimándose por tanto con un promedio de confinamiento de **2,187 m^3/semana** de materiales conforme al avance programático estimado.

II.2.2. Programa General de Trabajo.

Para el desarrollo del proyecto denominado CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) se contará con el siguiente Programa General de Trabajo:

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO																									
No	**ETAPA /ACTIVIDADES**	**MES 1**				**MES 2**				**MES 3**				**MES 4**				**MES 5**				**MES 6**			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
1	**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**																								
1.1	Habilitación de almacén provisional para materiales e insumos																								
1.2	Compactación y nivelación de caminos existentes																								
1.3	Trazo, delimitación y nivelación del área de excavación de la CDFIS																								
1.4	Excavación del área de la CDFIS																								
1.5	Construcción del sistema de monitoreo de lixiviados en la base de la CDFIS.																								
1.6	Conformación de 2 capas de 20 cm de suelo cemento al 3%																								
1.7	Instalación del sistema de impermeabilización base de geomembrana de 1,500 µm de espesor																								
1.8	Instalación de geotextil no tejido de 250 gr/m²																								
1.9	Conformación de abroches de suelo cemento al 3 % perimetrales																								
2	**ETAPA DE OPERACIÓN**																								
2.1	Depósito de suelo contaminado y escombros en la CDFIS																								
2.2	Estabilización del material contaminado con cemento gris a razón del 3% en capas de 20 cm en el interior de la CDFIS																								
2.3	Construcción del sistema de monitoreo del material estabilizado																								
2.4	Instalación de la cubierta de suelo cemento al 6% en una capa de 20 cm																								
2.5	Cierre de la CDFIS con geomembrana de 1,500 µm de espesor																								
2.6	Instalación de la segunda capa de geotextil de 250 gr/m²																								
2.7	Instalación de la cubierta de cierre a base de suelo vegetal y plantación de especies nativas de la zona																								
2.8	Instalación del brocal del pozo de monitoreo																								

II.2.3. Preparación del Sitio.

II.2.3.1. Descripción de Obras y Actividades Previas y Provisionales del Proyecto.

Para la preparación sitio cabe hacer mención que el predio seleccionado para la construcción de la CDFIS en la **actualidad no cuenta con vegetación natural** y se ubica en un área con una topografía sensiblemente plana y se encuentra en condiciones para llevar a cabo la excavación hasta el nivel de profundidad requerido por lo que no será necesario la realización de actividades de preparación del sitio que pudieran incluir desmonte, despalme, compactación y/o nivelación del mismo en función a la naturaleza del proyecto.

No obstante lo anterior, previo a iniciar con las actividades de la construcción de la CDFIS será estructurada una poligonal de apoyo topográfico (puntos de control) mediante la liga a los puntos GPS previamente establecidos y señalados en el **Plano PL-05** incluido en el **Anexo 14** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental lo cual permitirá llevar a cabo la delimitación y nivelación del área seleccionada para la excavación de la CDFIS; en todos los puntos de control de la delimitación llevada a cabo se colocarán monumentos de concreto y estarán plenamente identificados para los trabajos posteriores.

Asimismo, una importante actividad previa que será necesario llevar a cabo **es la rehabilitación de caminos interiores** en el predio Chiripa – La Gloria. Para tal efecto cabe hacer mención que dicho predio cuenta en la actualidad con una red de caminos interiores de terracería con un ancho promedio de 6 metros los cuales fueron concebidos, preparados y utilizados con anterioridad por la antigua empresa a cargo de los aprovechamientos mineros en los años 80's. Es por lo anterior conveniente **manifestar que NO se desarrollaran y/o construirán nuevos caminos para el desarrollo del proyecto denominado CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) sino que serán utilizados algunos tramos de los ya existentes sin afectar su trazo** siendo solo necesario la rehabilitación de los mismos considerando para tal efecto llevar a cabo operaciones nivelación y compactación de los mismos con maquinaria de construcción (compactadora) a efecto de mejorar la estabilidad del ancho de vía, así como la seguridad para la maquinaria de construcción y vehículos de carga y transporte que serán utilizados para la construcción

de la CDFIS. Se estima que estos trabajos serán realizados en un periodo de 2 semanas previos al inicio de la construcción del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental

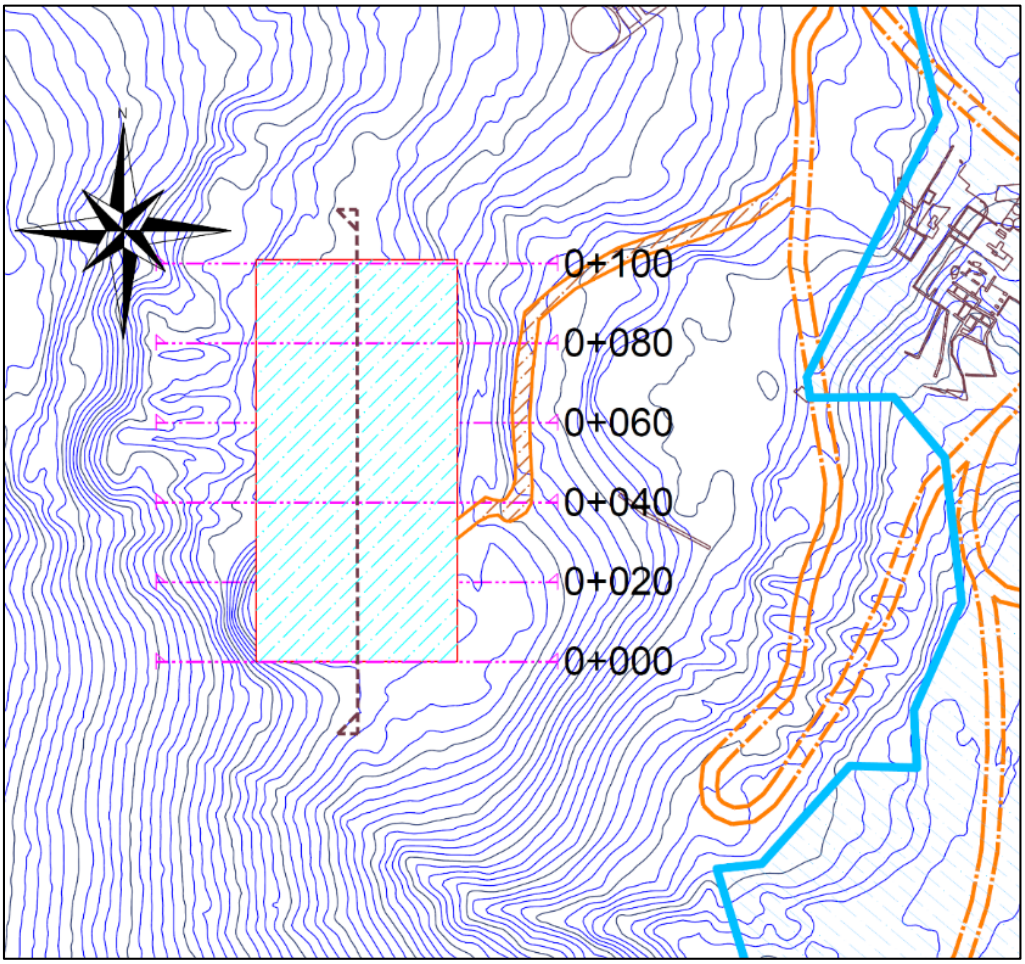
Asimismo, como parte de las obras y actividades provisionales a desarrollar como parte del proyecto denominado CDFIS se habilitará una bodega temporal en las cercanías al predio seleccionado la cual ocupara una superficie de 20 m^2; dicha bodega será armada a base de lámina metálica y será utilizada principalmente para el resguardo temporal de diversos insumos (cemento, herramientas de mano y otros utilizados por el personal encargado del desarrollo del mismo) durante el tiempo requerido para la disposición final mediante confinamiento de los materiales descritos con anterioridad.

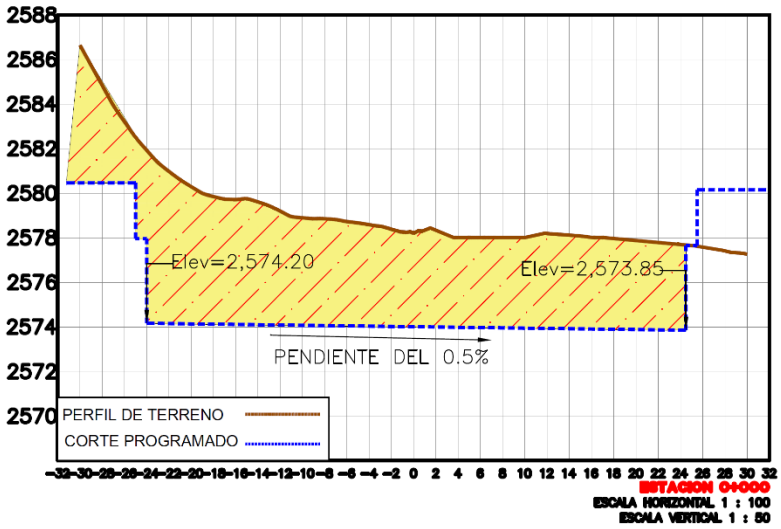
Conforme al Programa de Trabajo estas actividades previas a la construcción de la CDFIS dichas actividades tendrán una duración estimada de 1 semana.

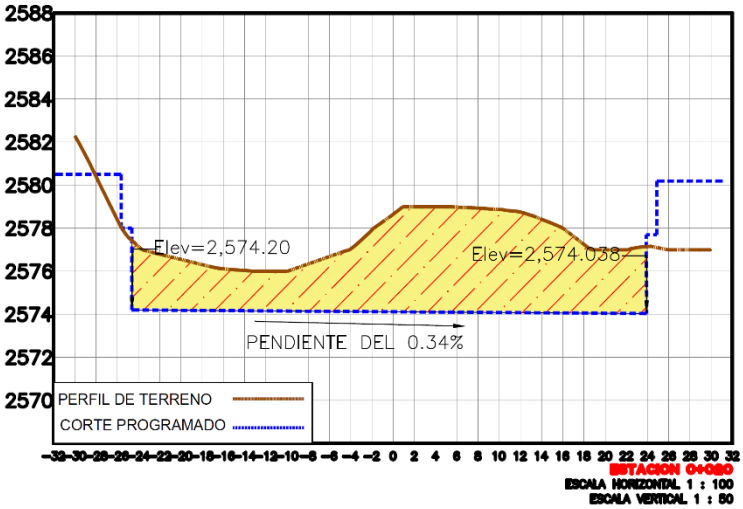
II.2.4. Etapa de Construcción.

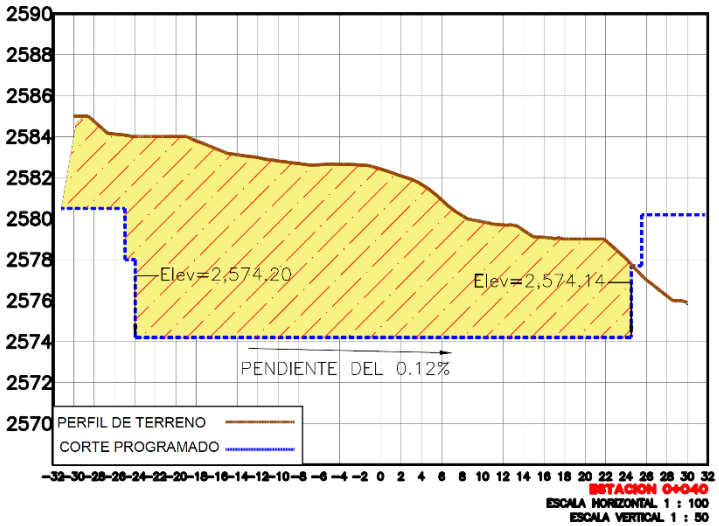
II.2.4.1. Construcción del Socavón.

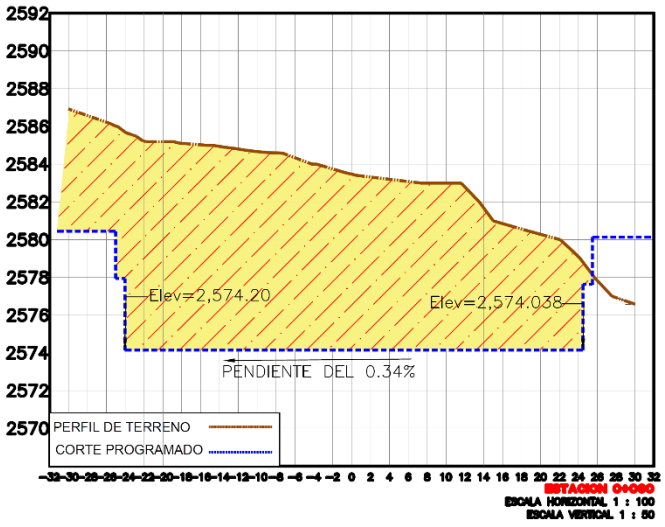
Los **Planos PT-01** y **PT-03** incluidos como parte del **Anexo 14** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental contienen los vértices, las dimensiones de la celda y los volúmenes de corte. Durante todas las maniobras de corte, carga y acarreo se utilizará frecuentemente agua matapolvos con el objetivo de evitar al máximo la generación y dispersión de polvos. La profundidad de diseño del socavón será de 6.3 m. Sin embargo, este valor se ajustará de acuerdo al volumen de materiales contaminados que deberán de ser depositados. En las siguientes figuras se observan las secciones de corte que se llevarán a cabo para la construcción de la CDFIS:


N
0+100
0+080
0+060
0+040
0+020
0+000


2588
2586
2584
2582
2580
2578
2576
2574
2572
2570
Elev=2,574.20
Elev=2,573.85
PENDIENTE DEL 0.5%
PERFIL DE TERRENO
CORTE PROGRAMADO
-32 -30 -28 -26 -24 -22 -20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32
ESTACION 0+000
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 50


Elev=2,574.20
Elev=2,574.038
PENDIENTE DEL 0.34%
PERFIL DE TERRENO
CORTE PROGRAMADO
ESTACION 0+080
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 50


Elev=2,574.20
Elev=2,574.14
PENDIENTE DEL 0.12%
PERFIL DE TERRENO
CORTE PROGRAMADO
ESTACION 0+040
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 50


Elev=2,574.20
Elev=2,574.038
PENDIENTE DEL 0.34%
PERFIL DE TERRENO
CORTE PROGRAMADO
ESTACION 0+000
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 50

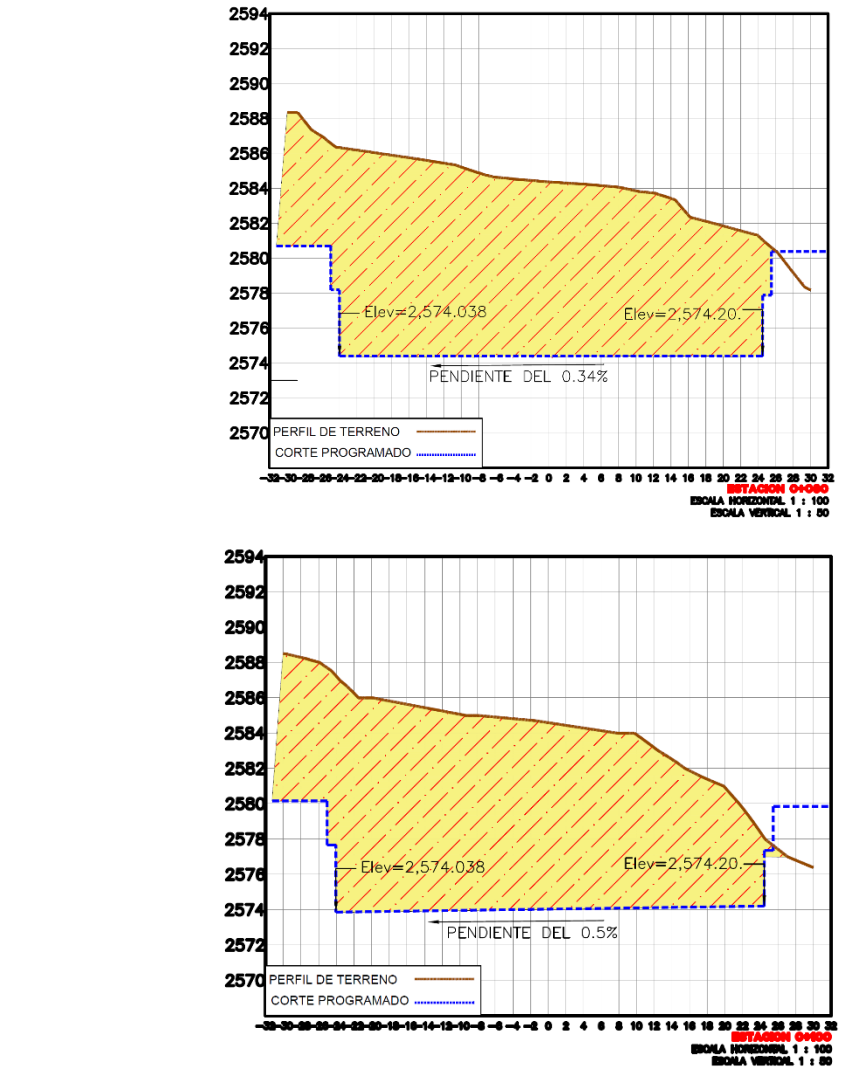


Figura 22. Secciones de Corte para la Construcción de la CDFIS.

Durante el corte del suelo se realizará el perfilamiento de los taludes y la base evitándose irregularidades en las superficies, esto con la finalidad de proteger la geomembrana que será posteriormente colocada. Durante todo el proceso de corte de suelo se verificará el control topográfico para corroborar las nivelaciones y las dimensiones establecidas en el proyecto.

Los cortes del suelo cumplirán con lo establecido en la Norma SCT-N-CTR-CAR 1-01-003/00. Conforme se va realizando la excavación se construirá una rampa de acceso en el lugar que indicará la supervisión, a fin de que el equipo mecánico tenga facilidad de acceder al lugar de los trabajos. Las dimensiones de la rampa las determinará la supervisión y deberá de garantizar condiciones de seguridad del equipo mecánico durante su uso y no deberá de presentar una pendiente mayor del 10%.

El material resultante de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS se cargará en camiones de 14 m^3 y se reservará en un área cercana para posteriormente utilizarse para la conformación de las cubiertas finales. En la siguiente figura puede observarse en forma esquemática la operación a realizar:

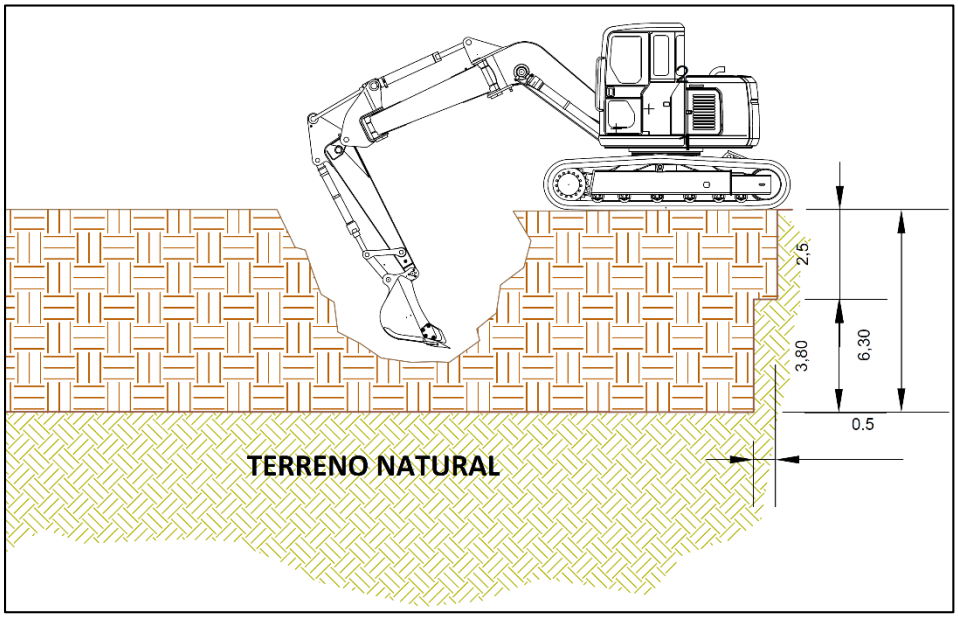


Figura 23. Excavación del Socavón de la CDFIS.

II.2.4.2. Sistema de Monitoreo

Con la finalidad de monitorear la condición del material depositado en la celda, así como los posibles lixiviados que se pudieran generar, se diseñó un sistema de monitoreo, el cual está representado en la Figura 10 del presente Manifiesto de Impacto Ambiental. En términos generales, este sistema de monitoreo constará de una serie de tubos dispuestos tanto en la parte inferior de la CDFIS así como al interior de los materiales correspondientes a suelo contaminado y escombros que serán depositados (ver **Planos PT-04** y **PT-05** incluidos como parte del **Anexo 14** de este Manifiesto de Impacto Ambiental).

II.2.4.2.1. Pozos de Monitoreo para Evaluar Migración de Lixiviados.

Este sistema será instalado en la sub-superficie de la base del socavón de la CDFIS. Se realizará un trazo de tres ejes en los puntos marcados en el **Plano PT-06** y en la siguiente figura:

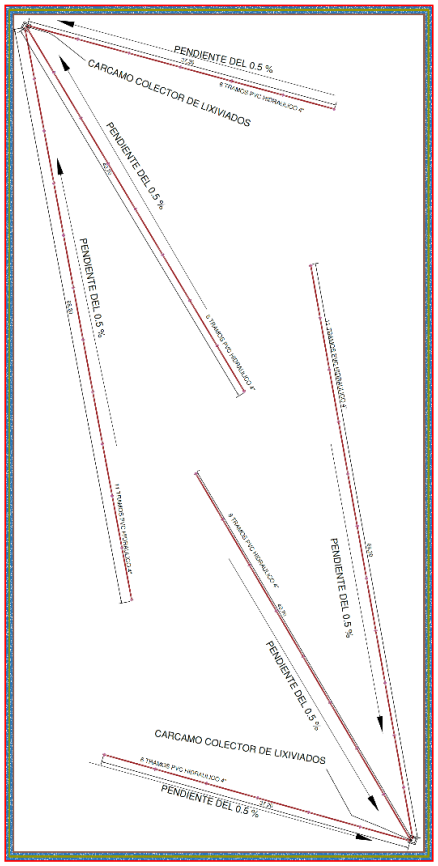


Figura 24. Localización de los pozos de monitoreo de migración de lixiviados.

Sobre el trazo se excavará por medios mecánicos una zanja de 0.91 m de ancho y con pendiente del 0.005% hacia el colector ubicado en la parte suroeste del predio de la CDFIS, la cual se afinará tanto en el fondo como en los taludes, se pondrá una cama de arena de 0.10 m de espesor en todo lo largo de la excavación, sobre el cual se asentará un liner color negro tanto en el fondo de la excavación como en los taludes a fin de garantizar la hermeticidad del colector. Posteriormente se colocarán los tramos de tubo de PVC cedula 40 de 4" de diámetro, ranurado en la parte superior. Una vez instalados los tramos de PVC se rellenará la zanja con material filtrante (grava de ¾, libre de finos) y finalmente se colocará una cama de gravilla de 15 cm de espesor tal como puede apreciarse en las siguientes figuras:

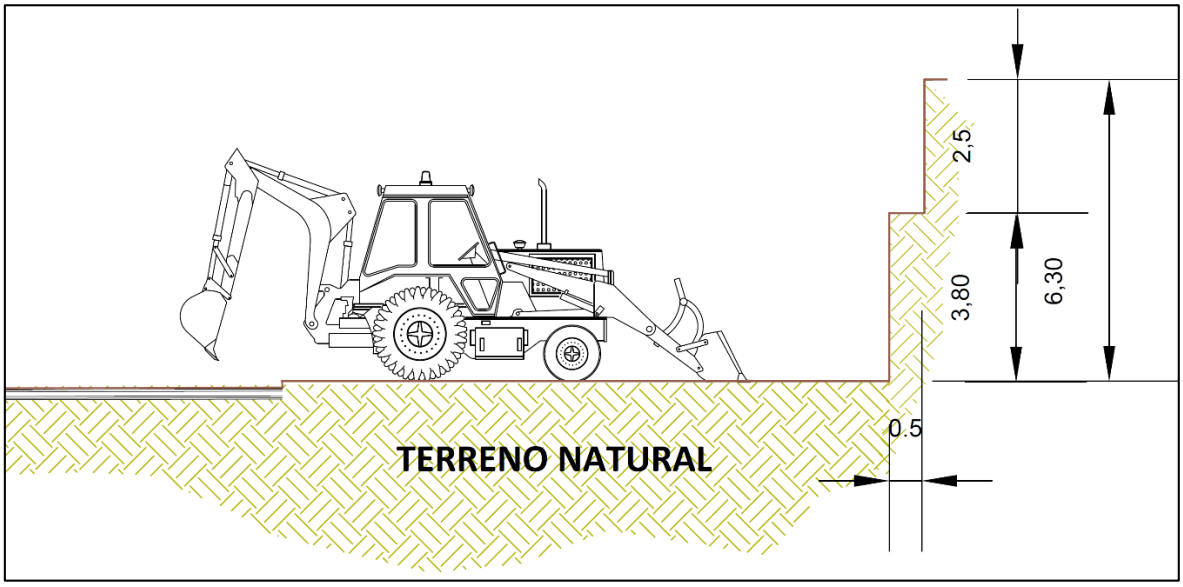


Figura 25. Excavación de piso para colocación de sistema de monitoreo de lixiviados.

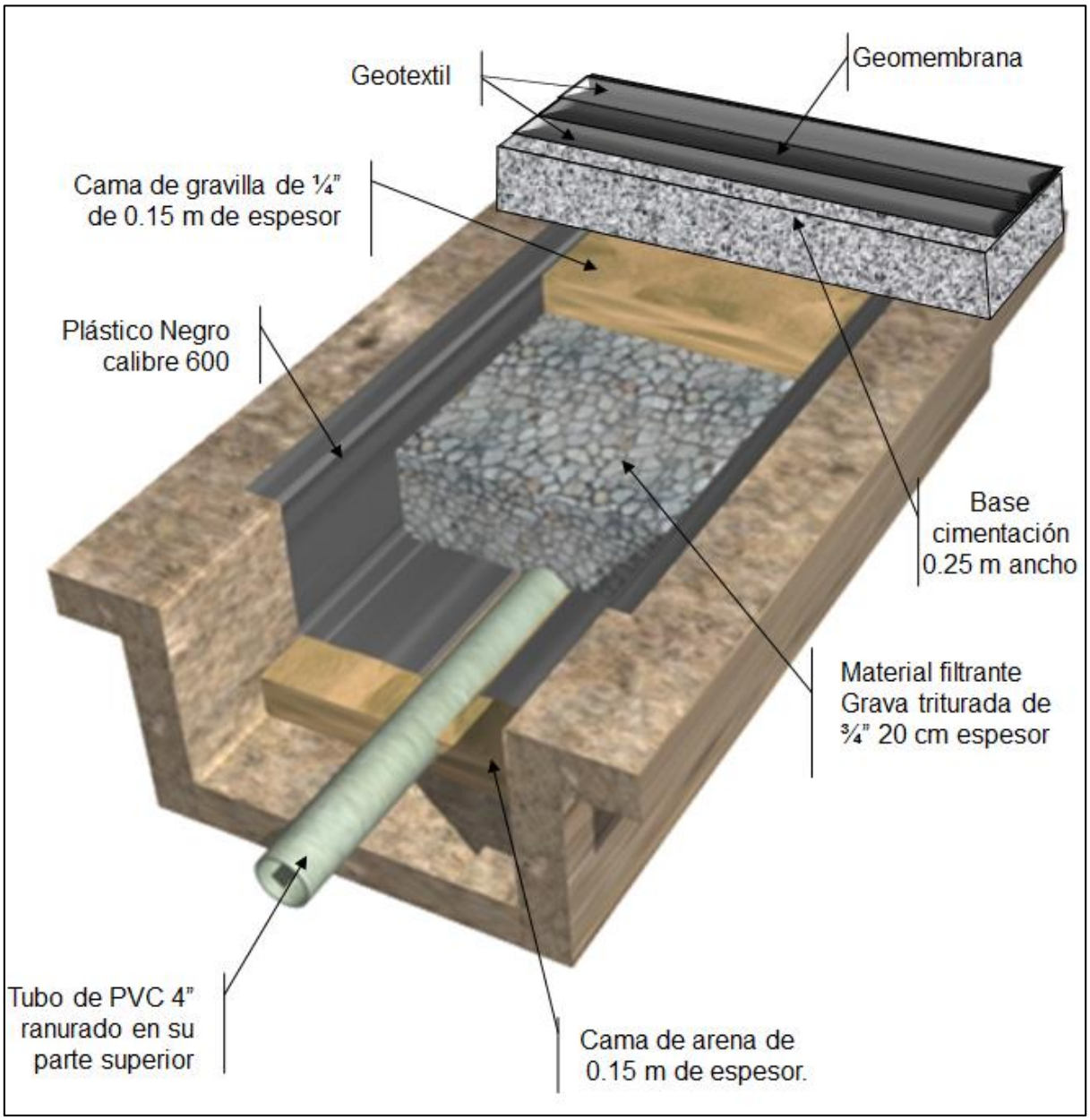


Figura 26. Esquema del Sistema de Monitoreo de Lixiviados para la CDFIS.



Figura 27. Ejemplificación de la Construcción del Sistema de Monitoreo de Lixiviados.

En el punto intersección de los tres ejes se construirá un registro de 0.60 X 0.60 X 1.00 m (medidas interiores) a base de tabique rojo recocido de 7 X 14 X 28 cm junteando con mortero cemento-arena 1:5 y aplanado tanto en el interior como en el exterior con el mismo mortero en un espesor de 2 cm, el espesor del registro será de 14 cm. En la siguiente figura se observan los detalles del cárcamo:

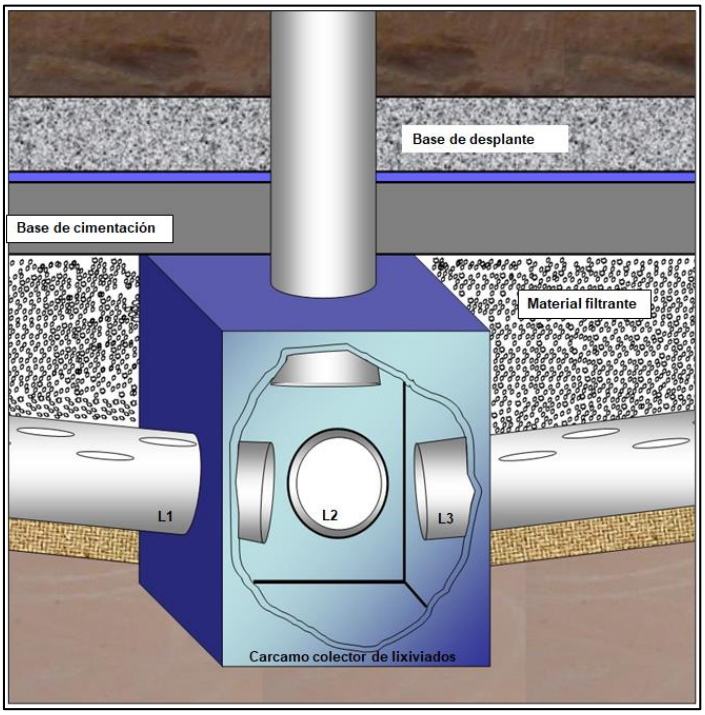


Figura 28. Esquema de Instalación del Cárcamo Colector de Lixiviados.

En el registro serán instalados de forma vertical una serie de tramos de PVC cédula 40 de 4" de diámetro dispuestos desde el colector hacia la superficie, los tramos de PVC serán armados a la par de que se realizan el depósito de material contaminado estabilizado; en el **Plano PT-07** incluido en el **Anexo 14** de este Manifiesto de Impacto Ambiental se incluyen los detalles de la construcción de los pozos de monitoreo que serán habilitados en la CDFIS.

II.2.4.2.2. Pozos de Monitoreo para Evaluar el Material Depositado.

El sistema de monitoreo del material depositado estará inmerso en el material estabilizado, tendrán un diseño similar a los pozos de lixiviación, se realizará un trazo en dos ejes en los puntos señalados en el proyecto. Sobre el trazo se excavará por medios mecánicos una zanja de 0.91 m de ancho, con pendiente del 0.005% hacia el colector; la cual se afinará tanto en el fondo como en los taludes, se pondrá una cama de arena de 10 cm de espesor en todo lo largo de la excavación, sobre el cual se asentara la geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1,500 micras de espesor tanto en el fondo de la excavación como en los taludes a fin de garantizar la hermeticidad del colector. En las siguientes figuras

y en los **Planos PT-04** y **PT-05** se observan los detalles de la habilitación de los pozos de monitoreo.

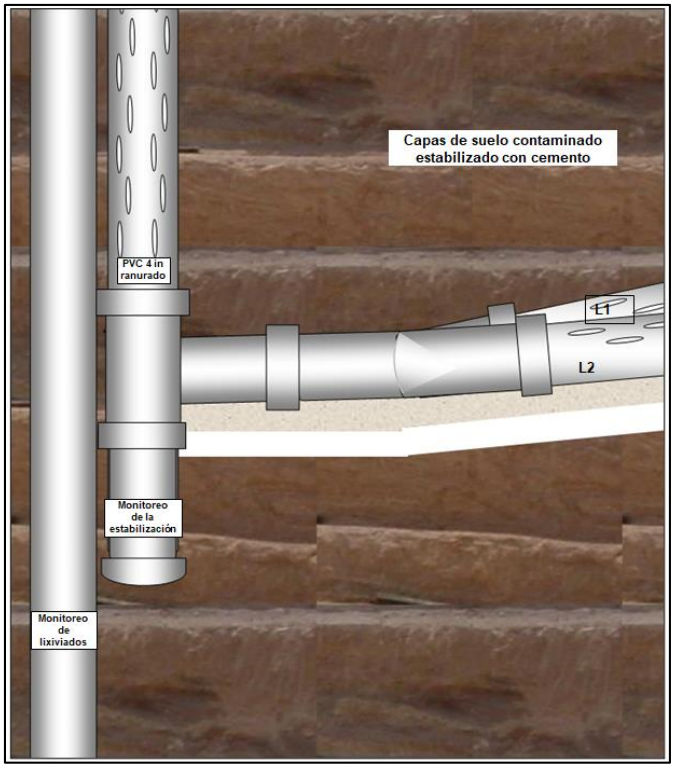
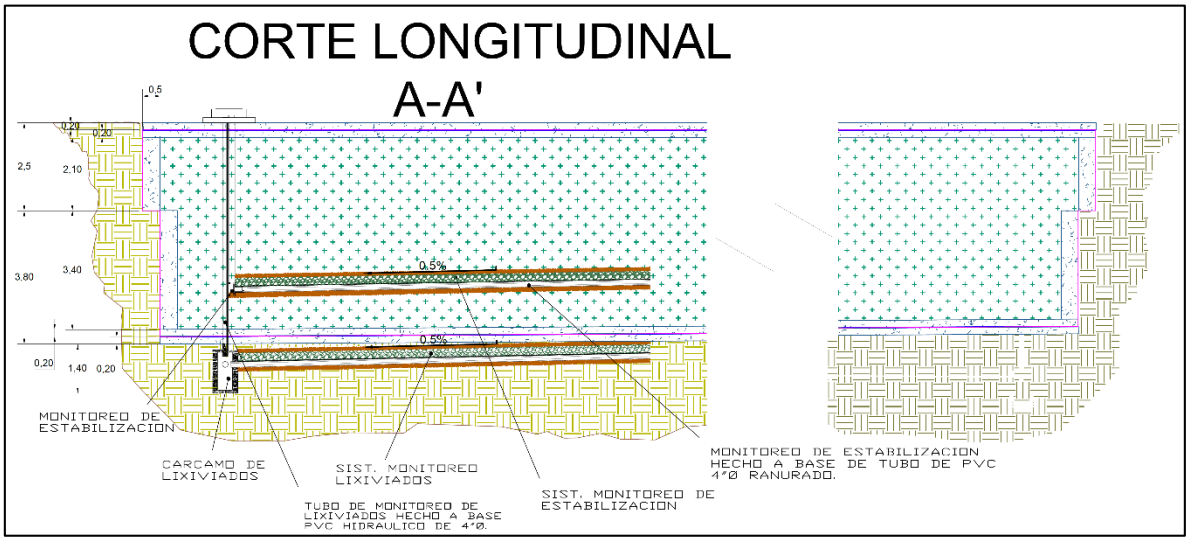


Figura 29. Ubicación de los Pozos de Monitoreo en el Interior de los Materiales Depositados.



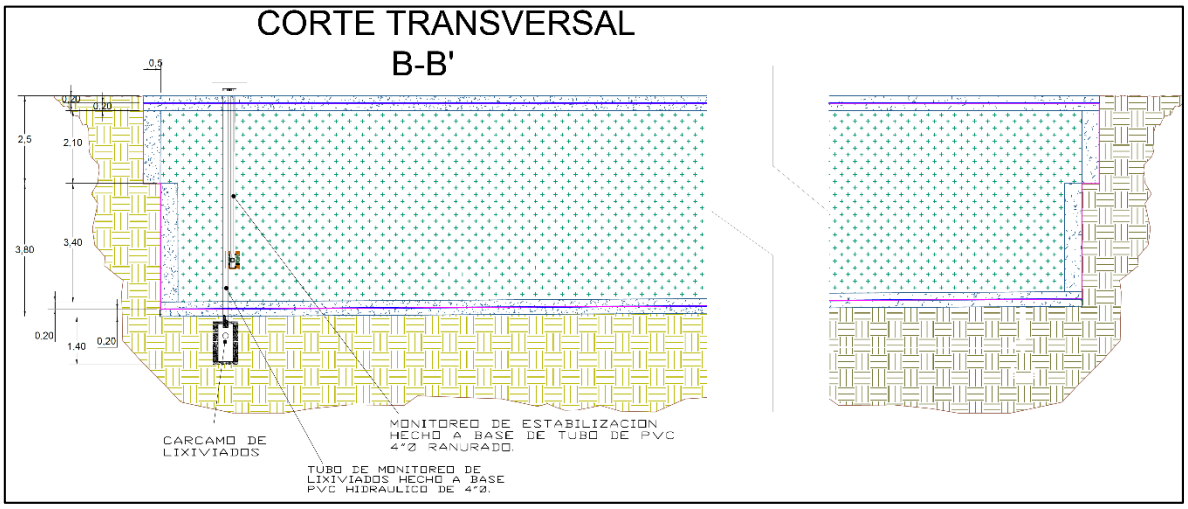


Figura 30. Cortes Longitudinales y Transversales de la CDFIS.

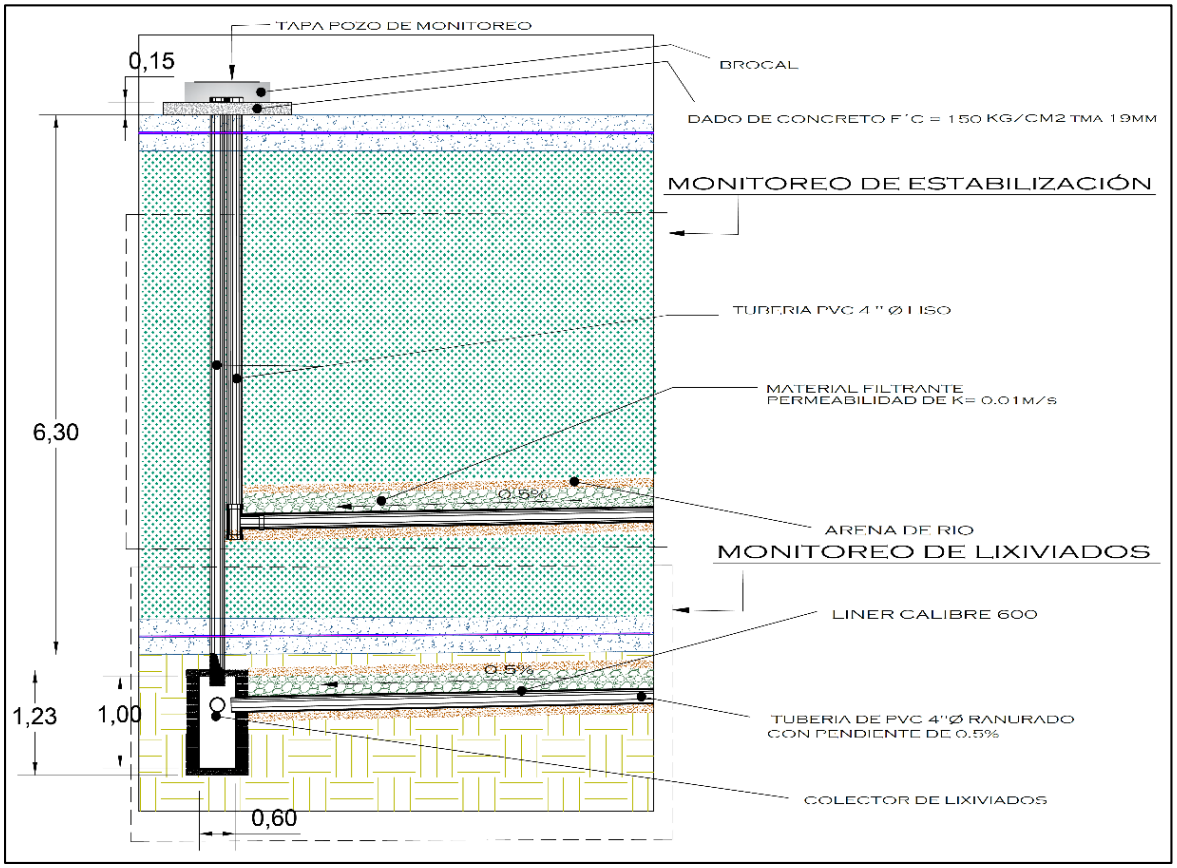


Figura 31. Corte Longitudinal de los Sistemas de Monitoreo Interior y Exterior de la CDFIS.

Posteriormente se colocarán los tramos de tubo ranurado de PVC cedula 40 de 4" de diámetro. Una vez instalados los tramos de PVC se rellena la zanja con material filtrante

(grava de ¾) y finalmente se rellena con una cama de gravilla de 0.15 m de espesor. En el punto de intersección de los dos ejes se armará un sistema colector con tramos de PVC cedula 40 de 4" de diámetro. El tramo vertical que asciende a la superficie de la celda será armado a la par de que se realizan el depósito de material contaminado estabilizado. Este tubo de monitoreo será armado en el mismo brocal que el sistema de monitoreo de lixiviados. En la superficie de la celda se colocará una plantilla de concreto hecho en obra F,c=150 kg/cm^2, normal, tma ¾ de 15 cm de espesor sobre la cual se construirá un diamante de 1.00 X 1.00 m con concreto hecho en obra F´c=250 Kg/cm^2 normal, tma ¾" sobre el cual se asentará el brocal y tapa. El armado del dado cumplirá con lo marcado en el **Plano PT-07** incluido en el **Anexo 14** presente Manifiesto de Impacto Ambiental, y estará alineado, nivelado y construido conforme al proyecto de manera similar a como puede observarse a manera de ejemplo en las siguientes imágenes:











Figura 32. Ejemplificación Armado del Brocal de Fierro Fundido sobre los Pozos de Monitoreo de Lixiviados en la CDFIS.

II.2.4.3. Impermeabilización.

II.2.4.3.1. Primera Base de Cimentación.

Al concluir la excavación y el sistema de monitoreo de lixiviados, se conformará una base con el material Tipo 3 o material de préstamo, será mezclado con cemento Portland a razón del 3% (p/v). La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico a la base de la CDIS donde será compactada con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. El espesor de esta base será de 0.25 m. La superficie de la base no deberá presentar protuberancias ni rocas filosas. Además, deberán ser bordeadas las esquinas formadas entre la base y los taludes, con la finalidad de evitar zonas de tensión en la membrana sintética (ver siguiente Figura). La conformación y la compactación de las bases deberán cumplir con lo marcado en la norma SCT-N-CTR-CAR 1-04-002/03. Se realizarán calas de compactación a razón de 2 muestras por cada 500 m^2 de superficie.

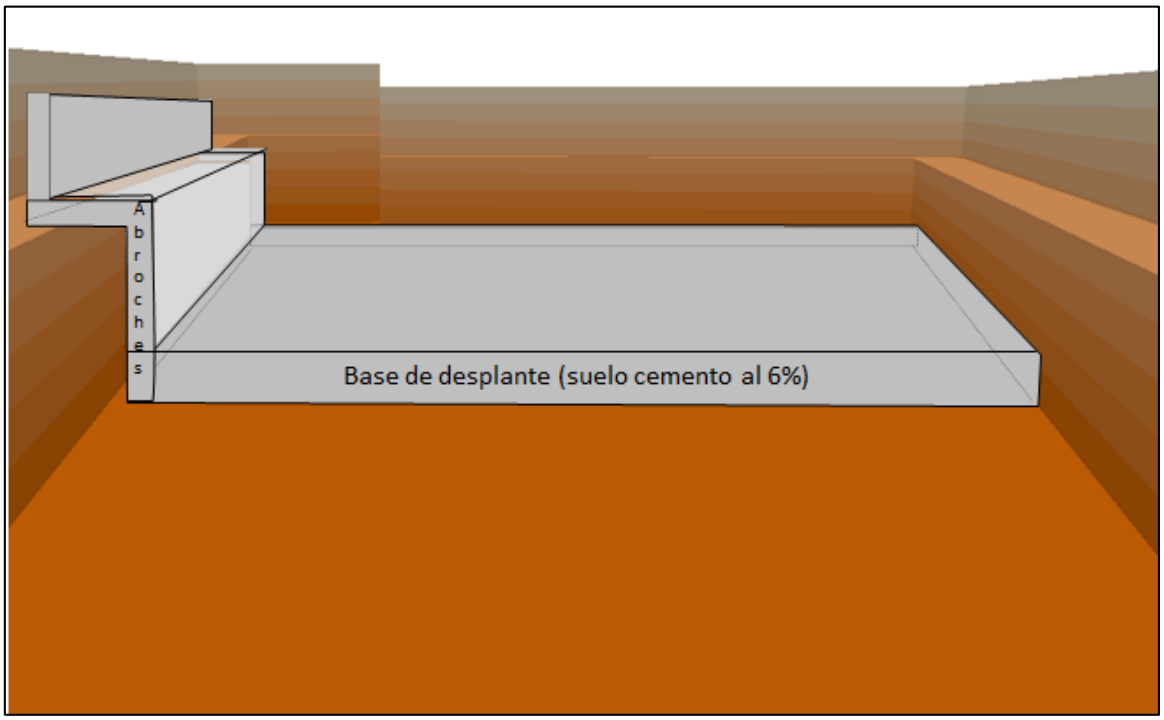


Figura 33. Ejemplificación de la Colocación de la Base de Cimentación con Material Tipo C Estabilizado.

II.2.4.3.2. Colocación del Geotextil y de la Geomembrana.

En toda la superficie de la base de cimentación se deberá colocar un geotextil de fibra de poliéster color negro punzonado no tejido, con una densidad de 240 gr/m², con la finalidad de proteger a la geomembrana de posibles daños. Revistiendo los taludes y la base de cimentación se instalará una geomembrana de polietileno de alta densidad de 1,500 micras de espesor, la cual deberá tener como características mínimas las señaladas en la Tabla 6 de este Manifiesto de Impacto Ambiental. Las secciones de geomembrana serán termofusionadas, en toda la base, así como en los taludes. La geomembrana se instalará de manera ascendente en toda la superficie del piso y de los taludes, sellando perfectamente las uniones. Esta actividad deberá de ser realizada por personal calificado y equipo adecuado. En las siguientes imágenes se ejemplifican los trabajos de colocación del Geotextil y de la Geomembrana en la CDFIS:



Figura 34. Ejemplificación de la Colocación del Geotextil y la Geomembrana.

II.2.4.3.3. Control de Calidad de la Termofusión de la Geomembrana.

Con el objetivo de evaluar la eficiencia en la termofusión de las secciones de geomembrana, serán realizadas las siguientes pruebas de sellado en diferentes secciones seleccionadas al azar, mismas que se contempla sean realizadas en presencia de personal de comisionado por la PROFEPA.

- **Pruebas no destructivas.**

Para el caso de las pruebas realizadas con caja de vació, será considerada como aceptable cuando la presión de vacío en la cámara se mantenga constante durante un tiempo mínimo de 90 segundos. Si el tipo de prueba es la aplicación de aire comprimido en la costura de sellado, la eficiencia del sellado se comprobará mediante la aplicación de aire comprimido a una presión de 30 libras por pie cuadrado y deberá de mantener esta presión durante un periodo mínimo de 30 segundos.

- **Pruebas destructivas.**

Para realizar este tipo de pruebas se utilizarán secciones de revestimientos soldadas en tramos longitudinales con la finalidad de aplicar un esfuerzo cortante sobre cada una de las secciones soldadas y observar cualitativamente la fuerza aplicada para mantener estable la unión.

II.2.4.3.4. Instalación de Geotextil sobre la Geomembrana.

Con la finalidad de proteger a la geomembrana de posibles rupturas será colocada sobre ésta un geotextil a base de fibra de poliéster color negro punzonado no tejido, de 240 gr/m².

II.2.4.3.5. Segunda Base (base de desplante).

Para la conformación de la base de desplante, se empleará material T3 disgregado y homogenizado con cemento Portland a razón de 3% de su PVSM. La mezcla obtenida será cargada y conformada una capa de 0.25 m de espesor en toda la base de cimentación, será compactada con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. La conformación y la compactación de la base deberán cumplir con lo marcado den la norma SCT-N-CTR-CAR 1-04-002/03.

II.2.4.3.6. Conformación de Aproches Perimetrales.

Con el objetivo de evitar el contacto directo del material contaminado con la geomembrana que reviste los taludes, así también para evitar la aproximación del equipo pesado al talud revestido, serán construidos aproches perimetrales a base de material tipo libre de sobretamaños y mejorado con cemento Portland al 3%, de 0.5 m de ancho y compactados con equipo ligero del tipo de bailarinas compactadora. En las siguientes imágenes se ejemplifica la forma en que serán habilitados dichos aproches:

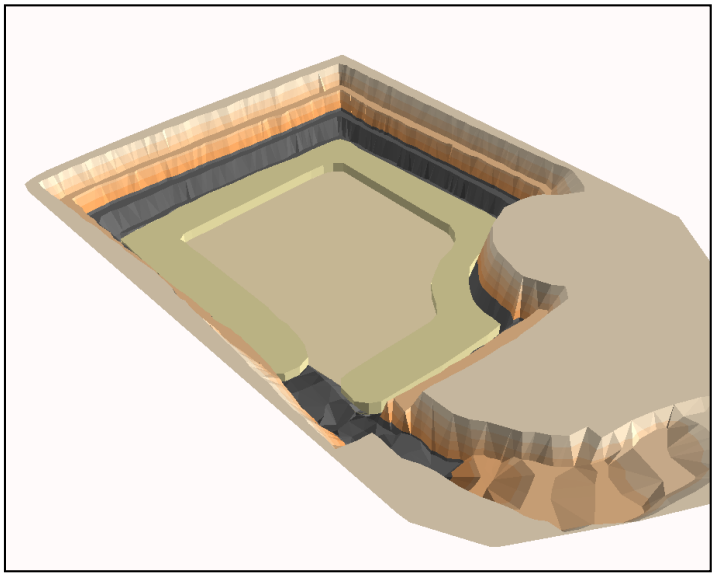




Figura 35. Ejemplificación de la construcción del Abroche por incorporación de capas sucesivas de suelo estabilizado y compactado.







Figura 36. Construcción de la Frontera o Aproche Perimetral.

Para el desarrollo óptimo de esta etapa serán requeridos el siguiente personal, maquinaria e insumos:

Tabla 16. Personal en la Etapa de Construcción de la CDFIS.

Personal	Cantidad de Jornadas
Ing. Topógrafo	197
Cabo de Oficios	96
Operador de Maquinaria Mayor	470
Cabo de Ayudantes	11
Chofer de camión de volteo 14m³	168
Cabo de Ayudantes	11
Peón	303
Ayudante General	590
Oficial Albañil	4

Tabla 17. Maquinaria y Equipo en la Etapa de Construcción de la CDFIS.

Maquinaria y Equipo	Horas
Bailarina, compactador Manual	58
Camión de Volteo International	1,900
Excavadora Caterpillar 320D	1,398
Retroexcavadora 420 E 94 HP	1,759
Motoconformadora 120h 320 HP	58
Camión pipa 15m³	324
Compactador CS533E	78
Estación Total SOKKIA	607

Asimismo, para esta etapa se estima serán requeridos un estimado de 1,355 m^3 de agua tratada para uso en las operaciones de riego para compactación de caminos, así como para la mitigación de polvos y partículas, así como 49,119 litros de diésel que serán utilizados para la operación de la maquinaria de construcción enlistada en la tabla anterior.

En esta etapa dada la construcción del socavón que conformará la base de la CDFIS, se tiene estimada la extracción de 44,182 m^3 de suelo y material subyacente.

II.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento.

Las operaciones y actividades contempladas una vez que concluya la etapa de construcción de la CDFIS serán las descritas a continuación:

II.2.5.1. Depósito de materiales en la CDFIS.

El suelo y los escombros contaminados descritos con anterioridad serán transportados a la CDFIS a través de los caminos internos que fueron rehabilitados como parte del proyecto en estudio. Para el caso del suelo contaminado una vez depositado en el interior de la celda será mezclado con cemento Portland a razón del 3%, humectar, procediendo a extender y compactar en capas de 20 a 30 cm con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM como puede observarse a manera de ejemplo en las siguientes imágenes:







Figura 37. Ejemplificación de la Conformación de Capas con Material Heterogéneo y Arrope con Suelo Estabilizado.

Además, el suelo estabilizado cuenta con las propiedades para ocupar los espacios vacíos que puede generar el escombro depositado esto en función a que no tendrá una conformación homogénea de tal forma que, se debe realizar de forma combinada el depósito del escombro contaminado y suelo estabilizado, esta condición se realizará en la plataforma 2 de las diferentes etapas del proceso constructivo de la CDFIS. En las siguientes imágenes se observa y ejemplifican los trabajos a realizar con el manejo de los escombros:



Figura 38. Depósito de Escombro Contaminado en el Interior de la CDFIS.

Es necesario considerar la existencia de material heterogéneo y susceptible de degradación y no es factible su estabilización, así también es difícil su compactación. Lo anterior incrementa la probabilidad de formación de espacios vacíos y puede generar inestabilidad en las capas superiores, para contrarrestar lo anterior serán implementadas las siguientes estrategias:

a) Este material heterogéneo será cubierto por una capa de suelo estabilizado y compactado con un espesor mínimo de 0.30 m, de tal forma que las capas de material heterogéneo serán depositadas de forma alternada con capas de suelo estabilizado en las plataformas más profundas. Al respecto, el efecto de la presencia de materiales inestables en las capas subyacentes es mayor en la medida en que éstas se localicen en las porciones más cercanas a la superficie. Lo anterior es debido a que las transferencias de los esfuerzos superficiales son ejercidas principalmente en las capas inmediatas. En la gráfica contenida en la Figura 11 se representa el comportamiento de una carga máxima probable aplicada en la superficie, calculada a través del método de Newmark, es posible observar que el esfuerzo transferido disminuye de forma exponencial a mayor profundidad. Lo anterior justifica realizar el depósito del material heterogéneo a la mayor profundidad posible con el fin de minimizar el efecto de la transferencia de esfuerzos dinámicos aplicados en la superficie y de esta forma evitar la generación de asentamientos diferenciales y,

b) Construir capas de material heterogéneo con espesores reducidos evita la formación de grandes espacios vacíos, razón por la cual el material heterogéneo será depositado en capas compactadas de espesores mínimos (0.15 m). Así, la conformación de capas de suelo estabilizado de manera alternada con mayores espesores proporcionará estabilidad al conjunto estructural, esto debido a que los espacios vacíos formados por el material heterogéneo serán ocupados por el suelo estabilizado intercalado. Con lo anterior, el material heterogéneo quedará encapsulado en el núcleo de la CDIS, rodeado de suelo estabilizado con mayor porcentaje de cemento y compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo, esto último incrementará la relación densidad especifica /porosidad. Es necesario considerar que en un medio poroso la velocidad de flujo advectivo, que determina el transporte de contaminantes, depende de la conductividad hidráulica, del gradiente y de las dimensiones de la capa de suelo.

En forma permanente se implementará durante toda esta etapa un programa de riego constante utilizando agua tratada de reuso en todas las maniobras con el objetivo de evitar

la dispersión polvos en áreas de corte, carga y acarreos, así también durante la estabilización de materiales y conformación de capas de materiales contaminados.

II.2.5.2. Primera Cubierta de Cierre.

Al término del depósito de la totalidad de los volúmenes de escombros y suelo contaminado, se procederá a realizar la clausura de la CDFIS. Para lo anterior, se conformará la siguiente base en la que se utilizará material producto de la disgregación de material T3, homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones óptimas. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la CDFIS donde se compactará en una capa de 0.25 m de espesor con equipo mecánico hasta el 95% de su PVSM. Esta base recibirá a la geomembrana y sellará los materiales estabilizados ya depositados, por esta razón está la superficie será lo más homogénea posible y no deberá presentar materiales que afecten la integridad de la geomembrana. Se realizarán calas de compactación a razón de 2 muestras por cada 500 m^3.

Sobre la base anterior, se colocará la geomembrana, uniendo los lienzos con la colocada sobre los taludes, de tal forma que, se cubrirá al 100% el material contaminado estabilizado, por lo que se sellaran perfectamente las uniones y se realizaran pruebas de control de calidad en las termofusiones. Sobre la geomembrana será colocada una segunda capa de geotextil de 270 gr/m^2 de manera similar a los ejemplificado en las siguientes imágenes:





Figura 39. Ejemplificación de colocación de la Geomembrana de la Primera Cubierta de Cierre.



Figura 40. Ejemplificación de la Instalación del Geotextil sobre la Geomembrana

II.2.5.3. Segunda Cubierta de Cierre.

Se conformará una base con material producto de la disgregación de material T3, homogenizado con cemento Portland a razón de 3% (p/p) y mezclado bajo condiciones de humead óptima. La mezcla obtenida será cargada y transportada con equipo mecánico hasta la celda de estabilización donde se compactará en una capa de 0.25 m con equipo mecánico hasta obtener el 95% de su PVSM. Esta base será formada para recibir la cubierta superficial. Es importante el control topográfico para mantener la nivelación de toda la superficie y la pendiente de acuerdo con el nivel del terreno natural, esto con la finalidad de evitar zonas donde se acumule el agua pluvial por desniveles y facilitar el drenaje hacia los canales perimetrales. Una vez concluida la conformación de esta cubierta, la CDFIS contará con la siguiente ejemplificación de imagen:



Figura 41. Ejemplificación de la conformación de la Segunda Cubierta.

Para el desarrollo óptimo de esta etapa serán requeridos los siguientes insumos, personal y maquinaria:

Tabla 18. Personal en la Etapa de Operación de la CDFIS.

Personal	Cantidad de Jornadas
Técnico Auxiliar	126
Técnico Especialista	73
Ing. Topógrafo	197
Cabo de Oficios	96
Operador de Maquinaria Mayor	907
Cabo de Ayudantes	12
Chofer de camión de volteo 14m³	1,045
Capturista/Analista	64
Cadenero	103
Peón	1,227
Ayudante General	825
Oficial Albañil	5

Tabla 19. Maquinaria y Equipo en la Etapa de Operación de la CDFIS.

Maquinaria y Equipo	Horas
Bailarina, compactador Manual	58
Camión de Volteo	6,098
Excavadora Caterpillar 320D	2,597
Retroexcavadora 420 E 94 HP	2,843
Motoconformadora 120h 320 HP	528
Camión - pipa 15m³	1,217
Compactador CS533E	384
Estación Total SOKKIA	607

Asimismo, para esta etapa se estima serán requeridos un estimado de 3,396 m^3 de agua tratada para uso en las operaciones de riego para compactación de caminos, así como para la mitigación de polvos y partículas, así como 132,788 litros de diésel que serán utilizados para la operación de la maquinaria de construcción enlistada en la tabla anterior.

En esta etapa operativa de la CDFIS, se tiene estimada la extracción de 34,159 m^3 de suelo y material subterráneo.

II.2.6. Otros Insumos.

Loa insumos que serán requeridos para la construcción y operación de la CDFIS se enlistan a continuación:

Tabla 20. Insumos Requeridos para la CDFIS.

Insumo	Consumo/mes	Cantidad Total
Cemento Portland	398 Toneladas/mes	1,195 Toneladas
Arcilla de conformación de la CDFIS	2,110 Toneladas/mes	6,329 Toneladas
Geomembrana	12,915 m^2/mes	12,915 m^2
Geotextil	5,172 m^2/mes	10,344 m^2

Todos estos insumos son de naturaleza no peligrosa y serán utilizados en forma indispensable para la construcción de la CDFIS, así como para el depósito de materiales y cierre del área.

Cabe hacer mención que en ninguna etapa del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental no serán requeridas sustancias o materiales de naturaleza peligrosa.

II.2.7. Descripción de Obras Asociadas al Proyecto.

Como ya se mencionó con anterioridad será necesario llevar a cabo la rehabilitación de caminos interiores en el predio Chiripa – La Gloria. Para tal efecto cabe hacer mención que dicho predio cuenta en la actualidad con una red de caminos interiores de terracería con un ancho promedio de 6 metros los cuales fueron concebidos, preparados y utilizados con anterioridad por la antigua empresa a cargo de los aprovechamientos mineros en los años 80's. Es por esto que NO se desarrollaran y/o construirán nuevos caminos para el desarrollo del proyecto denominado CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) sino que serán utilizados algunos tramos de los ya existentes sin afectar su trazo siendo solo necesario la rehabilitación de los mismos considerando para tal efecto llevar a cabo operaciones nivelación y compactación de los mismos con maquinaria de construcción (compactadora) a efecto de mejorar la estabilidad del ancho de vía, así como la seguridad para la maquinaria de construcción y vehículos de carga y transporte que serán utilizados para la construcción de la CDFIS. Se estima que estos trabajos serán realizados en un periodo de 2 semanas previos al inicio de la construcción del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

Una vez concluidas las operaciones de disposición final de los materiales en la CDFIS, se suspenderá en forma inmediata el uso de dichos caminos.

Conforme a lo descrito con anterioridad, esta obra asociada de rehabilitación no afectará áreas correspondientes al predio Chiripa – La Gloria ni vegetación natural fuera del trazo ya existente de los caminos.

II.2.8. Etapa de abandono del sitio.

Una vez concluido el depósito de los escombros y el suelo contaminado en la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) se implementará un Programa de Monitoreo y Mantenimiento que tendrá como objetivo conservar las condiciones estructurales de la Celda e implementar un monitoreo permanente que permita evaluar en el tiempo la condición del material depositado. Dicho Programa se implementará por un periodo de 20 años a partir de la conformación de la cubierta final dividido en 3 etapas.

Con base en lo anterior, no se tendrá propiamente una etapa de abandono del sitio, sino que será necesario continuar supervisando y monitoreando la estabilidad y estructura de la CDFIS tanto en el ámbito físico como en relación a los posibles contaminantes indeseables que pudieran lixiviar hacia el subsuelo. Para tal efecto a continuación se describen las actividades a realizar durante esta etapa del proyecto:

II.2.8.1. Actividades de Mantenimiento.

De forma periódica, principalmente al inicio de la época de lluvias se realizaría un procedimiento de revisión de la condición estructural de la cubierta final a base de suelo vegetal y del brocal que contiene los tubos de los pozos de monitoreo. A nivel superficial es importante identificar la presencia de grietas y asentamientos diferenciales, especialmente en la zona perimetral. En el caso de que se presente algún daño estructural, éste será reparado lo más pronto posible para evitar la infiltración excesiva de agua. También se asegurará la integridad de la tapa superior del brocal y las de los tubos de monitoreo.

Se contará con un mantenimiento regular, el cual consistirá en la aplicación de suelo adicional sobre toda el área de la CDIS, o bien, sobre ciertas porciones cada 5 a 10 años aproximadamente, dependiendo de los resultados de las inspecciones semianuales. Las reparaciones menores se realizarán durante la inspección y si es el caso, las reparaciones mayores se llevarán a cabo a la mayor brevedad posible dependiendo de la viabilidad práctica.

Las siguientes actividades deberán de observarse durante las visitas de inspección:

a) Buscar evidencia de daños causados por el agua, presencia de grietas, hundimientos u otras afectaciones a la cubierta.

b) Búsqueda de fracturas o desniveles en la vertiente superior.

c) Acumulación de sedimentos, residuos o vegetación en la capa inferior de suelo.

d) Búsqueda de baches, grietas y daño causado por el agua en la extensión donde se ubica la celda.

e) Verificación de los revestimientos de los pozos de monitoreo para garantizar que estén libres de agua y/o residuos.

f) Revisión de los puntos de referencia para verificar que se encuentren intactos.

g) Señalamientos adecuados de restricción de acceso y prohibición de obstrucción en el área perimetral.

Las observaciones y eventos suscitados durante la inspección deberán ser registrados en la bitácora, incluyendo: fecha y hora de la inspección, nombre del consultor, descripción de las observaciones y, si es el caso, la fecha y naturaleza de las reparaciones que fueron requeridas.

II.2.8.2. Programa de Monitoreo.

La CDFIS dispondrá dos tipos de pozos de monitoreo. El Pozo de Lixiviación (P-lix) estará localizado fuera de la celda y su objetivo es identificar la posible salida de los materiales, mientras que el Pozo de Estabilización (P-est) permitirá conocer la condición del material depositado. El brocal ubicado en el extremo suroeste contendrá los dos tubos que conectarían a los diferentes pozos. Para tal efecto se diseñó un programa de monitoreo que consta de las siguientes tres etapas:

a) Primera Etapa: Esta etapa comprendería los primeros 3 años a partir de la instalación de la CDFIS. Durante este periodo se realizarían una serie de muestreos semestrales para evaluar la presencia o ausencia de contenido en los pozos de monitoreo (P-est y P-lix). En caso de presencia de líquidos lixiviados se tomarían muestras para realizar las determinaciones analíticas de plomo y arsénico total.

b) Segunda Etapa: Si durante el primer periodo de observación no fuera registrada la presencia de líquidos lixiviados o los volúmenes fueran muy reducidos; se daría inicio a una segunda etapa, la cual contemplaría realizar muestreos anuales durante un periodo de 5 años.

c) Tercera Etapa: Si al término del segundo periodo no fueran identificados líquidos lixiviados en los pozos de monitoreo o su producción fuera muy baja, se iniciaría una

tercera etapa de observación, la cual contemplaría realizar las revisiones bianuales por un periodo de 12 años.

Conforme a lo anterior, esta etapa contemplaría el siguiente Programa de Trabajo conforme a las etapas descritas con anterioridad:

PROGRAMA DE TRABAJO DE LA ETAPA DE ABANDONO (CLAUSURA)																																							
No	ETAPA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10		Año 11		Año 12		Año 13		Año 14		Año 15		Año 16		Año 17		Año 18		Año 19		Año 20	
		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem		Sem	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
4	ETAPA DE ABANDONO (CLAUSURA) DEL SITIO (FASES)																																								
4.1	Primera	■	■	■	■	■	■																																		
4.2	Segunda								■		■		■		■		■																								
4.3	Tercera																				■				■				■				■				■				■

Derivado de la implementación de las acciones de monitoreo en la CDFIS, es necesario considerar diferentes escenarios con relación a la presencia o ausencia de líquidos-lixiviados en los pozos de monitoreo que sean detectados. Considerando lo anterior, en el siguiente esquema se representan 4 (cuatro) diferentes escenarios de acuerdo a los hallazgos identificados en los P-lix y P-est.

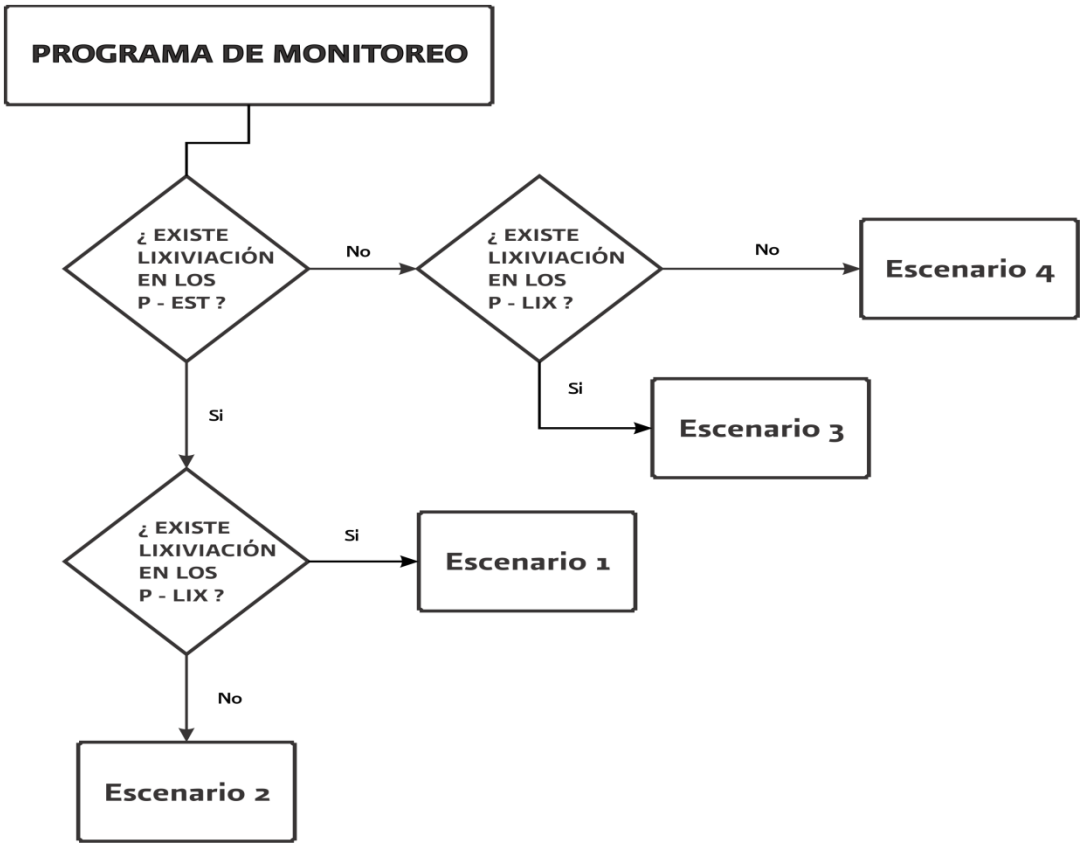


Figura 42. Diagrama de Flujo de Posibles Escenarios del Programa de Monitoreo de la CDFIS.

Dichos Escenarios y acciones a realizar se describen a continuación:

Escenario 1: En el caso de encontrar lixiviados en ambos pozos se realizarían las siguientes actividades:

a) Extraer el contenido líquido en ambos pozos.

b) Realizar determinaciones analíticas en el contenido para cuantificar las concentraciones de plomo y arsénico total.

c) En caso de que las concentraciones de los compuestos antes mencionados fueran superiores a las establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, los lixiviados se considerarán como Residuos Peligrosos, por lo tanto, se deberá contratar a una empresa autorizada en el ámbito federal para su disposición final.

d) Aumentar la frecuencia de monitoreo para comprobar los resultados iniciales.

e) Establecer un programa de monitoreo en los pozos que suministran agua localizados en las áreas adyacentes.

f) Establecer la posible relación entre la presencia de lixiviados e infiltraciones de agua por precipitaciones pluviales.

g) Valorar el estado estructural de las cubiertas superficiales y del drenaje perimetral pluvial.

h) Investigar la presencia en el área aledaña a la celda de fugas en drenajes y redes de agua potable que estén provocando infiltraciones.

Escenario 2: En caso de encontrar lixiviados sólo en el P-est, significaría que ocurrió infiltración de agua al interior de la CDFIS, se procederá conforme a lo siguiente:

a) Extraer el agua y realizar determinaciones analíticas para cuantificar las concentraciones de arsénico y plomo.

b) En caso de que las concentraciones de los metales pesados identificadas en los lixiviados fueran superiores a las establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, éstos deberán ser considerados Residuos Peligrosos y se les deberá dar tratamiento correspondiente.

c) Aumentar la frecuencia en el monitoreo de los pozos de estabilización y lixiviados.

d) Establecer un programa de monitoreo en los pozos de agua cercanos.

e) Establecer la posible relación entre la presencia de lixiviados e infiltraciones de agua por precipitaciones pluviales.

f) Verificar el estado estructural de las cubiertas superficiales y del drenaje perimetral pluvial.

g) Investigar la presencia en el área aledaña a la CDFIS de fugas en drenajes y redes de agua potable que estén provocando infiltraciones.

Escenario 3: En caso de encontrar lixiviados sólo en el P-lix, el hecho se asociaría a la infiltración de agua por escurrimientos superficiales, ante esta situación se procederá conforme a lo siguiente:

a) Extraer el agua contenida en el P-lix.

b) Determinar la presencia de metales pesados en el líquido (plomo y arsénico total).

c) Aumentar la frecuencia en el monitoreo de los pozos de estabilización y lixiviados.

d) Establecer un programa de monitoreo en los pozos de agua cercanos.

e) Establecer la posible relación entre la presencia de lixiviados e infiltraciones de agua por precipitaciones pluviales.

f) Valorar el estado estructural de las cubiertas superficiales y del drenaje perimetral pluvial.

g) Investigar la presencia, en el área aledaña a la celda, de fugas en drenajes y redes de agua potable que estén provocando infiltraciones.

Escenario 4: Si no se encontraran lixiviados en ambos pozos, significaría que no existen infiltraciones de agua al interior y exterior de la CDFIS. Ante esta situación se mantendría el programa de monitoreo descrito con anterioridad.

II.2.9. Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones a la Atmósfera.

Durante la realización de las fases o etapas descritas para el desarrollo del proyecto denominado CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) se generarán los siguientes residuos:

II.2.9.1. Emisiones a la Atmosfera.

Durante las actividades de depósito o vaciado de los diferentes residuos en la CDFIS así como durante las operaciones de coberturas y cierre de la misma se generarán emisiones a la atmósfera consistentes en gases de combustión de los vehículos y maquinaria que utilicen combustibles fósiles. Como ya se mencionó con anterioridad en el apartado II.2.1.1.10 de este Manifiesto de Impacto Ambiental y conforme a las estimaciones energéticas llevadas a cabo para determinar la cantidad de combustible que será requerido para el desarrollo de la Celda, se utilizarán en el ámbito de operación de del equipo y maquinaria aproximadamente 181,907 litros de diésel en total; en el apartado en cita y conforme a los parámetros de estimación de emisiones ahí establecidos se espera la emisión de diversos contaminantes derivados de la combustión del diésel conforme a lo siguiente:

Tabla 21. Estimación de cantidades de emisiones contaminantes por uso de diésel.

Compuesto	Factores de Emisión* para Diesel	Emisiones Esperadas Preparación del Sitio (19,602 lts)	Emisiones Esperadas Construcción (29,517 lts)	Emisiones Esperadas Operación (132,788 lts)	Emisiones Totales
VOC	1.1 gr/litro	21.56 Kg	32.47 Kg	146.07 Kg	200.10 Kg
CO	5.11 gr/litro	100.17 Kg	150.83 Kg	678.55 Kg	929.54 Kg
NOx	4.12 gr/litro	80.76 Kg	121.61 Kg	547.09 Kg	749.46 Kg
PM_{10}	2.6 gr/litro	50.97 Kg	76.74 Kg	345.25 Kg	472.96 Kg
SO_2	0.062 gr/litro	1.22 Kg	1.83 Kg	8.23 Kg	11.28 Kg

*Factores de emisión según el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) de la EPA.

Asimismo, se espera que, con motivo de las operaciones de depósito, así como por el vaciado y acomodo de los mismos en el interior de la misma. Estas emisiones no son cuantificables ya que dependerán de la frecuencia de las mismas, la velocidad del viento, la humedad prevaleciente y otros factores ambientales y antropogénicos; no obstante, lo anterior, durante el desarrollo de las citadas operaciones se llevarán a cabo acciones de riego con agua tratada en los sitios y áreas donde se proceda a realizar el manejo de los residuos mineros a efecto de reducir y mitigar la emisión de los mismos hacia el ambiente.

II.2.9.2. Aguas Residuales.

El agua residual será generada en su mayor proporción por parte de los trabajadores encargados de llevar a cabo las operaciones descritas para el desarrollo de la CDFIS, en particular aquellas relacionadas con las actividades de limpieza, uso de los sanitarios (de tipo portátil), así como las actividades de mantenimiento que requieran el uso de agua; lo anterior es que no se tiene contemplado que sean generadas otro tipo de remanentes líquidos ya que ninguna de las operaciones descritas con anterioridad requieren como insumo el uso de agua, considerándose por tanto que en función a la no necesidad de esta tengan porque generarse remanentes que daban ser manejados conforme a la normatividad vigente en materia ambiental.

Durante la totalidad de desarrollo del proyecto en estudio se contará con un total de 44 trabajadores los cuales se subdividirán en las siguientes categorías:

Tabla 22. Personal Operativo Requerido.

Cantidad	Personal
10	Peón
1	Cabo de Oficios
9	Operador de Maquinaria Mayor
8	Chofer de camión de volteo 14m³
1	Cadenero
9	Ayudante General
1	Cabo de Ayudantes
1	Oficial Albañil
1	Técnico Auxiliar
1	Técnico Especialista
1	Ing. Topógrafo

Fuente: Ingeniería del proyecto.

En función de lo anterior, se considera que en promedio cada trabajador consumirá un volumen de 50 litros diarios de agua para el desarrollo de dichas actividades y se calcula que la generación de agua residual será de aproximadamente el 80% del agua que los usuarios consuman, por lo que cada uno generará por día 40 litros de agua residual. Tomando en cuenta que se proyecta que estén presentes, alrededor de 44 personas de forma regular durante el tiempo estimado para el desarrollo de la CDFIS (desde la

preparación del sitio hasta la conformación de la cubierta final), se calcula que el volumen diario de agua residual que ellos generaran oscilará alrededor de 1,760 litros (1.76 m^3), los cuales serán recolectados en un contenedor de 5,000 litros que será proporcionado por una empresa especializada que será contratada para también suministrar y manejar un promedio de 4 sanitarios portátiles que serán requeridos durante el desarrollo de las obras del proyecto en estudio para el uso del personal descrito con anterioridad.

Estas aguas residuales serán de naturaleza sanitaria generadas por los servicios de aseo y limpieza de los trabajadores requeridos para el desarrollo del proyecto y serán colectadas, transportadas y dispuestas por parte de la empresa prestadora de servicios en algún sitio indicado por la autoridad gubernamental local del municipio de Zacatecas.

II.2.9.3. Residuos Sólidos Urbanos.

Tomando en cuenta una generación estimada de residuos sólidos urbanos (RSU) de alrededor de 250 gr/día por cada persona en el sitio del proyecto y que se contará con un promedio total de alrededor de 44 personas (trabajadores), se proyecta una generación de 11 kg diarios de RSU durante los 6 meses de duración que tendrá el proyecto de construcción y operación.

Los RSU serán depositados en contenedores (tambos de 200 litros) que serán colocados en las cercanías al sitio del proyecto y posteriormente serán transportados al Relleno Sanitario Municipal del Municipio de Zacatecas para su disposición final por parte de una empresa especializada y autorizada por la autoridad local competente.

II.2.9.4. Residuos de Manejo Especial.

Toda vez que no se prevé la realización de actividades productivas que impliquen el uso de materias primas o insumos que generen remanentes durante las mismas, no se considera significativa la posible generación de este tipo de residuos.

II.2.9.5. Residuos agroquímicos.

No aplica.

II.2.9.6. Residuos Peligrosos.

Los residuos Peligrosos (RP´s) que se esperan sean generados como parte de las operaciones de construcción de la CDFIS así como por el vaciado y acomodo de los residuos mineros en el sitio del proyecto serán principalmente remanentes de mantenimiento de vehículos automotores y maquinaria de construcción que serán utilizados durante toda la vida útil del mismo que incluyen aceites y lubricantes gastados así como trapos, estopas y otros materiales o autopartes obsoletas impregnados con estos. Dichas operaciones de mantenimiento de prevé realizarlas en talleres especializados ubicados en las cercanías del predio Chiripa – La Gloria, siendo estos talleres los responsables del manejo de dichos residuos. En el supuesto de que por alguna situación emergente llegarán a realizarse en el sitio del proyecto acciones de mantenimiento de la maquinaria utilizada, los residuos que pudieran generarse se recolectarán en recipientes adecuados y serán dispuestos a través de una empresa prestadora de servicios autorizada por la SEMARNAT para la Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.

II.2.9.7. Factibilidad de Reciclaje.

Toda vez que no se espera la generación de residuos reciclables en razón a las actividades descritas para el proyecto, esta opción se considera no factible.

II.2.9.8. Disposición de los Residuos.

- Los gases de combustión, los humos y las partículas que se generen por la operación de la maquinaria y equipo, serán liberados directamente a la atmósfera durante el desarrollo de las actividades descritas para la preparación del sitio, construcción y operación de la CDFIS.
- Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores durante el desarrollo de todas las etapas del proyecto serán canalizados por una empresa especializada para su transporte y disposición final en el Relleno Sanitario Intermunicipal Tipo A de Zacatecas.
- Las aguas residuales de naturaleza sanitaria que serán generadas durante las etapas de desarrollo de la CDFIS serán colectadas, transportadas y dispuestas por parte una

empresa prestadora de servicios en algún sitio que sea indicado por la autoridad gubernamental local del municipio de Zacatecas.

- Para los residuos peligrosos se contará con el servicio de una empresa debidamente autorizada para su recolección y manejo.

II.2.10. Infraestructura para el Manejo y la Disposición Adecuada de los Residuos.

II.2.10.1. Infraestructura para el Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos.

En el ámbito del alcance del proyecto en estudio CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) misma que se ubicará en el municipio de Zacatecas y conforme Programa de Desarrollo Urbano de Zacatecas-Guadalupe 2016 – 2040, en materia de la infraestructura y capacidad para el manejo y disposición final de residuos sólidos de las 2 municipalidades, para el Área Metropolitana de Zacatecas y Guadalupe, en la actualidad se cuenta con un sistema de recolección así como un sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos, regulado por la Junta Intermunicipal para la Operación del Relleno Sanitario (JIORESA) en el relleno sanitario tipo intermunicipal tipo A, con una capacidad en su primera etapa (celda) para la recepción de 40 toneladas de basura al día[7]; según información de la Secretaría de Agua y Medio Ambiente (SAMA) en marzo de 2020 inicio la operación de la segunda celda para la cual se estima una capacidad de recibir hasta de 300,000 toneladas en un tiempo de vida útil de 4 años[8] con lo cual se garantizaría durante este tiempo los servicios correspondientes para los municipios en cita; asimismo se indica que una Estación de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos, ubicada en Lomas de Bracho, en donde se deposita la basura del municipio de Zacatecas para luego trasladarla mediante góndola al citado relleno. Anteriormente, la disposición de basura se realizaba a cielo abierto en basureros “semi–controlados”, entendiéndose por ello la disposición directa (previa pepena en el lugar) la que luego era cubierta con tierra y compactada.

[7] http://transparenciacloud.zacatecas.gob.mx/index.php/s/lHGM5U7TWMG4Xil#pdfviewer (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

[8] http://ntrzacatecas.com/2020/03/31/inician-operaciones-en-segunda-celda-de-relleno-sanitario/ (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

En el municipio de Zacatecas la recolección es mediante distintas rutas mediante 74 rutas con un servicio de limpieza “artesanal” mediante las llamadas “hormiguitas” unidades pequeñas; el municipio de Guadalupe por su parte cuenta 22 rutas, con vehículos de mayor capacidad estimándose en general que en la citada Zona Metropolitana se cuenta con una cobertura del 96% de la población, cuya generación de residuos promedian 1.10 kg/persona/día.

Los anteriores tiraderos se encuentran situados al norte de Bracho el de Zacatecas y al oriente del cerro del Papantón en Guadalupe, ambos enclavados aguas arriba, de tal forma que sus escurrimientos superficiales en ocasiones derivan en cauces naturales, por otro lado, dado que los residuos fueron depositados directamente sin ningún tipo de impermeabilización; se corre aún hoy en día, el riesgo de que los lixiviados permeen de manera directa sobre el suelo. Ambos tiraderos habían estado operando por más de 20 años. En el caso del municipio de Zacatecas, su antiguo basurero está asentado en un predio privado de 4 has y cumplió su vida útil; en el caso de Guadalupe, el basurero estaba asentado en un predio municipal de 5.4 has., también su vida útil concluyo.

De lo anterior, se considera que en la zona de desarrollo del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se cuenta con la infraestructura suficiente para realizar la disposición de los residuos sólidos urbanos que se generarán durante el tiempo de desarrollo del proyecto.

II.2.10.2. Infraestructura para el manejo y disposición final de las aguas residuales.

En el ámbito del alcance del proyecto en estudio CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) misma que se ubicará en el municipio de Zacatecas y conforme Programa de Desarrollo Urbano de Zacatecas-Guadalupe 2016 – 2040, en materia de la infraestructura y capacidad para el manejo y disposición final de aguas residuales de las 2 municipalidades se indica que las descargas principales de la citada conurbación son dos, la primera al oriente, que se realiza sobre el arroyo de La Plata (capta 80% de la descarga de la ciudad de Zacatecas y 100% de la ciudad de Guadalupe); el otro 20% restante de las aguas residuales de Zacatecas se canaliza hacia el poniente liberándose en las plantas de

tratamiento El Orito y Peñoles en la comunidad de Francisco I. Madero. Esta última una planta privada del grupo minero de igual nombre que trata las aguas de sus actividades mineras y de las poblaciones cercanas a su establecimiento. La Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) cuenta con cuatro plantas de tratamiento en operación, una en la cabecera municipal de Morelos con una capacidad de 19 lts/seg, otra en El Orito de 110 lts/seg, una privada de 1.0 lts/seg y la planta Osiris que tratará las aguas del arroyo de La Plata; y además con un proyecto ejecutivo para la construcción de una planta más y otra al poniente que tratará las descargas de aguas abajo de la planta El Orito. Una vez construidas las plantas proyectadas el volumen de agua a tratarse en la conurbación será de 646 lts/seg con lo que en teoría y sin tomar en cuenta las fugas del sistema, se estaría tratando la totalidad de las aguas residuales que sean generadas.

De lo anterior, se considera que en la zona de desarrollo del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se cuenta con la infraestructura suficiente para realizar la disposición de las aguas residuales que se generarán durante el tiempo de desarrollo del proyecto.

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION DEL USO DE SUELO.

A continuación, se describe la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables con base en las características del proyecto y la zona donde se ubicará a fin de sujetarlo a los instrumentos con validez y correspondencia, por lo que se muestra en las siguientes figuras la localización del predio del Proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS).

III.1. Planes y Programas de Desarrollo.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND 2019-2010).[9]

Dentro de los Metas Nacionales del Plan se encuentra la de Política Social y dentro de sus Ejes Principales se ubica el Desarrollo Sostenible. En dicho apartado el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar.

Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido.

Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

[9] https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf

Vinculación.

Este proyecto da respuesta a la línea de acción prevista en el eje descrito anteriormente, ya que éste tiene como objetivo prevenir y mantener en condiciones delimitadas y de seguridad un área contaminada de la industria minera en el municipio de Zacatecas, con el fin de evitar la contaminación de más zonas por cinética, movimiento o esparcimiento de residuos, lo que conlleva a una estrategia para mantener las condiciones medioambientales presentes del sitio sin comprometer la capacidad o seguridad de las generaciones futuras.

Por lo anterior y destacando las condiciones de seguridad que se implementarán es que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PND 2019-2024 y es acorde a parte de las Políticas y Ejes determinados en dicho instrumento.

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.[10]

De conformidad con lo establecido en los artículos 65 fracción XVI de la Constitución Política del Estado de Zacatecas y 35 fracción II de la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado, es atribución de la Legislatura aprobar el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.

Dicho plan, fue publicado al No. 2 del Periódico Oficial del Gobierno del Estado correspondiente al día 7 de enero de 2017 y en él se consideran una serie de Ejes Estratégicos, de los cuales aquellos que tienen una mayor relación con el objetivo, características y particularidades del proyecto son los siguientes:

SEXTO. Seguridad Humana. Consideramos fundamental que se haya incluido en el Plan Estatal de Desarrollo un eje estratégico basado en la seguridad humana, toda vez que en sí misma constituye una preocupación respecto de las amenazas que representan sobre las personas los abusos a los derechos humanos la pobreza el hambre **y los daños al medio ambiente.**

En virtud a lo anterior se deben unir esfuerzos para abordar estos problemas desde los diferentes ámbitos de competencia.

[10] http://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/PLAN-ESTATAL-DE-DESARROLLO-2017-2021-PERIODICO.pdf

También coincide con el concepto amplio de seguridad humana que maneja el plan y que involucra el desarrollo humano, es decir, tal y como se describe en el Informe sobre Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de 1994.

Asimismo, esta asamblea considera acertada la visión global de seguridad humana del Plan Estatal basadas en el Informe del PNUD y que abarca 7 categorías, dentro de las cuales la número 4 es respecto al tema medioambiental la cual tiene en cuenta los procesos de degradación de los ecosistemas locales y globales.

Se hace referencia a la contaminación del suelo y el aire, la escasez del agua potable, la deforestación, los desastres naturales etcétera.

OCTAVO. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. La protección y mejoramiento del medio ambiente es una cuestión fundamental que afecta y concierne al bienestar y el desarrollo económico de los pueblos.

Derivado de la reforma constitucional en materia de derechos humanos de junio de 2011, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos enfatizó la obligación de respeto y defensa de los derechos fundamentales por parte de todas las autoridades en el ámbito de sus competencias, así como a promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos.

En el quinto párrafo del artículo 4 constitucional, ubicado en el capítulo 1 de los Derechos Humanos y sus Garantías, se establece lo siguiente:

> *"toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, el estado garantizará el respeto a este derecho, el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo probó que en términos de lo dispuesto por la ley."*

De manera tal que el derecho a un medioambiente sano y adecuado forma parte de los derechos fundamentales del ser humano, indispensable para el mantenimiento y la mejora de la calidad de vida de quienes se desenvuelven en él.

Por su parte, el contenido del segundo párrafo del artículo 30 de la Constitución del Estado Libre y Soberano de Zacatecas, establece la obligatoriedad del Estado de dictar, en el ámbito de su competencia, las medidas apropiadas que garanticen la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras.

Uno de los objetivos a alcanzar, es establecer en el Estado los criterios, planes y programas que sienten las bases para una política ambiental basada en el desarrollo sustentable, que garantice el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de los zacatecanos, tanto ahora como de las generaciones venideras.

Por lo tanto, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo territorial, deben ir a la par y ajustarse a satisfacer las necesidades sociales de manera que no se comprometa el equilibrio ecológico, sino que el desarrollo social se genere de manera sustentable y sostenible, para lo cual es indispensable contar con marcos normativos sólidos e institucionales, políticas públicas eficaces y la participación de la sociedad desde sus respectivos ámbitos territoriales.

Al respecto, en esta materia se tiene como objetivo generar las condiciones de equilibrio entre las necesidades de desarrollo de una población en crecimiento y su impacto inherente al medio ambiente y el territorio, logrando la sostenibilidad de los recursos naturales y que los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. En este Eje estratégico, se abordan diversos aspectos a tratar respecto del medio ambiente, detallados en 9 líneas de acción, cada una con objetivos específicos para lograr el cuidado del medio ambiente y el desarrollo territorial sustentable de manera integral. De ellos destaca el número 5 en relación con el propósito del proyecto:

5. Manejo de residuos. Diseñar esquemas de gestión integral de los distintos tipos de residuos con el fin de aminorar su impacto negativo en el medio ambiente y población.

Vinculación.

Este proyecto da respuesta en acciones a ambos ejes estratégicos mencionados y previstos en dicho Plan Estatal de Desarrollo, ya que es parte de un proyecto que previene y mantiene en condiciones delimitadas y de seguridad un área con presencia de residuos peligrosos de la industria minera del municipio de Zacatecas y bajo la encomienda de evitar la contaminación de otras áreas con dichos residuos, lo que conlleva a una estrategia y acciones de manejo integral y de disposición final adecuadas para mantener las condiciones presentes sin comprometer la capacidad o seguridad de las generaciones futuras.

Por lo anterior y destacando las condiciones de seguridad que se implementarán es que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PED 2017-2021 y es acorde a parte de los Ejes determinados en dicho instrumento.

III.1.3. Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021.[11]

De acuerdo con el Artículo 20 de la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas, es atribución del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas (COPLADEZ):

> *III. Elaborar el PED, así como los programas regionales y sectoriales con la participación de los diversos sectores de la sociedad y las dependencias y entidades de la administración pública;*
>
> *IV. Coordinar la integración de los programas operativos anuales, así como de los regionales, sectoriales, institucionales y especiales; indispensables para la ejecución del PED.*

Por tal motivo el Gobierno del Estado de Zacatecas, a través de la Coordinación Estatal de Planeación (COEPLA), en coordinación con los municipios de la Región I. Centro integrados en el Comité de Planeación para el Desarrollo Regional COPLADER, presentaron el Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017 – 2021.

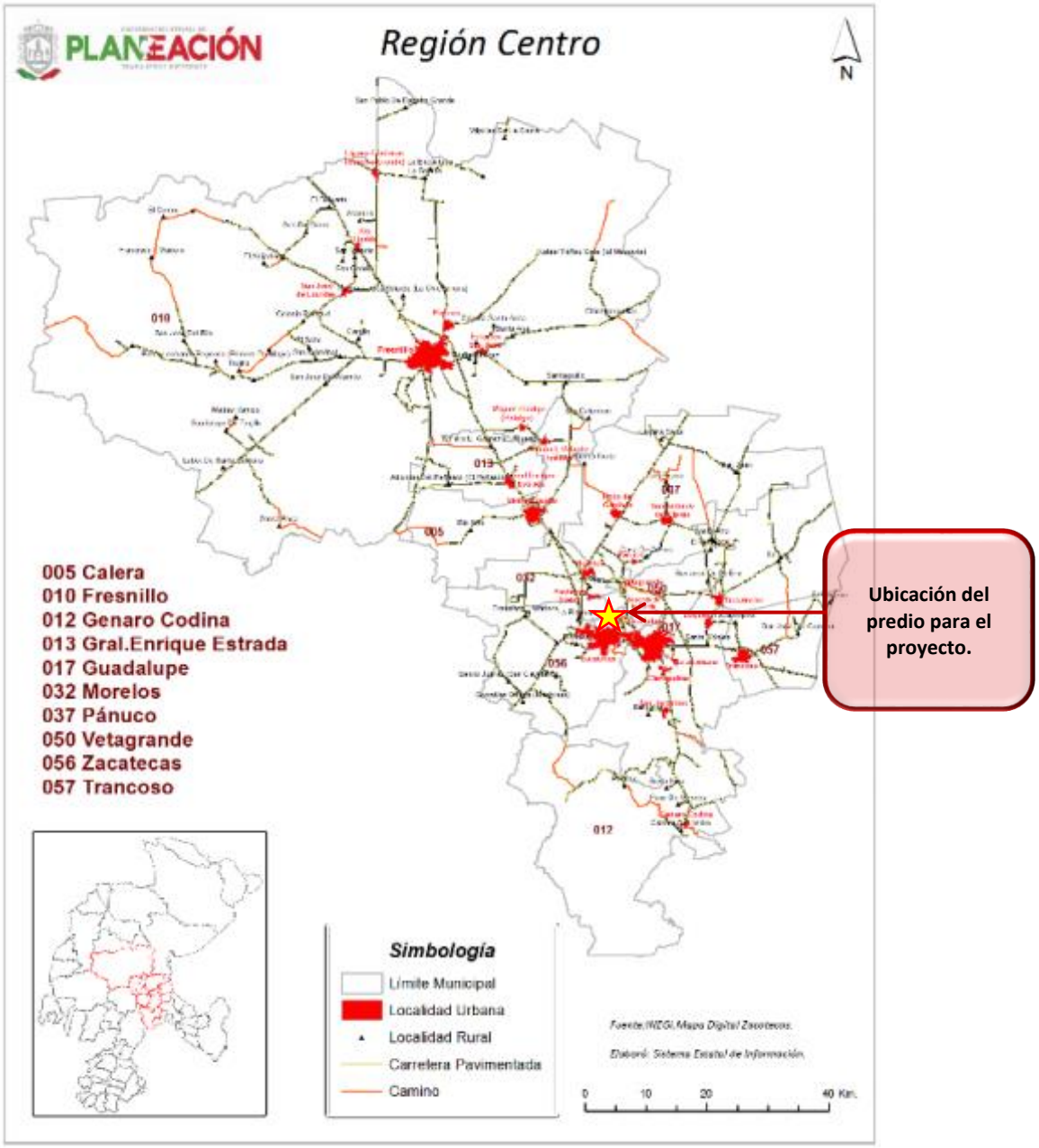
[11] https://indyce.zacatecas.gob.mx/pdf/Programa%20de%20Desarollo%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20I%20Centro%202017-2021.pdf

Con él se establecen las bases para promover el desarrollo regional a través de la vinculación sectorial y la intervención territorial de los tres niveles de gobierno, con el objetivo de garantizar el uso eficiente de los recursos y la potenciación de las virtudes y áreas de oportunidad de municipios y regiones, para dar cumplimiento a las metas del PED 2017-2021.

Su alineación al PED 2017-2021 refrenda los fines estratégicos de promover el desarrollo humano, la ampliación de oportunidades, el mejoramiento en la calidad de vida de los individuos y las familias, la promoción de las libertades, los derechos humanos, la seguridad y el empleo, la corrección de las brechas de desigualdad existentes y la procuración de un entorno de vida verdaderamente sustentable.

De acuerdo con el Diagnóstico, la Caracterización de la Región y de conformidad con la nueva Regionalización del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas (COPLADEZ), la Región I Centro está integrada por 10 municipios: Calera, Fresnillo, Genaro Codina, General Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Trancoso, Vetagrande y Zacatecas (estos últimos dos municipios en los que se encuentra colindante el predio del proyecto como se muestra en las figuras al inicio del presente apartado).

La superficie de la región es de 8,842.1 km^2 que representan el 11.7% de la superficie total del Estado y ocupa el tercer lugar en cuanto a superficie respecto de las otras siete regiones.



Fuente: Programa de Desarrollo de La Región I Centro 2017-2021.
https://indyce.zacatecas.gob.mx/pdf/Programa%20de%20Desarollo%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20I%20Centro%202017-2021.pdf

Figura 43. Ubicación y Extensión de la Región Centro del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021.

En lo que concierne a cuestiones ambientales y/o de remediación, dicho programa dentro del Diagnóstico, específicamente en el apartado 1.6 Identificación de Problemas Relevantes, de la contextualización social, económica e institucional, presentada en este diagnóstico, se presentan problemáticas relevantes identificadas para la región.

Como parte de estas problemáticas se enlistan aquellas relacionadas con el *Medio Ambiente,* las cuales incluyen:

- Existe una alta fragilidad ambiental para el municipio de Genaro Codina, lo que obliga a implementar medidas para fortalecer la capacidad de soportar usos y acciones de las actividades productivas agrícolas.
- Calera presenta un índice de criticidad ambiental muy crítico, que pone en riesgo la viabilidad de su entorno natural, lo cual obliga a la generación de políticas de manejo para la conservación de los servicios ambientales, de tal manera que la actividad económico-productiva, tenga sustentabilidad.
- Se identifica una importante contaminación y sobreexplotación de mantos acuíferos, principalmente en el municipio de Guadalupe, que puede poner en riesgo la sustentabilidad del vital líquido.
- Creciente contaminación ambiental en las principales zonas urbanas, destacando por su tamaño e importancia, el municipio de Fresnillo y la Zona Metropolitana Zacatecas-Guadalupe, debido a su concentración poblacional, índices de motorización y otros aspectos.

Como se puede observar, existen diversas problemáticas en los diferentes municipios de la Región, incluidos Zacatecas y Vetagrande (no expresamente mencionados) que forman parte de la dinámica en la Región y en los cuales el predio del proyecto se ubica cercanamente o dentro de su perímetro.

Con base en lo anterior en el apartado 1.7 Prioridades para el Desarrollo de la Región, se indica que los esfuerzos presupuestales e institucionales en la región, deberán orientarse a la atención de las siguientes prioridades, mismas que se clasifican de acuerdo a su correspondencia con la estructura programática del Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.

A continuación, se muestra un extracto de la Tabla de Prioridades de Atención en la Región, en la que se mencionan aquellas con el **Eje 4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.**

Eje 3. Competitividad y Prosperidad	*Eje 4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial*
• Implementar acciones para el fortalecimiento de la cobertura educativa en municipios marginados. • Implementar estrategias para elevar el grado de escolaridad, combatir la deserción escolar y abatir el rezago educativo. • Fortalecer las capacidades y generación de oportunidades (educación y empleo), a través de Programas de becas de estudio; apertura de centros educativos en fines de semana para desarrollo de actividades lúdicas, recreativas y deportivas; Programas de inserción laboral para jóvenes; Programas de prevención de violencia. Contar con comunidades cohesionadas que permitan superar sus adversidades. • Crear centros de investigación aplicada y centros tecnológicos. • Crear fuentes de financiamiento para apoyar las labores de I+D+I. • Promover la formación de asociaciones con el propósito de aumentar la producción, desarrollo de cadenas productivas e incluso acceso a créditos. • Garantizar el uso eficiente del agua en los principales distritos de riego. • Generar esquemas de financiamiento para mejorar la tecnificación de las áreas agrícolas de riego. • Generar cultivos alternativos, rotación de suelos y manejo agrícola sustentable	• Revisar y actualizar los reglamentos existentes para proteger las zonas de conservación ecológica. • Implementar acciones de conservación que involucre medidas de restauración y prevención, para reducir la superficie con problemas de erosión y mejorar la calidad de suelo y el rendimiento agrícola • Fomentar el manejo ambiental para las zonas decretadas como ANP. Mantener y los servicios ambientales que proveen los ecosistemas de la región • Vigilar las áreas forestales, con grupos integrados preferentemente por personas de las comunidades cercanas. • Impulsar el manejo forestal sustentable tanto maderable como no maderable • Fortalecer la conservación de ecosistemas • Impulsar la conservación de actividad silvícola. • Consolidar el Sistema de presas "Milpillas". • Desarrollar mecanismos efectivos de atención ante el Cambio Climático (PEACC). • Elaboración de Atlas de riesgo a nivel ciudad y por municipio, para reducir la vulnerabilidad de la población. • Impulsar acciones para la densificación y utilización de predios abandonados, principalmente al interior de la zona

Fuente: Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021.
https://indyce.zacatecas.gob.mx/pdf/Programa%20de%20Desarollo%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20I%20Centro%202017-2021.pdf

Figura 44. Extracto de Tabla de Prioridades de Atención en la Región (Medio Ambiente y Desarrollo Territorial) del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021.

Se puede observar que dentro de este listado se incluyen acciones de conservación que involucren medidas de restauración y prevención para mejorar la calidad de suelo, las cuales son el pilar del presente proyecto.

Por último, como parte de la Alineación Programática de dicho instrumento, se presenta a continuación como resultado de ese proceso la alineación de la estructura de los niveles de planeación nacional, estatal y regional, de acuerdo con la estructura del Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.

Para el Eje 4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021	Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021
4. México Próspero Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo. Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.	4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial 4.1 Recursos Naturales 4.1.1 Promover el uso sostenible de los ecosistemas del Estado	• Fomentar el manejo ambiental para las zonas decretadas como ANP. Mantener y los servicios ambientales que proveen los ecosistemas de la región • Impulsar el manejo forestal sustentable tanto maderable como no maderable • Fortalecer la conservación de ecosistemas • Impulsar la conservación de actividad silvícola. • Reglamentar la protección de recursos naturales en zonas con actividades mineras e industriales con altos índices de riesgo al medio ambiente
	4.1.2 Fomentar la rehabilitación de ecosistemas degradados	• Implementar acciones de conservación que involucre medidas de restauración y prevención, para reducir la superficie con problemas de erosión y mejorar la calidad de suelo y el rendimiento agrícola
	4.1.3 Impulsar mecanismos para la protección y conservación de ecosistemas	• Revisar y actualizar los reglamentos existentes para proteger las zonas de conservación ecológica. • Vigilar las áreas forestales, con grupos integrados preferentemente por personas de las comunidades cercanas.
	4.2 Agua	
Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo	4.2.2 Incrementar la seguridad hídrica	• Consolidar el Sistema de presas "Milpillas".

Fuente: Programa de Desarrollo de La Región I Centro 2017-2021.
https://indyce.zacatecas.gob.mx/pdf/Programa%20de%20Desarollo%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20I%20Centro%202017-2021.pdf

Figura 45. Extracto de Tabla de Alineación de la Estructura Programática de los Niveles de Planeación (Medio Ambiente y Desarrollo Territorial) del Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017-2021.

Vinculación.

Este proyecto da respuesta en acciones al eje estratégico 4 Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de acuerdo al punto de Promover el uso sostenible de los Ecosistemas del Estado y Fomentar la Rehabilitación de Ecosistemas Degradados, ya que es parte de un proyecto que previene y mantiene en condiciones delimitadas y de seguridad un área contaminada con residuos de la industria minera, con el fin de evitar la contaminación o propagación de los mismos en áreas colindantes o cercanas por consecuencia de la cinética de dichos residuos.

Por lo anterior y destacando las condiciones de seguridad que se implementarán en el proyecto es que la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PDR I CENTRO 2017-2021 y es acorde a parte de los Ejes determinados en dicho instrumento.

III.1.4. Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021.[12]

El PMD reúne una misión y visión de territorio local, basado en la participación ciudadana, la incorporación de las propuestas de campaña y la información de las instituciones generadoras de información estadística, sobre distintas variables que impactan la vida de los habitantes de la capital.

El PMD es un documento que busca ser la base de la actuación del Municipio, de consulta permanente que atienda las demandas del territorio local con la participación ciudadana permanente.

Las acciones del gobierno municipal contemplan los siguientes ejes transversales:

- Derechos Humanos,
- Equidad de Género, Igualdad Sustantiva y la No Discriminación,
- Viabilidad Financiera,

Que serán reflejados en cinco ejes fundamentales:

Eje 1. Zacatecas Productivo.

Eje 2. Zacatecas Gobierno de Calidad.

Eje 3. Zacatecas Reconstruyendo el Tejido Social.

Eje 4. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Eje 5. Zacatecas Patrimonio Mundial.

De los ejes anteriores toma mayor relevancia por el tipo del proyecto el Eje 4.

Dicho Eje está enfocado en alcanzar objetivos claros que establezcan mecanismos y programas a través de políticas públicas, basadas en el desarrollo sustentable y en el cuidado del medio ambiente que permitan garantizar el desarrollo y el bienestar de los ciudadanos. Está dividido de la siguiente manera:

[12] http://gaceta.capitaldezacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/PMD-2019-2021.pdf

Eje 4 “Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable”

4.1 Recursos Naturales

4.2 Espacios Seguros y Amigables

4.3 Reconstrucción del Entorno Social

4.4 Energías Renovables

4.5 Movilidad

4.6 Manejo de Residuos Sólidos

4.7 Vivienda Digna y Sustentable

4.8 Riesgos, Vulnerabilidad y Prevención de Desastres

4.9 Protección y Bienestar Animal

De la lista anterior el punto 4.1 Recursos Naturales refiere lo siguiente:

4.1 Recursos Naturales. La Organización de las Naciones Unidas define el desarrollo sostenible como, lograr cubrir las necesidades de las generación presente sin vulnerar los recursos para generaciones futuras y con esto las propias necesidades, por lo tanto para lograr un desarrollo que equilibre las necesidades del presente con las futuras es necesario proponer una formula o ruta de acción que combine los esfuerzos de gobierno, sociedad, ambientalistas y principios económicos; que puedan garantizar un futuro habitable y armónico basado en los derechos humanos y voluntad para el futuro.

Por lo cual un gobierno responsable debe considerar los impactos que tendrán las políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos, esto con la idea de desarrollo que busque cubrir la vulnerabilidad social e impulse el crecimiento económico sin provocar afecciones a la diversidad cultural o al entorno ambiental.

Es por eso que alcanzar un desarrollo sustentable implica valorar de modo social las implicaciones económicas y medio ambientales de aquellas decisiones que son fundamentales para propiciar el desarrollo económico y social, junto con este proceso de

toma de decisiones debe estar fundamentada en una evaluación de impactos, para que las nuevas inversiones contemplen sus impactos ambientales y sociales, en el corto y largo plazo a fin de ser incorporado a la evaluación de créditos bancarios y de instituciones financieras, con el propósito de evaluar de forma integral y no exclusivamente como un enfoque ambiental o económico financiero. Ya que toda actividad económica requiere utilizar recursos del medio natural y que estos generan un tipo de residuo después de ser transformados y que se devuelven al medio natural, logrando o no ser asimilados, lo que provoca un círculo vicioso en la actividad económica, no logrando satisfacer las necesidades sociales, ni tampoco dar solución a los pasivos o daños ambientales generados en el pasado (UNESCO, s.f.).

Vinculación.

Este proyecto da respuesta en acciones al Eje Estratégico 4: Medio Ambiente y al apartado de Recursos Naturales mencionados y previstos en dicho Plan de Desarrollo, ya que es un proyecto que previene y mantiene en condiciones delimitadas y de seguridad un área del municipio de Zacatecas contaminada con residuos de la industria minera, desarrollado con el fin de evitar la contaminación de otras áreas o sitios colindantes con dichos residuos, lo que conlleva a una estrategia de manejo y disposición final para mantener las condiciones presentes sin comprometer la capacidad o seguridad de las generaciones futuras.

Por lo anterior y destacando las condiciones de seguridad que se implementarán, el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PMD 2019-2021 y es acorde a parte de los Ejes determinados en dicho instrumento.

III.2. Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).[13]

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de

[13] https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF (Administración Pública Federal) formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA, última Reforma DOF 28 de Septiembre de 2010) en Materia de Ordenamiento Ecológico, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico es integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Lineamientos Ecológicos.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.

2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.

3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.

4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.

5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.

6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.

7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.

8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.

9. Incorporar al SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.

10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Estrategias Ecológicas.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos

respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT.

En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias:

- las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,
- las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y
- las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Al final se determinaron un total de 44 estrategias ecológicas.

Políticas Ambientales.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB (Unidad Ambiental Biofísica) hacia este modelo de desarrollo.

Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala.

El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Dicho programa determinó 145 Unidades Biofísicas Ambientales (UABS) dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos con base en una serie de criterios de localización, distribución y composición de elementos físicos, de biodiversidad y medio ambientales (Ver Figura 46).

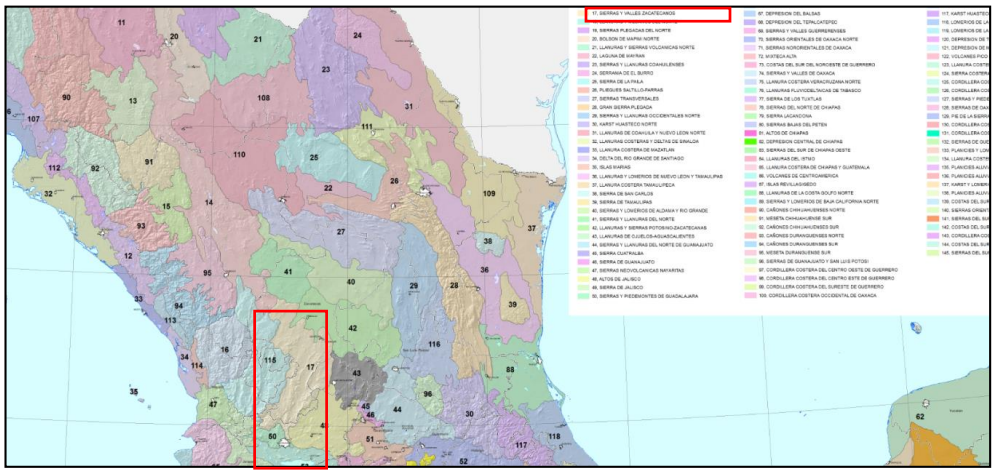
Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 46. Unidades Biofísicas Ambientales del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Programa General del Territorio.

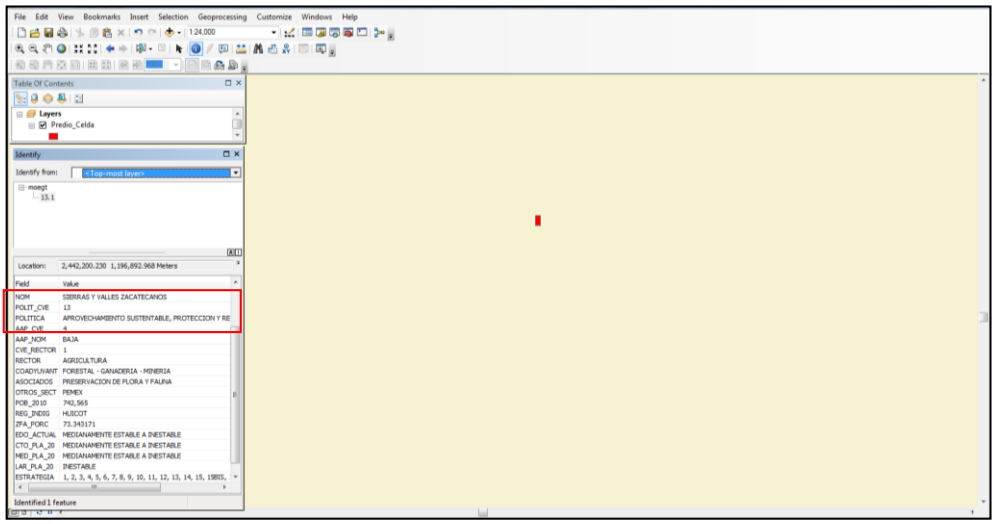
A partir de dicho modelo se ubicó el predio para el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) ubicado en los límites de los municipios de Zacatecas y Vetagrande dentro del Estado de Zacatecas, determinando así que el predio se localiza dentro de la Unidad Biofísica Ambiental 17: Sierras y Valles Zacatecanos (Ver siguiente figura):



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 47. Ubicación del Predio del Proyecto en Unidad Biofísica Ambiental N° 17: Sierras y Valles Zacatecanos.

Mediante la información y herramientas disponibles en la página de SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) y mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se confirmó que el predio de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) se encuentra dentro de los límites de dicha Unidad (Ver siguiente figura):

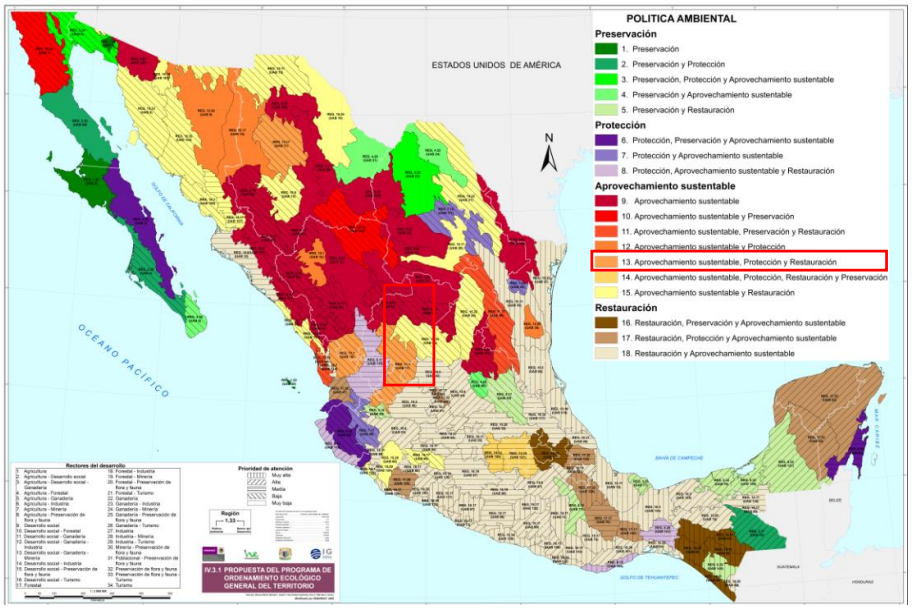


Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 48. Confirmación de Ubicación del Predio del Proyecto en Unidad Biofísica Ambiental N° 17: Sierras y Valles Zacatecanos mediante el uso de SIG.

Como se puede observar en la figura anterior, la Política asignada para dicha Unidad corresponde a **"Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración"** y conforme al

Programa, en él se incluye una imagen y una tabla en la que se asignan políticas a cada una de las unidades. A continuación, se muestra dicha imagen y el extracto de dicha tabla en la que se incluye a la Unidad N°17: Sierras y Valles Zacatecanos.



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

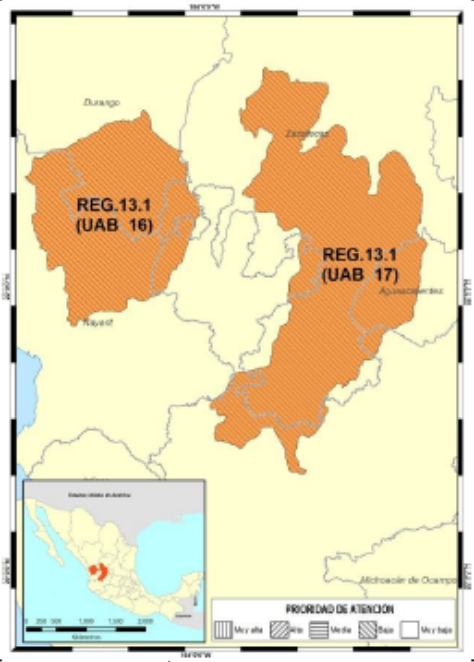
Figura 49. Políticas Ambientales del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Programa General del Territorio.

CLAVE REGION	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLITICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
13.1	16	CAÑONES DE NAYARIT Y DURANGO	AGRICULTURA	FORESTAL	GANADERÍA MINERÍA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN	BAJA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 28, 29, 36, 37, 38, 42, 43, 44
	17	SIERRAS Y VALLES ZACATECANOS	AGRICULTURA	FORESTAL GANADERÍA MINERÍA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	PEMEX PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN	BAJA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44
13.17	11	SIERRAS Y LLANURAS TARAHUMARAS	FORESTAL	AGRICULTURA GANADERÍA	MINERÍA TURISMO	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN	BAJA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 36, 37, 42, 43, 44
14.14	120	DEPRESION DE TOLUCA	DESARROLLO SOCIAL INDUSTRIA	FORESTAL	AGRICULTURA GANADERÍA MINERÍA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN	MEDIA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
14.16	121	DEPRESION DE MEXICO	DESARROLLO SOCIAL TURISMO	FORESTAL INDUSTRIA PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	AGRICULTURA GANADERÍA MINERÍA	CFE SCT PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN	MEDIA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44
15.1	106	LLANURAS COSTERAS Y DELTAS DE SONORA	AGRICULTURA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL GANADERÍA	SCT PUEBLOS INDIGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN	BAJA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44
	123	LLANURA COSTERA DE COLIMA	AGRICULTURA	GANADERÍA INDUSTRIA TURISMO	FORESTAL PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	MINERÍA	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN	MEDIA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44
15.4	33	LLANURA COSTERA DE MAZATLAN	AGRICULTURA FORESTAL	GANADERÍA MINERÍA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	SCT	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN	BAJA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44
15.5	13	MESETA CHIHUAHUENSE NORTE	AGRICULTURA GANADERÍA	DESARROLLO SOCIAL	MINERÍA	- PUEBLOS INDÍGENAS	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN	BAJA	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 50. Extracto de Tabla de Unidades Biofísicas Ambientales y Políticas Asignadas.

Como se puede observar en la tabla anterior, las estrategias aplicables a la unidad biofísica ambiental N°17 Sierras y Valles Zacatecanos corresponden la 1-15Bis, 18, 28, 29, 36, 37, 42-44. A continuación se muestra la ficha técnica de dicha Unidad.



	REGIÓN ECOLÓGICA: 13.1 **Unidad Ambiental Biofísica que la compone:** **16.** Cañones de Nayarit y Durango **17.** Sierras y Valles Zacatecanos
	Localización: **16.** Sur de Durango. Centro y noreste de Nayarit. Norte de Jalisco. Suroeste de Jalisco **17.** Centro occidente y sur de Zacatecas. Oriente de Aguascalientes
Superficie en km²: **16.** 14,568.31 **17.** 24,742.59 **Superficie Total:** **39,310.90 km²**	**Población por UAB:** **16.** 83,217 **17.** 742,565 **Población Total:** **823,782 hab.**	**Población Indígena:** **16.** Huicot o Gran Nayar **17.** Huicot o Gran Nayar
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**16. Medianamente estable. Conflicto Sectorial Bajo.** Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 24.2. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. **17. Medianamente estable a Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.** Pequeñas superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 73.3. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**Inestable**
Política Ambiental:	**Protección y restauración.**
Prioridad de Atención:	**Muy baja**

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 51. Ficha Técnica Unidad Biofísica Ambiental 17.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
16	Agricultura	Forestal	Ganadería - Minería	Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 28, 29, 36, 37, 38, 42, 43, 44
17	Agricultura	Forestal - Ganadería - Minería	Preservación de Flora y Fauna	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 16	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**9.** Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. **10.** Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. **11.** Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. **12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
C) Agua y Saneamiento	**28.** Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. **29.** Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo social	**36.** Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. **37.** Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. **38.** Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
Estrategias. UAB 17	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**9.** Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. **10.** Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. **11.** Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. **12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **18.** Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	**28.** Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. **29.** Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo social	**36.** Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. **37.** Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Figura 52. Ficha Técnica Unidad Biofísicas Ambiental 17 (Continuación).

De las estrategias descritas en la ficha técnica, aquellas que se relacionan con el proyecto buscan lograr lo siguiente:

D. Dirigidas a la Restauración

Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.

Acciones:

- Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.
- **Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.**
- **Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.**
- Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.
- Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.
- Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.
- **Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.**
- Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN.

- Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.

E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios

Estrategia 15: Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

Acciones:

- Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.
- Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.
- Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

Estrategia 15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.

Acciones:

- Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades.
- Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen.

- Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.

Vinculación.

Como se describió anteriormente el proyecto se ubica en un área en la que se determinó como parte del grupo de políticas ambientales aplicables: "la Restauración" y con base en ello se definieron una serie de estrategias tanto de restauración de ecosistemas como de acciones de coordinación y colaboración entre los sectores minero y ambiental, con el objetivo de promover el desarrollo sustentable de dicha industria, mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades, favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental, lograr el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector y asegurar el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad.

Por ello es que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al POEGT y es acorde a parte de las estrategias ecológicas y sus acciones, determinadas en la Unidad Biofísica Ambiental en la que se encuentra el predio del proyecto con base en dicho instrumento.

III.2.2. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico.[14]

Actualmente no se ha desarrollado o se encuentra en desarrollo, por lo que no existe un instrumento o documento publicado, sin embargo, el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014, describe al respecto lo siguiente:

> "*La Unidad de Gestión Ambiental (UGA), es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial. Está vinculada con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad*".

[14] http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Son definidas por la SEMARNAT como:

> *"espacios en condiciones de homogeneidad definida por factores y limitantes biológicos, físicos, de infraestructura y organización política, económica y social, hacia cuya configuración confluyen la ejecución de acciones, obras y servicios provenientes de los usufructuarios directos del territorio y/o de otros actores con políticas y programas exógenos".*

El estado de Zacatecas no cuenta actualmente con un programa de ordenamiento ecológico decretado, documento en el cual se deben definir las UGA´s.

No obstante, en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas se construyeron las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), que representan un insumo importante para la identificación de UGA.

La delimitación de las unidades ambientales se estableció a partir de los límites físicos de los paisajes naturales, entendidos como unidades con procesos biofísicos de funcionamiento similares. Para ello se diferenciaron y ubicaron cartográficamente los principales procesos físicos y biológicos, se analizó su interdependencia y la manera en que incide en ellos la acción del hombre.

En la Región Centro de Zacatecas (RCZ) se identificaron y delimitaron 17 Unidades Ambientales Biofísicas, en varios casos estas unidades forman parte de alguna otra región, dado que esta delimitación no considera los límites político-administrativos de los municipios.

A continuación se incluye la tabla con la información general de las 17 UBA‘s que conforman la Región Centro del Estado y la figura en la que se observa la distribución y dimensiones de cada una de ellas.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	Región Ambiental Biofísica	Región funcional 2015	Nombre	Cobertura Vegetal-Uso del Suelo Dominante Serie IV INEGI (2010)	Política de Ordenamiento (Primaria / Secundaria / Terciaria)	Superficie en ha
U28	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Noroeste	La Salada	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable/Conservación (AIS/Con)	42,514.6
U29	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Noroeste	González Ortega	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable/Conservación (AIS/Con)	102,058.3
U30	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Norte	El Mezquite	Matorral Desértico Micrófilo/Vegetación Secundaria	Conservación/Restauración/Agricultura Intensiva Sustentable (Con/Res/AIS)	15,986.6
U32	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Oeste	San José de Lourdes	Agricultura de Riego	Agricultura Intensiva Sustentable (AIS)	47,477.4
U33	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro	Fresnillo	Pastizal Natural/Vegetación Secundaria	Conservación/Agricultura Intensiva Sustentable/Urbano con Crecimiento Planificado Localmente (Con/AIS/UCP)	26,637.2
U34	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro	Ramón López Velarde	Agricultura de Riego	Agricultura Intensiva Sustentable (AIS)	64,094.4
U35	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Norte	San Cristóbal	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable (AIS)	51,629.6
U36	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas	Centro, Sureste	Casa Blanca	Matorral Desértico Micrófilo	Conservación/Restauración (Con/Res)	13,614.8
U49	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Oeste	Cerro Las Víboras	Bosque de Pino	Conservación/Restauración (Con/Res)	18,707.2
U50	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Oeste	Sierra Chapultepec	Agricultura de Temporal	Conservación/Restauración/Agricultura Intensiva Sustentable (Con/Res/AIS)	45,525.5
U51	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Centro-Sur	Sierra de Fresnillo	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable/Conservación/Urbano con Crecimiento Planificado Localmente (AIS/Con/UCP)	10,4678.5
U52	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Centro-Sur	Víctor Rosales	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable/Conservación/Urbano con Crecimiento Planificado Localmente	39,089.2

Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

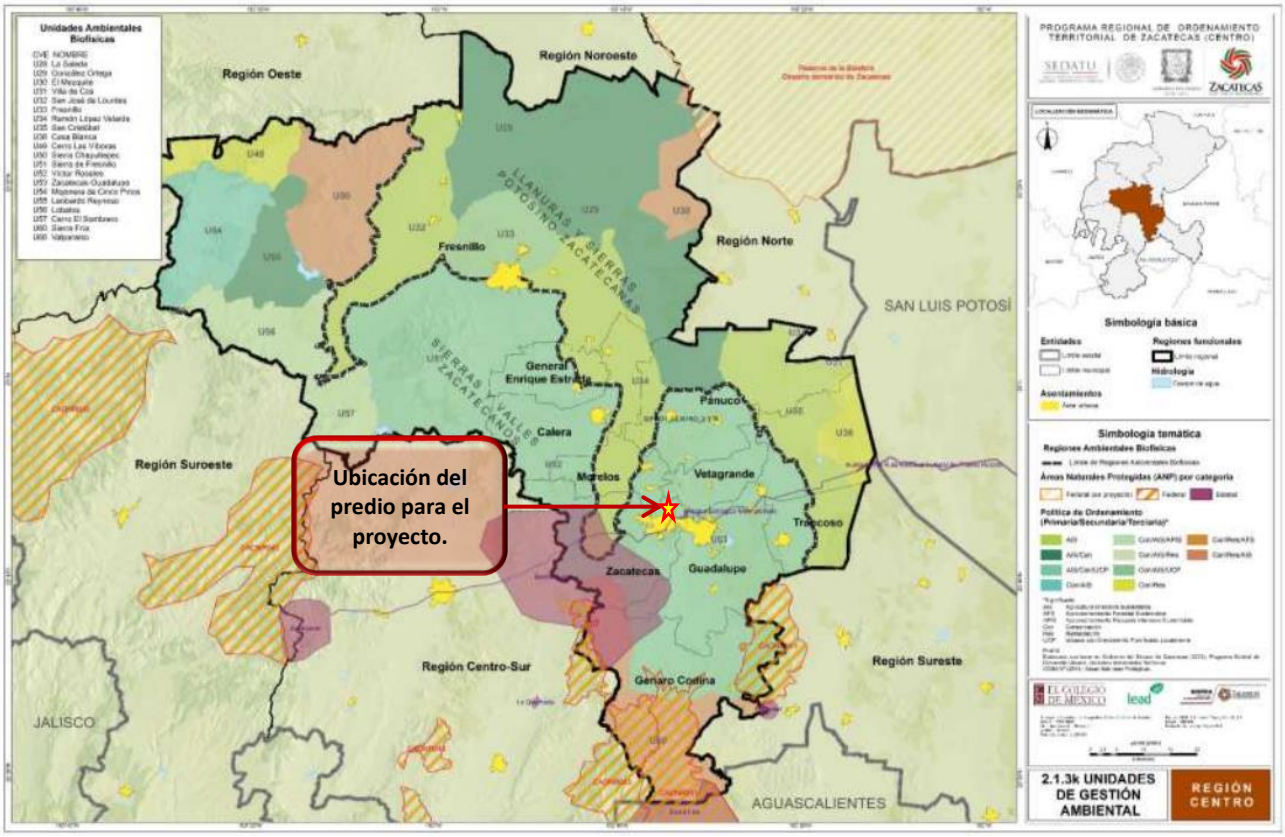
Figura 53. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	Región Ambiental Biofísica	Región funcional 2015	Nombre	Cobertura Vegetal-Uso del Suelo Dominante Serie IV INEGI (2010)	Política de Ordenamiento (Primaria / Secundaria / Terciaria)	Superficie en ha
					(AIS/Con/UCP)	
U53	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Sureste	Zacatecas-Guadalupe	Agricultura de Temporal	Agricultura Intensiva Sustentable/Conservación/Urbano con Crecimiento Planificado Localmente (AIS/Con/UCP)	160,740.4
U54	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Oeste	Mojonera de Cinco Pinos	Pastizal Natural	Conservación/Agricultura Intensiva Sustentable (Con/AIS)	35,799.3
U56	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Suroeste	Lobatos	Pastizal Natural/Vegetación Secundaria	Conservación/Agricultura Intensiva Sustentable/Aprovechamiento Pecuario Intensivo Sustentable (Con/AIS/APIS)	28,794.4
U57	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Suroeste	Cerro El Sombrero	Pastizal Natural/Vegetación Secundaria	Conservación/Agricultura Intensiva Sustentable/Aprovechamiento Pecuario Intensivo Sustentable (Con/AIS/APIS)	18,080.3
U60	Sierras y Valles Zacatecanos	Centro, Centro-Sur	Sierra Fría	Pastizal Natural	Conservación/Restauración/Agricultura Intensiva Sustentable (Con/Res/AIS)	47,729.6

Fuente: Elaborado con base en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas (2012).

Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 54. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas (Continuación).



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 55. Unidades Ambientales Biofísicas en la Región Centro del Estado de Zacatecas.

A partir de dicho delimitación y como se puede observar en la tabla y figura anteriores, se ubicó el predio para el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) cercanamente a los límites de los municipios de Zacatecas y Vetagrande dentro del Estado de Zacatecas, determinando así que el predio se localiza dentro de la Unidad Biofísica Ambiental U53: Zacatecas Guadalupe, la cual tiene una superficie en hectáreas de 160,740.4 y se rige bajo la Política de Ordenamiento Primaria: Agricultura Intensiva Sustentable / Secundaria: Conservación / Terciaria: Urbano con Crecimiento Planificado Localmente (AIS/Con/UCP).

Vinculación.

Como se describió anteriormente el proyecto se ubica en un área en la que se determinó como grupo de sus políticas de ordenamiento la Agricultura, la Conservación y el Urbano con

Crecimiento Planificado mencionadas anteriormente, y con base en la clase de proyecto es importante decir que el hecho de que se considere un desarrollo urbano planificado localmente previene en cierta medida, que se presente ocupación por este sector en áreas colindantes o cercanas al predio del proyecto, evitándose así la aglomeración y presencia de personas que puedan poner en riesgo su salud o integridad física, es así que, con el objetivo de favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental, lograr el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados y asegurar el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad para evitar contingencia o contaminación ambiental en beneficio de conservar en la medida de lo posible las condiciones actuales del sitio, el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone a lo descrito en referente a las Unidades Biofísicas Ambientales delimitadas en dicho programa.

III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

Actualmente no se ha desarrollado o se encuentra en desarrollo por lo que no existe un instrumento o documento publicado.

III.3. Planes y Programas de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Territorial o Urbano.

III.3.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012.[15]

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012 (PEDUyOTZ) tiene como finalidad establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad, conforme al Sistema Estatal de Centros de Población.

El PEDUyOTZ, es una estrategia de la política de desarrollo territorial que tiene como ejes rectores el beneficio social y el fomento del crecimiento económico a partir de una administración correcta de los recursos.

De manera particular se orienta a:

[15] https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

i. Ordenar el crecimiento y expansión de las localidades urbanas y rurales;

ii. Fortalecer las relaciones económicas entre regiones (conjunto de municipios);

iii. Reducir desigualdades sociales y regionales a través de señalar los déficits en la oferta de bienes y servicios públicos, así como en equipamiento social;

iv. Consolidar la estructura territorial a partir de la infraestructura física interregional e intermunicipal;

v. Dar lineamientos para proteger los recursos naturales (agua, suelo, vegetación, etc.) y mantener la dinámica de los ecosistemas (servicios ambientales) con el propósito de asegurar un crecimiento socialmente incluyente, económicamente viable y ambientalmente responsable.

Se observa que el punto V se alinea a la naturaleza y objetivos del proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS).

Dicho programa en el apartado **IV. Diagnóstico** describe al **Eje IV.1 como de Medio Ambiente.** Dentro del cual describe la Aptitud del territorio.

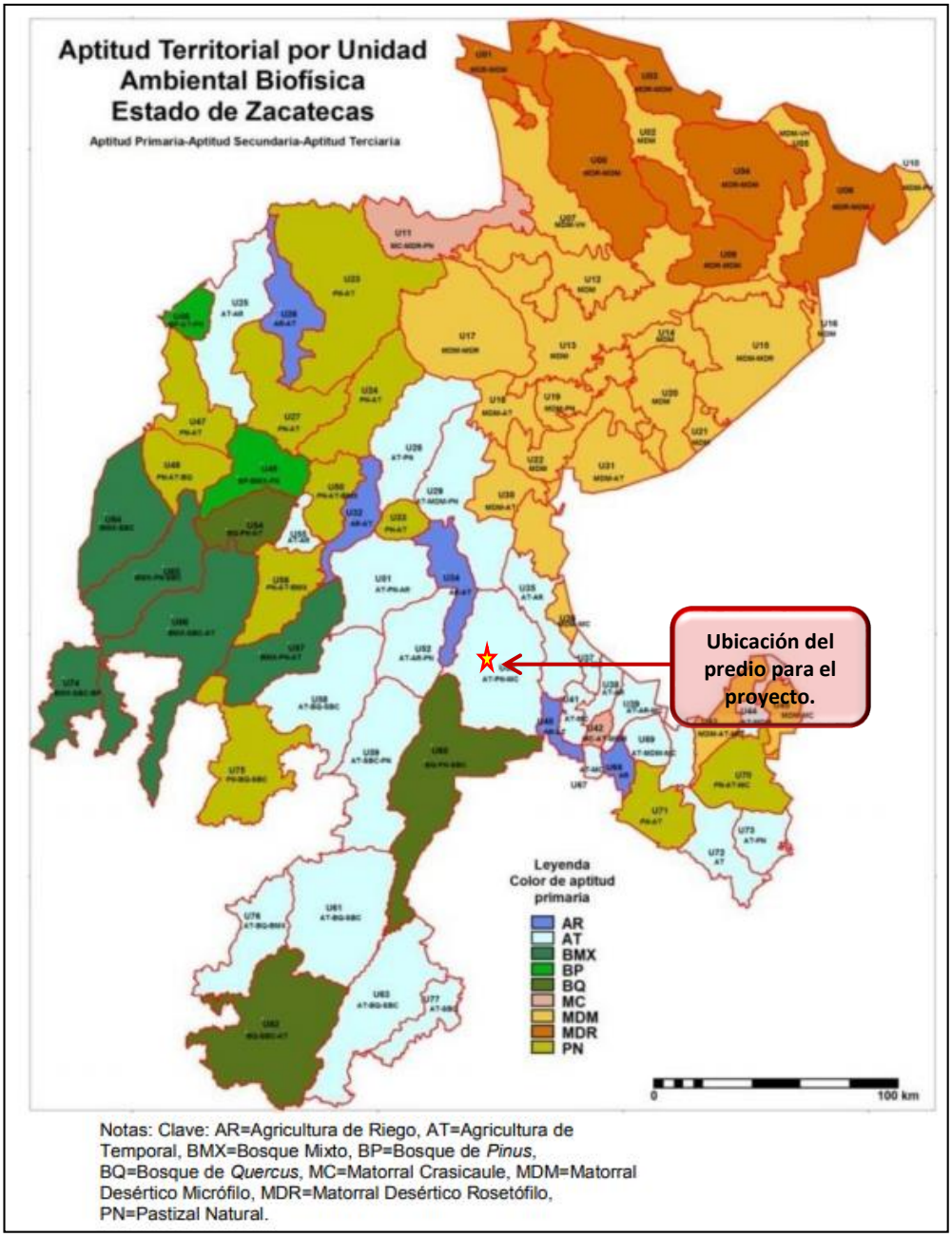
Aptitud del territorio.

Para determinar la aptitud territorial de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), en el contexto del ordenamiento territorial y ecológico se ha aplicado una alternativa que permite, de llevarse a cabo, garantizar la preservación del equilibrio ecológico de los ecosistemas del estado de Zacatecas, al considerar las características y particularidades biofísicas del territorio estatal.

La aptitud territorial se ha determinado en función de los criterios de la aptitud ecosistémica o biofísica, considerando la cobertura vegetal existente y potencial: Bosque Mixto, Bosque de Pinus, Bosque de Quercus, Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo, Pastizal Natural, Selva Baja Caducifolia y Vegetación Halófita.

Asimismo, e integrando lo anterior, con el criterio de aptitud dado por el uso actual del suelo (aptitud de uso antropogénico), expresada en forma de Agricultura de Temporal y Agricultura

de Riego y tomada del mapa de tipos de vegetación y uso del suelo (Serie IV de INEGI, a escala 1:250,000) del año 2010 (ver figura siguiente).



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012. https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

Figura 56. Aptitud Territorial por Unidad Ambiental Biofísica del Estado de Zacatecas (Aptitud Primaria).

Como se observa en la figura anterior con base en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012, el predio del proyecto se ubica en una zona con un uso de suelo dominante de Agricultura de Temporal.

Regiones funcionales y zonas preferentes de desarrollo.

El PEDUyOTZ es un documento técnico que establece las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad, conforme al Sistema Estatal de Centros de Población (SECP).

Las micro-regiones funcionales han sido definidas y delimitadas a partir de la distribución territorial de las localidades integrantes del SECP, de la movilidad cotidiana que existe entre ellas, de la estructura económica local y de las tendencias de crecimiento económico y poblacional recientes. Las ocho microrregiones definidas son las siguientes (entre paréntesis figuran los lugares centrales de la micro-región):

i) Noreste (Concepción del Oro);

ii) Noroeste (Río Grande, Juan Aldama, Miguel Auza);

iii) Oeste (Sombrerete);

iv) Centro (ZMZG, Fresnillo, Víctor Rosales);

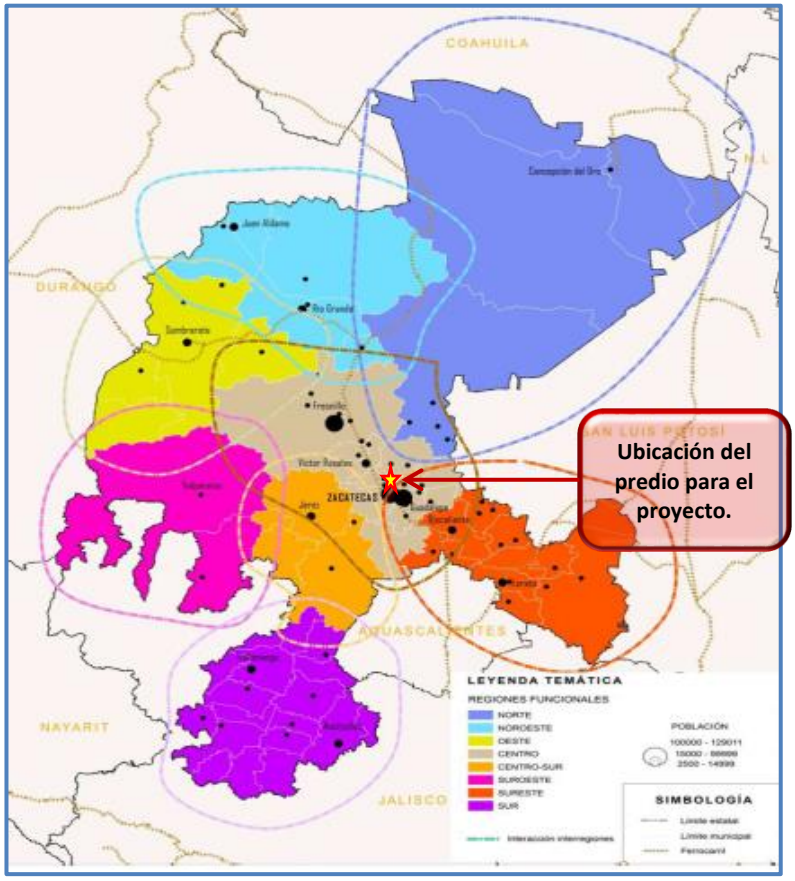
v) Suroeste (Valparaíso);

vi) Centro-Sur (Jerez, Villanueva);

vii) Sur (Tlaltenango, Nochistlán, Jalpa), y

viii) Sureste (Ojocaliente, Loreto).

En la siguiente figura se muestra el mapa con las microregiones funcionales, en la que se puede observar que el área del predio del proyecto al encontrarse en la zona de la cabecera municipal de Zacatecas, se encuentra en la **Región Funcional Centro.**



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012.
https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

Figura 57. Ubicación del Proyecto en la Microrregión Centro del Estado de Zacatecas.

Estrategia de Desarrollo.

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas (PEDUyOTZ) tiene como objetivo general establecer una estrategia de política desarrollo que promueva patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del Estado, mediante la adecuada articulación funcional de las políticas sectoriales, **teniendo como ejes rectores el beneficio social y el fomento del crecimiento económico a partir de una administración correcta de los recursos humanos, físicos y ambientales en el territorio estatal.**

Atendiendo a este objetivo general se han delineado objetivos específicos, que son resultado de los aspectos contemplados en el diagnóstico estatal, en el que se detectaron áreas de oportunidad y aspectos de intervención necesaria, así como en las propuestas recabadas en

los talleres de participación social llevados a cabo en la entidad los días 26 de abril y 29 de junio de 2012.

Lo anterior permitió detectar tres consideraciones fundamentales:

1) Una vigorosa política regional debe ser parte integral del proceso de planeación ambiental para la sustentabilidad;

2) La unidad básica para alcanzar estándares apropiados de calidad ambiental debe ser la sub-región urbana; y

3) La falta de planeación genera un desarrollo disperso, desvinculado y desigual, que afecta al territorio estatal.

En concordancia con estas premisas se establecieron los siguientes objetivos de los cuáles se desprenden estrategias regionales y para cada uno de los temas involucrados en el marco del desarrollo urbano en la entidad:

Objetivo 1: Atender la calidad del empleo, proporcionar un amplio rango de puestos de trabajo y de oportunidades de inversión, manteniendo los más altos estándares ambientales posibles.

Objetivo 2: Considerar en el diseño de políticas las diferencias regionales del medio físico, demográficas, sociales, económicas e infraestructurales para asegurar que las estrategias se complementen y que la suma total de acciones contribuya a la consecución del desarrollo sustentable de la entidad.

Objetivo 3: Cumplir de manera coordinada con la implementación y el seguimiento de las estrategias ambientales, sociales y económicas del desarrollo urbano-regional sustentable.

Objetivos específicos por tema.

Los objetivos que se enlistan a continuación responden en parte a los fines que persiguen diferentes actores tanto de la sociedad, especialistas y en general del sector público y privado.

Dichos actores fueron consultados a través de los foros de participación diseñados para la construcción del presente programa. Otras son propuestas del PEDUyOTZ con base en los objetivos planteados por la SEDESOL.

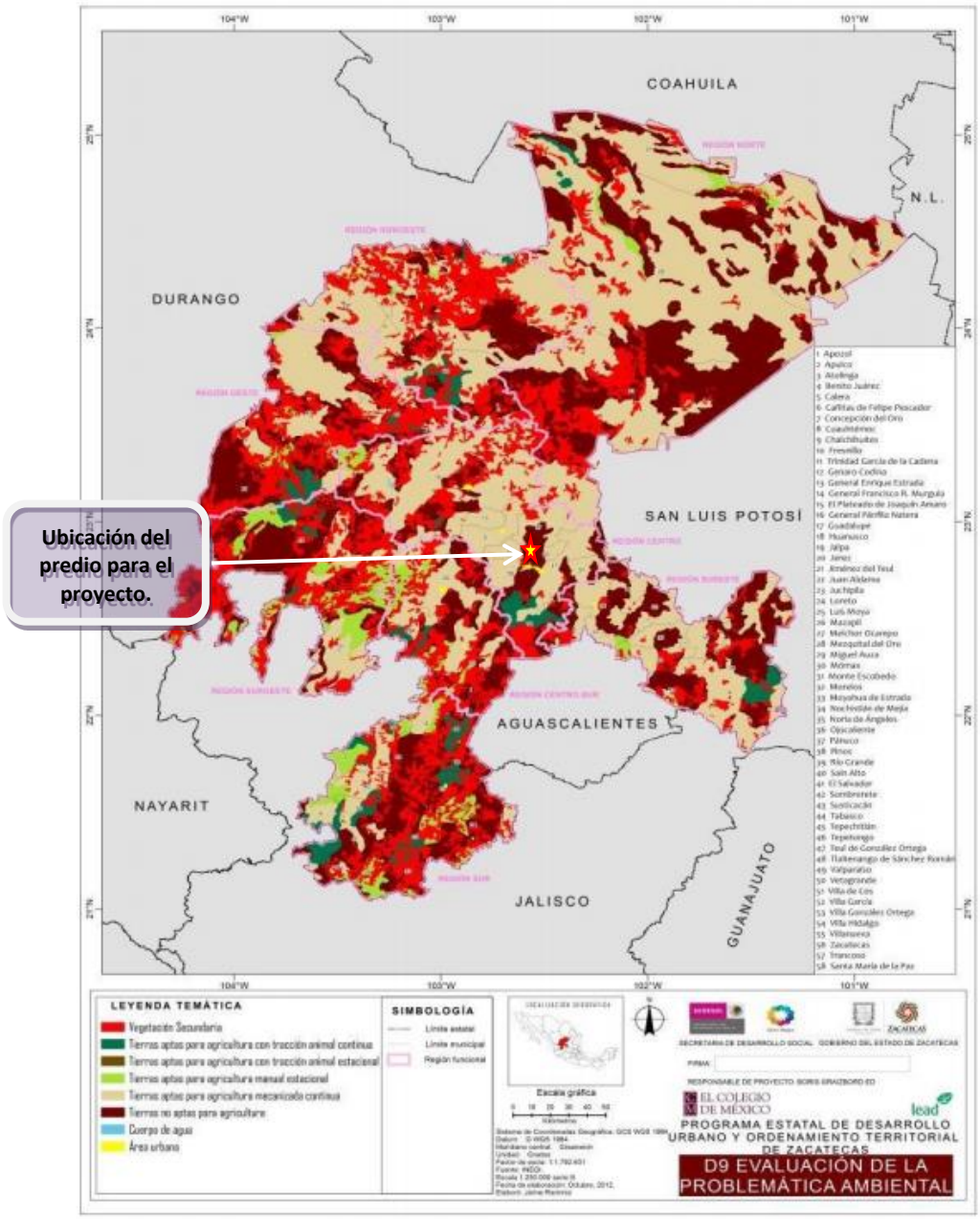
Temas	Objetivos específicos
I. Regulación y normatividad para el desarrollo urbano y regional	Garantizar la certeza jurídica de los actores que participan en el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial.
II. Gestión y administración pública transparente y corresponsable	Asegurar la gestión efectiva y coordinada del desarrollo urbano en el Estado de Zacatecas.
III. Protección y conservación de los recursos naturales	Conservar y proteger los recursos naturales y ecosistemas, permitiendo el aprovechamiento de las actividades productivas de cada municipio y región del Estado.
IV. Generación de empleo	Promover la actividad económica de las localidades del Sistema Estatal de Centros de Población, a partir del aprovechamiento de sus vocaciones productivas, y procurar la difusión de sus beneficios hacia las micro-regiones funcionales.
V. Desarrollo económico	Promover la convergencia regional, igualar el acceso a satisfactores colectivos y elevar la calidad de los servicios públicos, a partir del aumento de la infraestructura productiva, el equipamiento social y la promoción de las actividades económicas.
VI. Financiamiento para el desarrollo	Reducir las desigualdades regionales para la nivelación intermunicipal en capital humano e inversión en infraestructura productiva.
VII. Atención integral a los migrantes internacionales	Procurar la retención de la población en Zacatecas.
VIII. Densificación urbana y reservas territoriales	Aumentar la densidad de construcciones en suelo ya urbanizado, y establecer las áreas potenciales para el crecimiento físico de las ciudades y las acciones a implementar para su urbanización y provisión de equipamiento básico.
IX. Producción de vivienda	Establecer los mecanismos de coordinación intergubernamental y las coaliciones con el sector privado, a fin de atender la demanda futura de vivienda, y que dicha demanda cubra las necesidades de tamaño, para la habitabilidad, y calidad, en cuanto a la disponibilidad de servicios públicos básicos.
X. Provisión de servicios públicos	Asegurar el bien estar social de la población y reducir las desigualdades territoriales en el ámbito urbano.
XI. Dotación de equipamiento social	Incrementar el beneficio social de la población, garantizando la provisión y cobertura de servicios de educación superior y de salud.
XII. Patrimonio cultural	Proteger y conservar el paisaje y patrimonio cultural en Zacatecas.

Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012. https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

Figura 58. Objetivos Específicos del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas.

Dentro del grupo de Temas planteados en dicho programa y al observar el cuadro anterior, se plantea el **III. Protección y Conservación de los Recursos Naturales,** cuyo **Objetivo Específico** es *"conservar y proteger los recursos naturales y ecosistemas permitiendo el aprovechamiento de las actividades productivas de cada municipio y región del Estado".*

Asimismo, y bajo este mismo tema, se incluyó un mapa del Estado de Zacatecas con la Evaluación de la Problemática Ambiental en la que se observa la distribución del territorio con base en la aptitud de la tierra (ver siguiente figura):

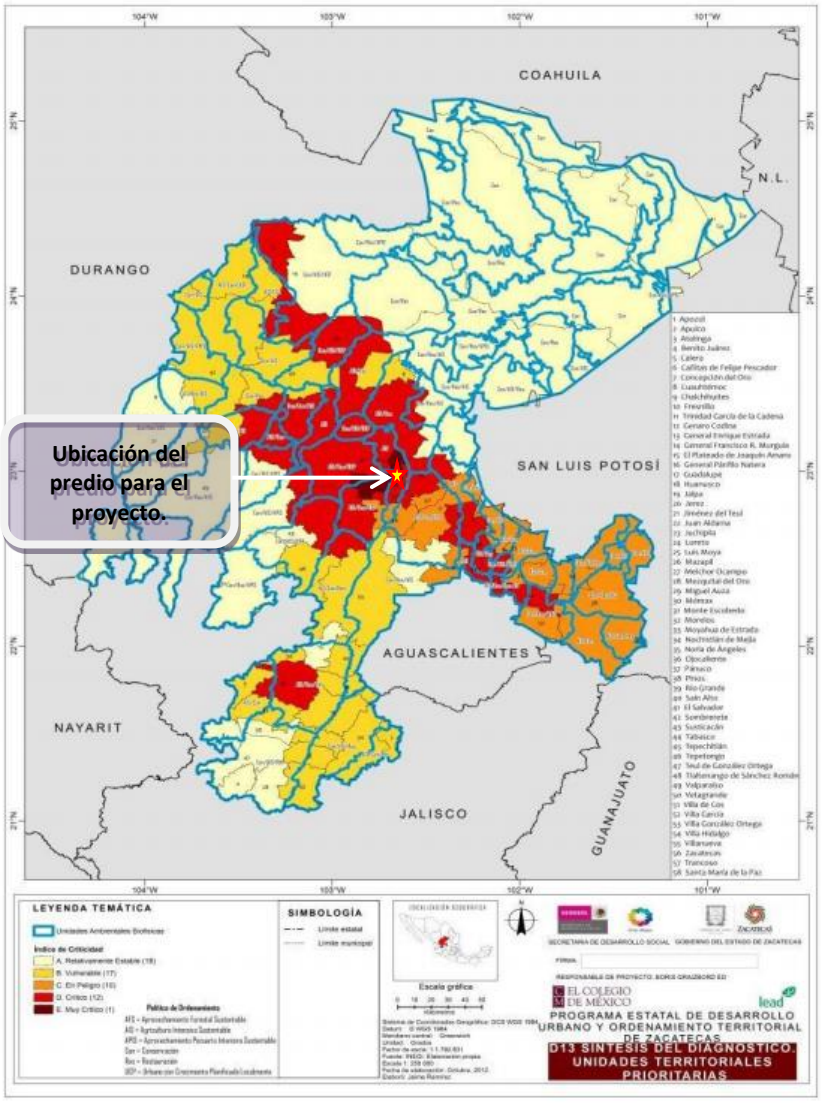


Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012.
https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

Figura 59. Ubicación del Predio del Proyecto en Tierras No Aptas para la Agricultura con base en la Evaluación de la Problemática Ambiental del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2012.

Como se observa en la figura, y con base en la distribución de las categorías, el proyecto se ubica en un área en la que se determinó como de tierra NO apta para la Agricultura y prácticamente el giro e industria relacionados con el proyecto cumplen con dicho requisito.

De igual manera se incluyó un mapa del Estado con la Síntesis del Diagnóstico. Unidades Territoriales Prioritarias en la que se observa la distribución del territorio con base en el índice de criticidad (ver siguiente figura):



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012.
https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf

Figura 60. Ubicación del Predio del Proyecto en Zonas con Índice de Criticidad Muy Crítico con base en las Unidades Territoriales Prioritarias del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2012.

Como se observa en la figura, el proyecto se ubica en un área en la que se determinó como una zona con Índice Muy Crítico y prácticamente el giro y objetivos relacionados con el proyecto buscan minimizar la situación que pudiera darse en cuestión de contaminación.

Vinculación.

A pesar de que el predio del proyecto se ubica en una zona con un uso de suelo dominante de Agricultura de Temporal, con base en la Aptitud Territorial por Unidad Ambiental Biofísica del Estado de Zacatecas, es importante decir que el programa determina que es un área como NO apta para la Agricultura y con Índice de Criticidad de Unidad Territorial Muy Crítico.

Tomando en cuenta lo anterior y de acuerdo con la descripción del medio físico del área que se realizó en el presente estudio, así como las condiciones determinadas de contaminación y presencia de residuos por las actividades de la industria minera que se han realizado en la zona y con base en la naturaleza de proyecto, es importante decir que éste tiene como objetivo prevenir y mantener en condiciones delimitadas y de seguridad mediante técnicas de remediación un área contaminada con residuos, con el fin de evitar la contaminación de más zonas por cinética, movimiento o esparcimiento de dichos residuos, lo que conlleva a una estrategia para mantener las condiciones medioambientales y evitar una situación crítica mayor, favoreciendo mayores niveles de cumplimiento ambiental y al marco regulatorio.

Sin olvidar que uno de los temas especificados en dicho programa se relaciona con la Protección de los Recursos Naturales, permitiendo el aprovechamiento de las actividades productivas de cada municipio y región del Estado.

Por ello es que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PEDUyOTZ 2012 y es acorde a las condiciones determinadas del sitio en la que se encuentra el predio del proyecto con base en dicho instrumento.

III.3.2. Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.[16]

En febrero de 2014 el gobierno del estado de Zacatecas junto con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) firmaron el convenio e instalación del Consejo Estatal de Ordenamiento Territorial y Urbano.

[16] http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

A través de este acuerdo se conjuntan esfuerzos de la federación y el estado en tareas como la asistencia técnica y el asesoramiento especializado en desarrollo urbano y territorial; además de favorecer el intercambio de información. El Consejo está integrado por sectores gubernamentales, sociales y de la iniciativa privada, y servirá para valorar y revisar las acciones y logros alcanzados en esta materia.

El Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014 (PROT-Centro) está orientado a integrar un instrumento de planeación con los siguientes alcances:

1) Revisión de los instrumentos programáticos y normativos vigentes en las escalas federal, estatal y municipal;

2) Caracterización y diagnóstico integral del territorio (aspectos físicos, ambientales, agropecuarios y forestales, industriales, infraestructura y equipamiento, urbanos, históricos, culturales y patrimoniales);

3) Señalamiento de problemas y/o conflictos ambientales (y en los usos del suelo), sociales y económicos que inciden en el territorio regional;

4) Identificación de potencialidades y áreas de oportunidad en la gestión de los recursos naturales, físicos y humanos y sus vínculos trans-sectoriales y extraregionales;

5) Propuesta de estrategias, metas y acciones espaciales (municipios y unidades subregionales) y temporales (2016, 2020, 2030) que permitan el compromiso y cumplimiento, por parte de las diferentes instancias públicas, privadas y sociales, del objetivo general y los particulares;

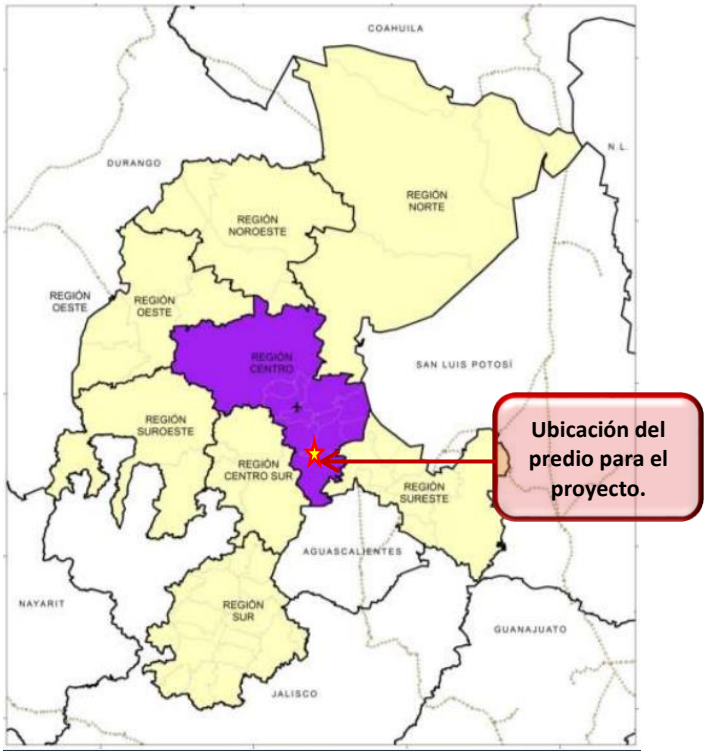
6) Integración de una base de datos operativa (en un sistema de información geográfica, SIG) que facilite la gestión e implementación del PROT, así como la continua evaluación y ajuste de acciones y metas.

El PROT-Centro es un instrumento de planeación del uso del suelo en el que intervienen los tres órdenes de gobierno. Su propósito principal es establecer las disposiciones y lineamientos necesarios para avanzar en la distribución equilibrada de la población de la

región y de las actividades económicas, procurando garantizar el uso racional de los recursos naturales y los servicios ambientales que de ellos se desprenden y cuyo **Objetivo General** es:

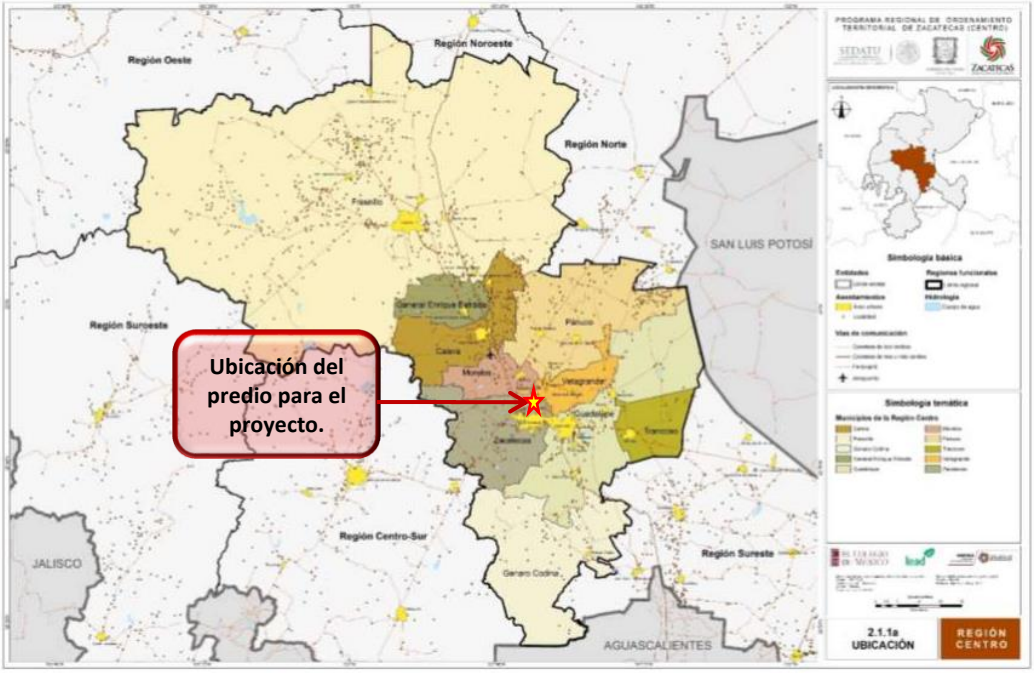
"Generar un modelo de ordenamiento del territorio regional consensuado con los diferentes actores sociales de la región que permita gestionar los recursos y lograr un desarrollo socio-económico para mejorar el bienestar de la población, pero que minimice las externalidades territoriales negativas y propicie externalidades territoriales positivas".

Este programa abarca la porción centro del estado de Zacatecas, específicamente los Municipios De Calera, Fresnillo, Genaro Codina, General Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Trancoso, Vetagrande y Zacatecas **(estos últimos dos municipios en los que se encuentra colindante el predio del proyecto como se muestra en las figuras al inicio del presente apartado).**



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 61. Localización de la Región Centro en el Estado de Zacatecas y Ubicación del Predio.



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 62. Distribución de los Municipios de la Región Centro en el Estado de Zacatecas y Ubicación del Predio.

Teniendo en consideración que el objetivo general del PROT es "organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del territorio de manera ecológicamente sostenible, espacialmente armónico, socialmente justo y económicamente viable"; el conjunto de estrategias y acciones concretas -a realizar en los años por venir para dar vigencia al Ordenamiento Territorial de la Región- se centrará en aprovechar las potencialidades identificadas en cada una de las Unidades Territoriales Estratégicas identificadas. Esto implica y requiere de una coordinación interinstitucional más intensa y asentada, y de una comunicación entre sectores acorde a las necesidades y ajustes que vaya requiriendo la propia gestión del ordenamiento.

En dicho programa se determinó un **Modelo de Ocupación Territorial (MOT)** el cual constituye la principal herramienta para la adecuada implementación y concreción del ordenamiento definido y establecido de forma estatutaria en este Programa.

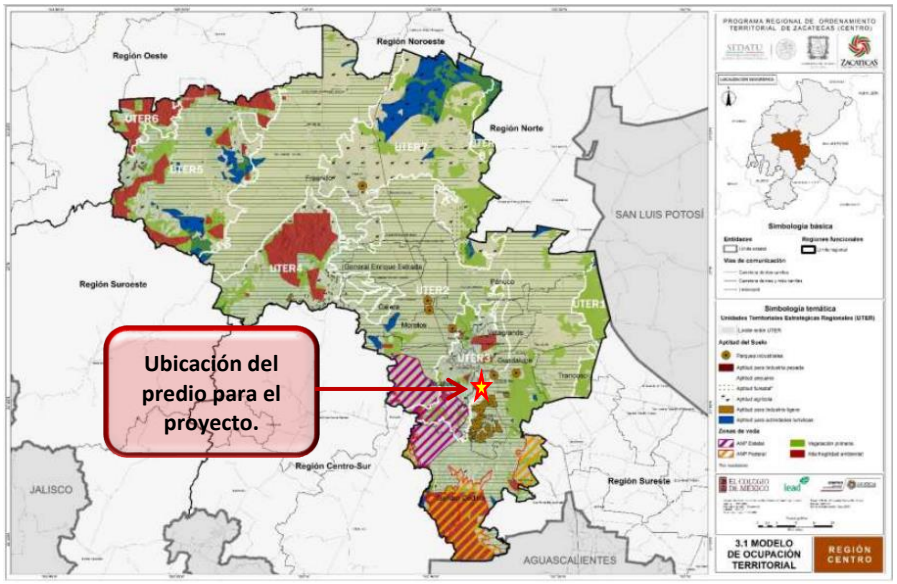
Como tal, el MOT ha de considerarse la principal estrategia, o cuando menos el eje central del conjunto de estrategias; pues de él se derivan las intervenciones específicas de proyectos estratégicos y políticas a nivel de la Región y para cada una de la UTER (Unidades Territoriales Estratégicas Regionales).

Modelo de Ocupación Territorial (MOT).

El MOT debe ser la forma de ocupación del suelo de la entidad (región) que permita alcanzar los objetivos del Ordenamiento Territorial (OT), considerando los resultados obtenidos del diagnóstico integral, los escenarios propuestos, la aptitud del territorio, así como otros elementos documentales (estudios básicos, tesis de grado o investigaciones) derivados de las diversas temáticas que puedan aportar en la definición de dicho modelo.

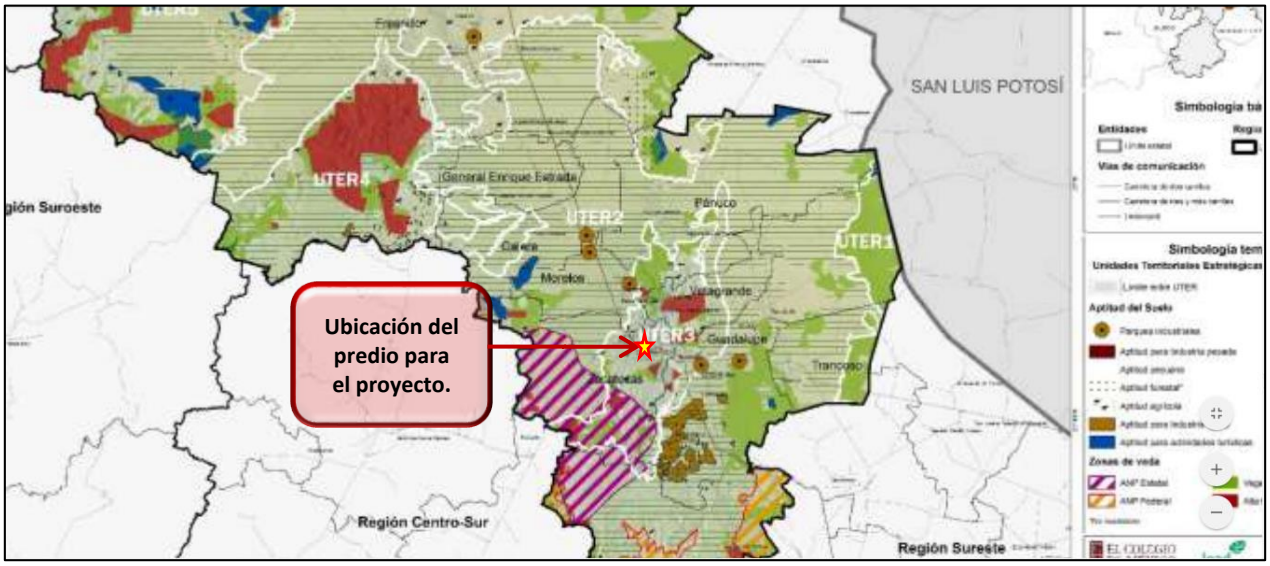
El MOT, por lo tanto, es la propuesta de la forma de ocupación del territorio para mejorar las condiciones de vida de la población, el progreso social, y la economía, con el fin de alcanzar el desarrollo equilibrado de la región.

En este sentido, en primera instancia en la siguiente figura se presenta el MOT que tiene la región actualmente.



Fuente: Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 63. Modelo de Ocupación Territorial Actual del Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.



Fuente: Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

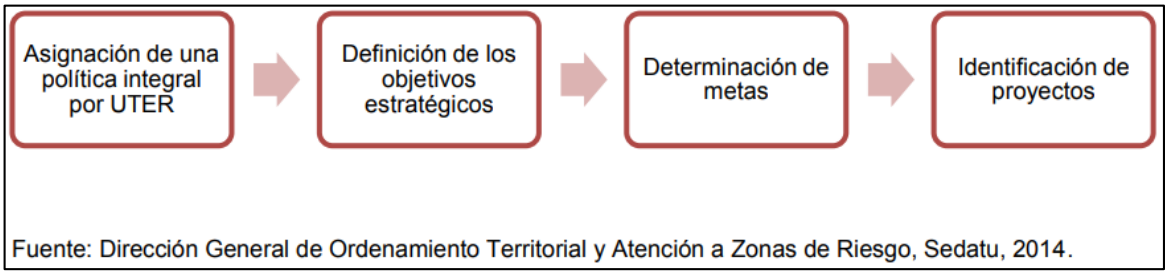
Figura 64. Ubicación del Predio del Proyecto en el Modelo de Ocupación Territorial Actual del Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014 (Acercamiento).

Como se puede observar el predio del proyecto se encuentra dentro de los límites de la Unidad Territorial Estratégica UTER 3.

Definición de políticas integrales, objetivos estratégicos, metas y proyectos territoriales.

Para la definición de políticas integrales se parte de la información desarrollada en el capítulo de diagnóstico, además de la información obtenida a partir de otro tipo actividades realizadas ex-profeso para la construcción del presente PROT. En primera instancia, se tomaron en cuenta los problemas identificados por los asistentes a los talleres regionales de participación ciudadana, así como, la información captada a través de entrevistas con diferentes funcionarios de la administración estatal y municipal, además de la consulta a otros actores involucrados.

La Guía Metodológica para la elaboración de Programas Estatales de Ordenamiento Territorial, señala que el primer paso debe ser la asignación de una política integral de actuación para cada una de las Unidades Territoriales Estratégicas Regionales (UTER). La política, debe ser asignada de acuerdo a la diversidad de problemas y necesidades identificadas para su atención.



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 65. Proceso de Definición de Políticas y Acciones.

Las políticas integrales que la guía recomienda utilizar son las siguientes:

1. **Impulso económico,** cuando exista potencialidad en la unidad, cuando haya condiciones adecuadas y cuando se respete el entorno natural.

2. **Control de crecimiento urbano,** cuando la zona esté generando problemas sociales y ambientales, cuando ya no haya espacios que faciliten el crecimiento, cuando haya saturación urbana y cuando aparezcan asentamientos en riesgo.

3. **Consolidación estratégica,** cuando convenga evitar un proceso de deterioro, cuando convenga reorientar los procesos de ocupación, sin dejar de estimular el desarrollo y, mejorando las actividades exitosas.

4. **Respaldo social,** cuando haya pocas opciones de potencialidad, cuando se requiera fomentar la ocupación alternativa y cuando se requieran acciones de alta inversión social.

5. **Manejo ambiental,** cuando la unidad tenga importancia ecológica y cuando lo ocupación pretendida pueda alterar el entorno.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan las políticas integrales de actuación asignadas a cada UTER (véase cuadro y mapa).

Es importante señalar que la definición de una sola política integral para cada UTER, no significa que la unidad no requiera de políticas complementarias que la acompañen, sino que en este caso se decidió asignar aquella que responda de entrada a los problemas más

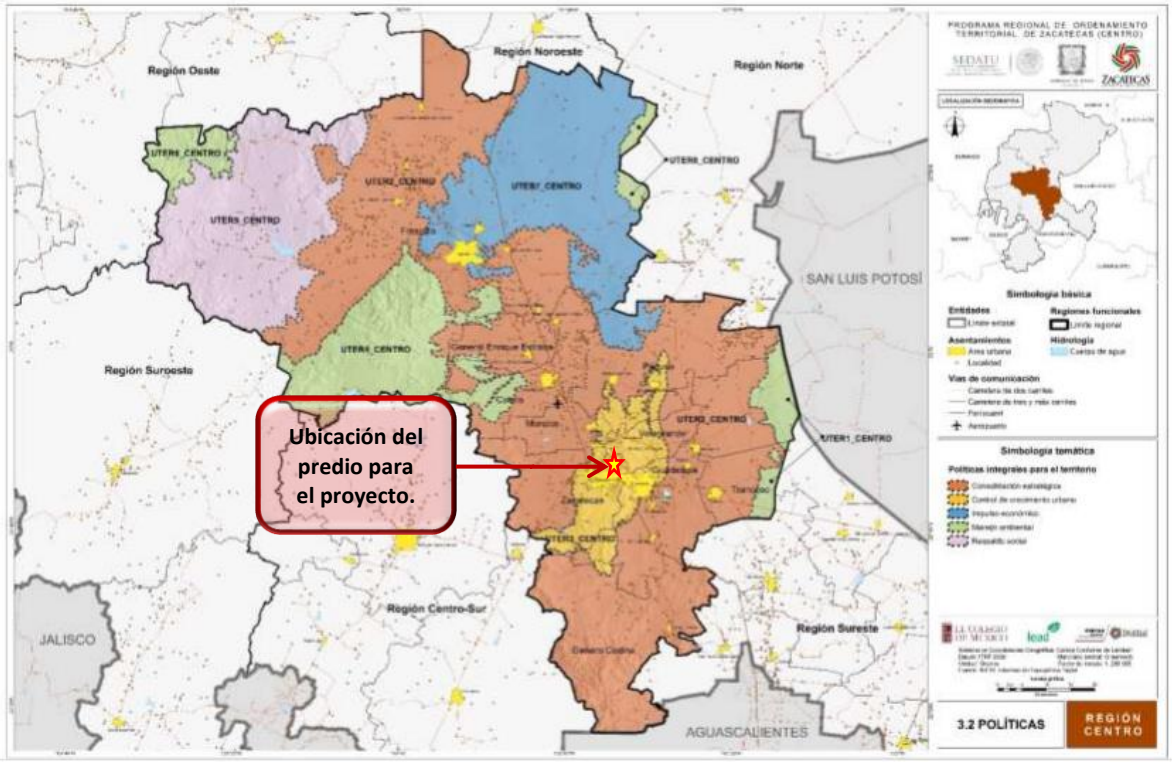
representativos de cada UTER. También se presenta a detalle la interrelación entre estas políticas con sus respectivos objetivos, metas y acciones.

Unidad Territorial Estratégica Regional (UTER)	Política integral de actuación
UTER1_CENTRO	Manejo ambiental
UTER2_CENTRO	Consolidación estratégica
UTER3_CENTRO	Control de crecimiento urbano
UTER4_CENTRO	Manejo Ambiental
UTER5_CENTRO	Respaldo social
UTER6_CENTRO	Manejo Ambiental
UTER7_CENTRO	Impulso económico
UTER8_CENTRO	Manejo Ambiental

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios establecidos en la Guía Metodológica para la elaboración de Programas Estatales de Ordenamiento Territorial, SEDATU 2014.

Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 66. Políticas de Actuación por UTER.



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 67. Políticas Integrales de Actuación por UTER.

Políticas integrales, objetivos estratégicos, metas y proyectos territoriales.

Con el propósito de hacer efectivas las políticas integrales propuestas anteriormente, en este apartado se integró un cuadro en donde se concentran, las políticas propuestas para cada una de las UTER de la región, así como la definición de objetivos estratégicos y metas planteadas, además de los posibles proyectos o acciones a emprender para la consecución de las mismas. Estas acciones servirán de guía para orientar la implementación del Programa Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de la región Centro de Zacatecas, si bien este programa atiende a una escala intermedia (región), tanto la información recopilada como los diferentes análisis y las propuestas de política aquí presentadas servirán de guía para encauzar los esfuerzos de la administración pública en la escala macro (estado) y micro (municipios y ciudades**).**

Las acciones aquí presentadas siguen tres grandes líneas estratégicas: el ordenamiento ecológico, el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano, dado que, como se demostró a lo largo del documento existe una fuerte interacción entre los aspectos sociales, económicos y ambientales cuyo cuidado permitirá mejorar las condiciones de vida de la población de la región.

La cartera de proyectos aquí presentada es complementaria a las acciones emprendidas por los diferentes programas e iniciativas desarrolladas a nivel federal, estatal y municipal, así como aquellas de carácter sectorial.

Al igual que otros instrumentos de planeación territorial el PROT permitirá orientar las decisiones de instancias intermedias como las diversas comisiones, así como las de carácter municipal.

El éxito de este PROT estará basado en la coordinación y cooperación constante entre los tres niveles de gobierno, por supuesto, sin olvidar la participación de la iniciativa privada y la sociedad en general, pues sin su apoyo, contribución y respeto, las acciones aquí propuestas no podrán alcanzar las metas que se han fijado.

A continuación, se muestra un extracto de la Tabla Resumen Concentrado de Políticas Integrales para la UTER 3 en la que se ubica el predio del proyecto y cuya **Política Integral de Actuación corresponde a Control de Crecimiento Urbano.**

UTER	Política integral principal	Objetivo estratégicos	Metas	Proyectos
UTER3_CENTRO	Control de crecimiento urbano	Generar mecanismos de control, supervisión y vigilancia sobre el crecimiento de las áreas urbanas de la UTER en donde se incluye a la Conurbación Zacatecas-Guadalupe.	Consolidación de ciudades más compactas en su estructura física y con mayor viabilidad para la provisión de satisfactores colectivos	Se recomienda seguir las estrategias, metas y proyectos del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio y del Programa de Desarrollo Urbano de Zacatecas-Guadalupe, así como de los Programas municipales de desarrollo urbano y Programas parciales. Revisar y actualizar los reglamentos existentes para proteger las zonas de conservación ecológica. Desarrollar mecanismos e instancias de inspección, vigilancia y sanción para evitar el crecimiento descontrolado de los centros urbanos. Evitar el crecimiento urbano hacia zonas con alto valor ecológico, así como hacia zonas agrícolas de alta productividad.
		Desarrollar mecanismos de concertación y oferta de suelo para atender las necesidades de vivienda	Evitar la expansión descontrolada de las áreas urbanas	Programa de oferta de uso de suelo (habitacional) dentro de los Perímetros de Contención Urbana (SEDATU). Realizar el inventario de reservas territoriales para integrarlo al sistema del Registro Nacional de Reservas Territoriales (RENARET).
		Consolidar la Zona Metropolitana Zacatecas-Guadalupe		Impulsar programas de densificación y utilización de predios abandonados al interior de la zona metropolitana (superficie intraurbana disponible)
		Renovar la infraestructura intraurbana	Adecuar y modernizar la infraestructura hidráulica, eléctrica y de saneamiento de la zona metropolitana.	Programa para reemplazar la infraestructura hidráulica, eléctrica y de saneamiento deteriorada.
		Atender el rezago habitacional	Contar con vivienda digna y sustentable	Desarrollar mecanismos financieros para la adquisición o renta de vivienda suscritos estrictamente a la normatividad en materia de desarrollo urbano. Aprovechamiento del parque

Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 68. Extracto de Tabla Resumen Concentrado de Políticas Integrales por UTER.

De acuerdo con la figura anterior, es decir, la Tabla Resumen Concentrado de Políticas Integrales para la UTER 3 y su **Política Integral de Actuación: "Control de Crecimiento**

Urbano" en general busca consolidar, enmarcar y controlar el Crecimiento de este sector, evitando un desarrollo masivo o expansión descontrolada en el área de dicha UTER**.**

Vinculación.

Como se describió anteriormente el proyecto se ubica en un área en la que se determinó una **Política Integral de Actuación: "Control de Crecimiento Urbano"** y con relación al proyecto, dichos objetivos estratégicos y metas planteadas para la UTER 3 son relevantes debido a la naturaleza del proyecto, ya que es importante mantener delimitada de manera estricta el área para crecimiento urbano para evitar que se generen fraccionamientos, condominios o cualquier tipo de desarrollo cerca de la zona del proyecto, con ello la presencia de habitantes será nula y así no habrá factores de riesgo potenciales hacia una población vulnerable.

Por lo anterior y destacando las condiciones de seguridad que se implementarán es que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone al PROT CENTRO 2014.

III.3.3. Programa Subregional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas 2010.[17]

Con base en los Artículos 51 y 68, del Código Urbano del Estado de Zacatecas, se acordó la elaboración del Programa Subregional de Ordenamiento Territorial Zacatecas, que determina los objetivos a los que estará orientado el desarrollo de las acciones de planeación, ordenación y regulación de los asentamientos humanos, así como las metas y las políticas consecuentes que regularán las tareas de programación, los programas operativos a cargo de las autoridades y las bases a que se sujetarán las acciones concurrentes entre los sectores público y privado para el desarrollo urbano y territorial de los asentamientos y desarrollos localizados fuera de los polígonos de los Programas de Desarrollo Urbano vigentes de la Conurbación Zacatecas-Guadalupe, Víctor Rosales (Calera), Fresnillo, Gral. Enrique Estrada, Morelos, Vetagrande y Pánuco, además de los de Santa Mónica y Tacoaleche en Guadalupe; así como los parciales que se derivan del Programa de Desarrollo Urbano de la Conurbación Zacatecas-Guadalupe, documentos que continuarán vigentes, puesto que su nivel de

[17] http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/programas/Programa%20Subregional%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20Zacatecas.pdf

planeación es a mayor detalle. El presente documento integra a la zona metropolitana, por lo que sirve de sustento para las acciones que se realizan bajo esta modalidad para lograr una integración territorial y un beneficio directo para los habitantes de las zonas urbanas, de la zona metropolitana y del resto de territorio comprendido entre las diversas zonas urbanas.

En el estado zacatecano, se han presentado cambios territoriales, conformando nuevos fenómenos o expresiones del comportamiento espacial, resultado de la distribución de la población y la expansión física de las ciudades, logrando con ello una mayor integración de tipo funcional, de tal manera que quedan expuestos muchos municipios que han rebasado sus límites para extenderse a otros sitios.

La expresión territorial que guardan los asentamientos es solamente el resultado de múltiples factores, en una subregión como la de Zacatecas, se presentan diversas formas urbanas, desde pequeños asentamientos rurales, cabeceras municipales de diverso rango de tamaño que van desde centros de población hasta aglomeraciones y la inclusión de un territorio identificado como zona metropolitana1 , particularmente esta última trasciende más allá de la forma conurbada, convirtiéndose en una realidad, el crecimiento sostenido que habían presentado las grandes ciudades ha ido cediendo su lugar a otro tipo de expresiones territoriales, que se han ido ensanchando por las altas tasas de crecimiento y por los constantes flujos migratorios, pero también por la expansión que la ciudad central ha expresado, formando conglomerados de dos o más municipios, ejerciendo una primacía y supeditando a otros sitios hasta convertirlos en su propia extensión conservando algunas diferencias.

SEDESOL; CONAPO e INEGI (2007), establecen que zona metropolitana se refiera a una forma particular de urbanización, donde la expansión de la ciudad tiende a rebasar los límites territoriales de la unidad político administrativa que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a unidades vecinas, con las que forma un ámbito territorial altamente integrado física y funcionalmente, su límite comprende municipios completos, incluyendo todas sus localidades, independientemente de que éstas formen parte del área urbana continua de la ciudad.

Ante esta situación el presente estudio integra a los municipios de Zacatecas, Guadalupe, Morelos, Calera, Vetagrande y Pánuco, aun cuando no todas las localidades presentan continuidad física, pero si influencia directa conformando una gran extensión. Existen factores como la red carretera, el transporte urbano y suburbano, la concentración de actividades en Zacatecas, que han permitido poco a poco incorporar el radio de acción de la zona metropolitana extendiéndose a una subregión.

En una subregión, es posible encontrar expresiones territoriales diferentes, es así como puede contener asentamientos rurales hasta zonas con un grado de urbanización que se expresa en aglomeraciones urbanas, una zona conurbada y una metropolitana, particularmente ésta última como resultado de múltiples factores, donde el número de habitante no es el criterio determinante, pero que considera una expansión de los asentamientos humanos y la complejidad de sus relaciones y articulaciones, económicas, políticas, sociales, culturales y ambientales, con cierto grado de dependencia hacia una ciudad central, resultado de un modelo jerárquico de centros urbanos, que tiende a establecer una organización funcional para todos, es entonces como una conurbación puede convertirse en zona metropolitana con una jerarquía mayor. Bajo esta concepción la capital estatal Zacatecas es la ciudad central con mayores problemas y oportunidades, es capaz de proyectarse al exterior, se coloca como una unidad, formando una red competitiva y de colaboración con otros territorios, asociándose y formando una red de ciudades, con características y fines comunes.

El presente Programa Subregional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas, es resultado de la tendencia de ocupación hacia el ensanchamiento de la actual zona conurbada decretada y supera los límites establecidos por SEDESOL, INEGI y CONAPO, para la zona metropolitana puesto que originalmente solo considera a los municipios de Zacatecas y Guadalupe. La inclusión de otros municipios, tiene su soporte en el concepto de las ciudades cuya superficie rebasa los límites político administrativos del municipio que originalmente las contenía, en este caso Zacatecas, se extiende, como parte de sí misma o de su área de influencia, a los municipios vecinos, en este caso por el norte con Pánuco y Vetagrande, por el oriente con

Guadalupe; y finalmente por el poniente con Morelos, Calera, Gral. Enrique Estrada y Fresnillo, con los que mantiene un alto grado de integración funcional y socioeconómica; esta estructura territorial es su complejidad, involucra a 9 municipios, en los que si bien está ausente la continuidad urbana entendida como una continuidad que incluye predominantemente emplazamientos habitacionales y grandes desarrollos industriales, existe la tendencia a conformar una unidad funcional que contiene a varias unidades político administrativas municipales.

El programa incluye las zonas urbanas, reserva de crecimiento y preservación ecológica establecida en cada centro de población, aunado a la superficie del Programa Parcial de Desarrollo urbano Circundante a la Planta de Almacenamiento Recibo PEMEX. No se incluye la totalidad de la superficie de cada municipio, por ello en algunos casos la precisión de la información se enfocará excepcionalmente a datos de las zonas urbanas y en forma recurrente al dato municipal, siguiendo los criterios establecidos por SEDESOL para estudios similares al presente, como lo fue la delimitación de zonas metropolitanas y su análisis estadístico que fue de carácter municipal.

Reglamentación para la ubicación de predios.

El Programa determina una **Reglamentación para la ubicación de predios que serán ocupados con usos especiales, dentro de las cuales se ubican las Actividades extractivas** incluida la Minería, sector productivo base del presente proyecto.

El propósito esencial de estos criterios de desarrollo urbano es lograr la integración de un instrumento básico de referencia que contribuya a evitar situaciones críticas en el desarrollo de los centros de población. Al efecto, los criterios se orientan a reducir riesgos y evitar problemas que ponen en peligro la vida de los pobladores urbanos y rurales, y a evitar situaciones que implican un elevado costo social o una incomodidad intolerable.

Actividades extractivas.

Debido a la característica particular de este aprovechamiento de que su emplazamiento depende de manera absoluta de la ubicación del yacimiento que se pretenda explotar se requiere para su autorización que:

- No se afecten áreas de valor paisajístico.
- No se provoquen desequilibrios ambientales.
- No se generen ni por operaciones realizadas en su superficie, ni por las efectuadas en excavaciones subterráneas realizadas a partir de ella –encuéntrense o no tales excavaciones dentro de sus límites– afectaciones activas o potenciales a los predios situados en sus inmediaciones. Sin embargo, en caso de que esta condicionante no se cumpla, el interesado podrá salvarla si en los términos de la ley minera obtiene dictamen de expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre a su favor de los terrenos afectados; en el entendido de que en la superficie de dichos terrenos no podrán situarse durante el tiempo que persistan los riesgos generados por la actividad extractiva aprovechamientos de vivienda ni cualquier otro uso en que sus ocupantes quedarían expuestos a riesgos de cualquier índole.

El párrafo anterior tiene una gran relevancia respecto a la naturaleza del proyecto ya que éste se lleva a cabo debido a afectaciones activas o potenciales a los predios situados en sus inmediaciones por lo que son necesarias las acciones de remediación.

Aptitud del territorio.

El grado de aptitud territorial se presenta como resultado de la intersección de los mapas de uso de suelos, climas y vegetación. El vínculo entre conservación y manejo derivado de un aprovechamiento y recuperación de los suelos, han dado como resultado diferentes vínculos en la aptitud que se describe a continuación.

A estas definiciones se les ha denominado **política territorial,** y reflejan el potencial o grado natural que soporta tal o cual terreno independientemente de la estrategia de desarrollo o de la definición de los usos del suelo.

Política de aprovechamiento del territorio, esta se ubica prácticamente en toda la subregión principalmente en territorio de Fresnillo, Enrique Estrada, Calera, Pánuco, al oriente de Vetagrande y sur de Guadalupe. Los grados de utilización del medio, han sido tomados, por diferentes procesos, tanto físicos, biológico, como por la acción del hombre, manteniendo así, en altos grados de aprovechamiento el suelo y sus recursos hídricos. Se recomienda que se tome como bases técnicas sustentables del territorio, como agricultura sostenible sin hacer uso desmedido de otros factores bióticos ajenos al medio, usando y aprovechando el medio y sus canales, como fertilizantes naturales de la región, desechos forestales, para composta agrícola.

Política de conservación/recuperación, se establece diseminada, principalmente al noroeste de Fresnillo; prácticamente la parte norte, oriente y sur de la cabecera municipal de Vetagrande hasta territorio de Pánuco. Estos manchones diseminados es necesario protegerlos. El proceso en este esquema, va ligado con el de aptitud de conservación, es la lenta exposición del territorio, sin duda alguna para la pronta estabilidad biológica hasta su punto de partida que, ha ido estabilizándose conforme no se altere el entorno que le rodea y ha sido afectado por procesos físicos, biológicos o antropomórficos.

Política de conservación, localizada al norte de Pánuco, suroeste de Fresnillo, al sur de la cabecera municipal de Pánuco, al sur de Vetagrande, al norte de Zacatecas-Guadalupe y al sur de la ciudad de Zacatecas, esto dentro de la subregión. El concepto de conservación hace referencia que el territorio que está bajo este esquema de aptitud; queda como un estado sin cambios, evitando la influencia antrópica, en la cual no ha sido evidente su afectación por la dificultad de acceso o por el tipo de accidentes orográfico.

Política para manejo/conservación, se localiza al noroeste, norte y noreste de la ciudad de Fresnillo, hasta Plateros; sobre la carretera a Jerez y a Gral. Enrique Estrada hacia el sur; y al sur de Guadalupe en el cerro de La Virgen y hacia San Ramón. Los productos o sistemas que se han presentado en su entorno para su explotación se ven beneficiados, con la mezcla de uso de límite natural de la región, como las vallas naturales (magueyes), pisos forrajeros, vertientes divisorias para el terreno, etc.

Zonificación secundaria en localidades sin programa de desarrollo urbano.

El Programa incluye la descripción de usos de suelo conforme a una zonificación secundaria en localidades sin programa de desarrollo urbano, en ella se incluyen los siguientes elementos:

- **Centro Urbano.**

El centro urbano es aquel que ocupa la mancha urbana actual, menos la zona de redensificación, su límite es el reportado por INEGI para el 2009 por localidad o de los planos de localidades rurales (PLR) de esa misma instancia. El uso permitido es vivienda densidad alta y media, y serán condicionados los siguientes aprovechamientos: vivienda densidad baja, industria ligera, educación, cultura, salud, asistencia, comunicación, transporte, seguridad, recreación y deporte, preparación y venta de alimentos, turismo, trabajo zootécnico, convivencia y espectáculos, servicios de aseos, servicios de limpieza, culto, investigación, infraestructura excepto antenas de telecomunicaciones y elementos ornamentales. Queda prohibido el emplazamiento de vivienda campestre, industria pesada, industria media, agroindustria, abasto y almacenamiento, mantenimiento, reclusión, especial, inhumación, cremación, actividades extractivas, depósito de desechos y agropecuario. La densidad superior a los 400 hab/has y hasta los 500 hab/has, se permitirá siempre y cuando se cuente con la factibilidad de servicios, para el caso de régimen de propiedad en condominio, la densidad no debe rebasar los 400 hab/has, debido a los conflictos que una densidad mayor puede generar y la carencia de no garantizar suficiente espacio para estacionamiento. Pero para el caso de redensificar zonas subocupadas y corazones de manzana si se permite hasta 500 hab/has.

- **Corredor Urbano.**

Los corredores urbanos se conforman por los predios colindantes a los caminos, pero con una extensión hasta 500 metros de largo medidos desde el límite de cada localidad, como tales hasta un ancho no mayor de 30 m y con acceso exclusivo por el corredor. No es posible establecer mayor dimensión porque eso generaría la ocupación irracional del suelo. Cuando

un predio no tenga acceso directo por otro camino o calle los usos de suelo que en él se puedan establecer serán los del corredor urbano. En caso de que el predio tenga un mayor fondo y presente acceso por una vía alterna, ya no pertenecerá la parte restante al corredor urbano sino al distrito en que se encuentra emplazado. En los predios lindantes al corredor urbano se tendrá como aprovechamiento permitido el comercio especializado o departamental y oficinas, mientras que los aprovechamientos condicionados serán: industria media y ligera, educación, cultura, salud, asistencia, comercio al detalle, abasto y almacenamiento, comunicación, transporte, mantenimiento, seguridad, recreación y deporte, preparación y venta de alimentos, turismo, trabajo zootécnico, convivencia y espectáculos, especial, cremación, servicios de aseo y limpieza, culto, investigación, infraestructura y elementos ornamentales. Los aprovechamientos prohibidos son vivienda en cualquier modalidad, industria pesada, agroindustria, reclusión, inhumación, actividades extractivas, depósitos de desechos y agropecuario.

- **Distrito Habitacional y Redensificación.**

Se propone el establecimiento de nuevas áreas habitacionales de baja, mediana y alta densidad, asimismo se propone redensificar las áreas urbanas actuales con el objeto de optimizar la utilización de la infraestructura y demás servicios urbanos. La zona habitacional se ubicará de la siguiente manera: zona de redensificación urbana marcada dentro del área urbana actual definida por INEGI como traza urbana al 2009. Se contemplarán tres tipos de distritos habitacionales, a saber: de baja densidad con un máximo de 100 hab/has o 20 viv/has; de mediana densidad con 101 a 200 hab/has o de 21 a 40 viv/has y de alta densidad con 201 a 400 hab/has o de 41 a 80 viv/has. El aprovechamiento permitido en cada uno de estos distritos será la vivienda que se ajuste al parámetro de densidad enunciado para ellos; sin embargo, se les asignarán como condicionados los aprovechamientos de vivienda de densidad hasta 400 hab/has, siempre y cuando se demuestre a través de análisis específico del caso que su demanda de servicios de infraestructura no saturará la capacidad de dotación de dichos servicios y que existe un mercado para la adquisición de este tipo de densidad, esto solamente será posible en la zona a redensificar y el centro urbano. Habitacional densidad

alta, media y baja, condicionado los de industria ligera, oficinas, educación, cultura, salud, asistencia, comercio especializado, comercio al detalle, comunicación, transporte, mantenimiento, seguridad, recreación y deporte, preparación y venta de alimentos, turismo densidad baja, servicios de aseo y limpieza, culto, investigación, infraestructura y elementos ornamentales; son aprovechamientos prohibidos: vivienda campestre, industria pesada y media, agroindustria, abasto y almacenamiento, trabajo zootécnico, convivencia y espectáculos, reclusión, especial, inhumación, cremación, actividades extractivas, depósito de desechos y agropecuario.

- **Distrito Mixto.**

La delimitación de este distrito se realizará por parte de la autoridad municipal, pero deberá quedar establecida por lo menos en un acuerdo de Cabildo, para evitar su modificación o dificultades en el dictamen de uso de suelo y solamente será necesaria para localidades mayores a los 2,500 habitantes; por lo que asentamientos menores no tendrán este distrito. Este distrito se caracteriza por integrar diversos aprovechamientos que por el tamaño de la localidad no requiere zonas específicas para su emplazamiento y que pueden coexistir, tal es el caso de la industria, servicios, comercio-oficinas de diferente índole, pero condicionando su establecimiento a no provocar riesgos entre ellos. Tiene como propósito propiciar la redensificación bajo el concepto de uso mixto y la reutilización de predios intraurbanos, así como propiciar estímulos para los propietarios para propiciar la ocupación de fincas y lotes baldíos, para el mejor uso de áreas y vacíos urbanos. Los usos permitidos serán industria pesada, industria media, industria ligera y mantenimiento. Serán condicionados los siguientes usos: agroindustria excepto granjas de animales o criaderos que no se podrán establecer en este distrito, oficinas, educación, cultura, salud, asistencia, comercio departamental o especializado, abasto y almacenamiento, comunicación, transporte, seguridad, recreación y deporte, preparación y venta de alimentos, turismo, trabajo zootécnico, convivencia y espectáculos, especial, cremación, servicios de aseo, servicios de limpieza, culto, investigación, infraestructura y elementos ornamentales. Queda prohibido

los usos siguientes: cualquier tipo de vivienda incluyendo campestre, comercio al detalle, reclusión, inhumación, actividades extractivas, depósito de desechos y agropecuario.

- **Corredor Eco-comercial y de Servicios.**

Este distrito se distingue porque se localiza a lo largo de las redes carreteras pavimentadas federales y estatales, no aplica a terracerías, brechas o veredas. Su emplazamiento indica que a pesar de ser la zona inmediata a la carretera, no ha sido alterada significativamente por la acción del hombre, salvo para la realización de actividades agropecuarias o mineras, por ello se prohíbe su urbanización, salvo casos excepcionales y con la opinión previa del Consejo para el Desarrollo Metropolitano Zacatecas, por lo que el tipo de emplazamiento que se permita será condicionado, de tal forma que solo se permiten sino alteran las condiciones naturales del sitio o que por su incompatibilidad con los usos urbanos deban de tener una localización especial en relación al entramado urbano, por ejemplo rastros, plantas de tratamiento, cementerio, zonas industriales, bodegas, establecimiento de tipo especial, que son indispensables para el servicio a la población urbana pero son molestos con otros usos, principalmente los habitacionales. Su localización como ya se preciso es colindante a carreteras federales y estatales ya pavimentadas, pero con la excepcional condición de incluir en su interior planta de tratamiento, que los servicios sean dotados exclusivamente por los particulares interesados no por la autoridad municipal, que no invadan zonas de derecho federal de carreteras y consideren en su proyecto laterales. Incluirán necesariamente normas de urbanización ecológica y medidas precisas para mitigar su impacto al medio ambiente. El uso permitido será de recreación, deporte y agropecuario y condicionados los de: vivienda campestre en su modalidad de densidad mínima, agroindustria, industria media, transporte, seguridad, turismo, abasto y almacenamiento, comunicación, mantenimiento, preparación y venta de alimentos, convivencia y espectáculos, trabajo zootécnico, reclusión, especial, inhumación, cremación, culto, investigación, infraestructura, elementos ornamentales, actividades extractivas y depósito de desechos. Queda como prohibidos los siguientes aprovechamientos: vivienda densidades alta, media y baja, industria pesada y ligera, oficinas,

educación, cultura, salud, asistencia, comercio departamental o especializado, comercio al detalle, servicios de aseo y limpieza.

Modalidades de utilización de suelo / Usos de suelo.

El suelo es elemento fundamental en el proceso de desarrollo urbano ya que en él se llevan a cabo las actividades de la población, por ello resulta indispensable definir los aprovechamientos que podrán emplazarse en él y su disposición en el área urbana. Los usos de suelo son los fines particulares de beneficio privado a que podrán dedicarse determinadas áreas o predios. A continuación, se presentan los usos genéricos y en su descripción se informa del grupo y giros especiales.

Dentro de las cuales se menciona:

- **Actividades extractivas**.

Se considerarán con aprovechamiento de actividad extractiva a todo aquel predio en cuya superficie existan tiros, malacates y toda obra realizada para extraer recursos minerales del terreno natural, tal es el caso de minas a cielo abierto, bancos de materiales o extracción de arena y piedra de río.

  - **Condicionado en:** corredor eco-comercial y de servicios.
  - **Se permite:** fuera de los límites de centros de población, en zonas con aptitud para ese fin, pero siempre y cuando se tomen medidas para regenerar el sitio y que sea acorde a la estrategia de ordenamiento territorial.
  - **Prohibido en:** el resto de los distritos y núcleos ordenadores.

- **Depósito de Desechos.**

Áreas destinadas a la recepción y acumulación de materiales residuales. Se permitirá su emplazamiento exclusivamente en el distrito de corredor eco-comercial y de servicios, condicionándose a que se ubique en una zona libre de asentamientos humanos, con las condiciones físicas apropiadas y con un sistema adecuado de tratamiento de desechos, sujetándose a la normatividad federal y estatal en la materia.

- **Condicionado en:** corredor eco-comercial y de servicios.
- **Se permite en:** casos excepcionales en sitios que cumplan con nomas ecológicas.
- **Prohibido en:** el resto de los distritos y núcleos ordenadores.

Vinculación.

Como se describió anteriormente el proyecto se ubica en un área que es de observancia del presente programa, debido a la inclusión en el mismo de las cabeceras municipales de diversas localidades, incluidas Zacatecas y Vetagrande y con base en la ubicación del predio éste se encuentra dentro y colindante a dichos municipios respectivamente Lo que se incluyó de cada uno fue lo siguiente:

- Vetagrande: la cabecera municipal, Cata de Juanes, Guadalupito, El Llano de las Vírgenes, Las Norias, Sauceda de la Borda, El Lampotal, Las Norias, Santa Rita y San José de la Era.
- En Zacatecas: La ciudad de Zacatecas, La Pimienta, La Escondida, Cieneguillas, Bracho, El Orito y Picones; Francisco I. Madero, Benito Juárez, García de la Cadena (El Visitador), Las Chilitas, Calerilla, Las Boquillas, Ojo de Agua de Melendrez y Machines (González Ortega).

Igualmente, el programa, desarrolla una Reglamentación para la ubicación de Predios incluidos aquellos con usos especiales con el objetivo de evitar situaciones críticas en el desarrollo de centros de población y que pongan en peligro la vida o integridad de los ciudadanos. De dicha reglamentación se incluyó a las Actividades Extractivas y que en gran medida depende de la ubicación del yacimiento o zona de extracción que se pretenda explotar y bajo las condiciones actuales y atendiendo la situación respecto a los residuos de la actividad minera, el desarrollo del proyecto es totalmente acorde, compatible y requerida para la realización de acciones de remediación.

Es importante decir que tomando como base la descripción de elementos de la zonificación secundaria en localidades sin programa de desarrollo urbano, con respecto al predio del

proyecto se describe que por la naturaleza de las actividades de la industria minera que se realizaron debe ser ubicado en Corredor eco-comercial y de servicios que se distingue porque se localiza a lo largo de las redes carreteras pavimentadas federales y estatales, no aplica a terracerías, brechas o veredas. Su emplazamiento indica que a pesar de ser la zona inmediata a la carretera, no ha sido alterada significativamente por la acción del hombre, salvo para la realización de actividades agropecuarias o mineras, por ello se prohíbe su urbanización, esta condición se cumple plenamente para el Distrito Minero Zacatecano, el Predio Chiripa y la Ubicación de la CDFIS.

Lo anterior se afirma debido a la ubicación del predio y a que conforme a las modalidades de utilización o usos de suelo para las Actividades Extractivas está condicionado para corredores eco-comerciales y de servicios y que dichas actividades se permiten fuera de los límites de centros de población o en zonas con aptitud para ese fin.

Asimismo, sucede algo similar para el caso de los Depósitos de Desechos (naturaleza de la CDFIS), condicionados para corredores eco-comerciales y de servicios y que dichas actividades se permiten fuera de los límites de centros de población o en zonas con aptitud para ese fin.

Por ello es que el proyecto de la CDFIS no se contrapone al PROGRAMA SUBREGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE ZACATECAS 2010 es acorde a las condiciones determinadas del sitio en la que se encuentra el predio del proyecto con base en dicho instrumento.

III.4. Legislación.

III.4.1. Leyes y Reglamentos.

III.4.1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGEEPA) y su Reglamento (R-LGEEPA).

Con base en la naturaleza del proyecto, se determina tomar en consideración lo señalado en el CAPÍTULO IV Instrumentos de la Política Ambiental, en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de la Sección V Evaluación del Impacto Ambiental:

"ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;

Y de acuerdo con lo señalado en el inciso M) fracción I del artículo 5 del R-LGEEPA:

"ARTICULO 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

M) Instalaciones de Tratamiento, Confinamiento o Eliminación De Residuos Peligrosos, así como Residuos Radioactivos:

I. Construcción y Operación de Plantas para el Confinamiento y Centros de Disposición Final de Residuos Peligrosos;

Por lo anterior se realiza y elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental para la disposición final de los residuos presentes en el sitio.

Vinculación.

Por lo que el proyecto de la Celda de Disposición Final In Situ (CDFIS) no se contrapone a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) ni a su Reglamento (R-LGEEPA) y busca dar cumplimiento legal con base en dichos instrumentos.

III.4.1.2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento (R-LGPGIR).

Con base en la naturaleza del proyecto, se determina tomar en consideración lo señalado en el artículo 17 de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) de la Sección V Propuestas de Remediación:

"ARTICULO 17. Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción II de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. …"

Y de acuerdo con lo señalado en la fracción IX del artículo 143 del R-LGPGIR:

"ARTICULO 143.- Las propuestas de remediación para emergencias y pasivos ambientales se integrarán al programa de remediación y contendrán:

IX. El plan de desalojo de residuos sólidos urbanos, residuos de la construcción, residuos de manejo especial y residuos peligrosos presentes en el sitio en el caso de pasivos ambientales

Por lo anterior se analizaron las alternativas para la disposición final de los residuos presentes en el sitio.

Vinculación.

Toda vez que el proyecto denominado CDFIS contempla el manejo y disposición final de residuos de naturaleza minera establecidos en el artículo 17 de la LGPGIR, la autorización en su construcción se ajusta a los lineamientos establecidos por la LGEEPA en materia de impacto ambiental, como es el caso del presente Manifiesto, sujetándose por tanto al ámbito federal para la obtención del permiso correspondiente.

Por ello es que el proyecto en estudio no se contrapone a la LGPGIR ni a su Reglamento al dar cumplimiento a los preceptos de competencia federal.

III.5. Normas Oficiales Mexicanas Aplicables.

Se realizó el inventario de los diferentes tipos de residuos ubicados en el sitio. Para su identificación y clasificación, se utilizaron las siguientes normas como referencia.

- **NOM-045-SEMARNAT-2006**

Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Vinculación.

Durante el proyecto se tendrá especial atención de cuidar que los vehículos utilizados para el traslado de materiales emitan la menor cantidad de gases y humo, además de asegurar que cumplan con el programa estatal de verificación vehicular.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005**

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación.

Para el caso de los residuos peligrosos (RP) generados en el proyecto, fueron identificados y clasificados de acuerdo con dicha norma. Los residuos y materiales serán identificados, clasificados y dispuestos en depósitos identificados de acuerdo al tipo, para posteriormente sean retirados de su sitio de ubicación y dispuestos en el sitio final (predio de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU) de acuerdo a las especificaciones establecidas en el Reglamento de la LGPGIR y que asegure el manejo adecuado de estos materiales

- **NOM-161-SEMARNAT-2011**

Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Vinculación.

Los principales residuos de manejo especial que se generarán son los relativos a los residuos de la construcción, por lo que se presentará registro y plan de manejo ante la autoridad estatal (Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas) en apego a los que marca la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas y su Reglamento para la Protección al Ambiente y la Preservación Ecológica en el municipio de Zacatecas, así como el Reglamento Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos sólidos urbanos y de Manejo Especial.

Dichos residuos serán generados por la demolición de las estructuras de las antiguas plantas metalúrgicas y bodegas y de acuerdo con el inventario de las estructuras existentes y el cálculo del volumen de escombro que será generado como resultado de la demolición de dichas estructuras, el volumen total de escombro fue calculado en 1,119.83 m^3 (Volumen de escombros sin abundamiento).

- **NOM-141-SEMARNAT-2003**

Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación, y post-operación de presas de jales.

Vinculación.

Con la participación de laboratorios acreditados y aprobados, se realizaron muestreos del suelo, agua y residuos mineros. Lo anterior de acuerdo con la normatividad respectiva. Para el caso de los residuos mineros (jales, terreros y tepetates), las concentraciones de los elementos lixiviables contenidos en el extracto PECT no fueron superiores a los límites máximos permitidos, pero en todos los casos fueron generadores de drenaje ácido, por esta razón se consideran residuos peligrosos, de acuerdo con lo establecido en la norma.

Los resultados del método GOD, incluido en el Anexo Normativo de la NOM-141, indicaron que el acuífero subyacente en el medio fracturado volcánico no es vulnerable y no existen cuerpos de agua superficiales de importancia hidrológica en la zona.

Es importante decir que en la definición de receptores potenciales es necesario considerar que el predio Chiripa – La Gloria se encuentra en una zona serrana, a una distancia de 0.6 km del límite norte de la ciudad de Zacatecas. No existen comunidades cercanas. Además, en todo el perímetro del predio existe cerca de alambre que evita el acceso de personas y animales al sitio.

- **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004**

Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio y/o vanadio.

Vinculación.

De acuerdo con las características mineralógicas del sistema de vetas Mala Noche subyacente que fue explotado, así como a los contaminantes señalados en la Tabla 1 de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, los probables contaminantes son: arsénico, plomo, vanadio y cadmio.

Los resultados indicaron que existen 23,918 m3 de suelo contaminado con arsénico y plomo, considerando las concentraciones de referencia totales señaladas en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, para uso industrial.

El 27 de septiembre de 2016, la Delegación Estatal de la PROFEPA, mediante el Oficio No. PFPA/38.1/8C.17.4/0312-16, notificó a Capstone Gold, que en las muestras analizadas se encontraron valores de plomo y arsénico en concentraciones superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-147. Además, los resultados analíticos obtenidos en las muestras de jal indicaron que este residuo es peligroso por ser potencial generador de drenaje ácido.

Los resultados de los muestreos realizados por la PROFEPA (y por el Laboratorio ABC indicaron que los contaminantes prioritarios fueron el As y el Pb. Sin embargo, como medida precautoria fueron incluidos el cadmio (Cd) y el vanadio (V).

Es importante decir que en la definición de receptores potenciales es necesario considerar que el predio Chiripa – La Gloria se encuentra en una zona serrana, a una distancia de 0.6 km del límite norte de la ciudad de Zacatecas. No existen comunidades cercanas. Además, en todo el perímetro del predio existe cerca de alambre que evita el acceso de personas y animales al sitio.

Acciones de Remediación.

De acuerdo con lo señalado en la fracción IV del artículo 143 del R-LGPGIR, se proponen como límites máximos de As y Pb en el suelo, para todas las áreas contaminadas dentro del predio, las CRt para uso industrial de la NOM-147.

Para el caso del área ubicada en el cauce del arroyo Chiripa fuera del predio se propone como nivel de remediación del arsénico en el suelo la concentración promedio de este metaloide registrada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en los sedimentos activos de cauces de arroyos ubicados en la parte norte del Distrito Minero Zacatecas. Al respecto, el SGM publicó las cartas geoquímicas arsénico F13-B58 y F13-6821, así como el polígono del Distrito Minero Zacatecas. La concentración promedio de arsénico calculada fue de 140 mg/kg, se propone este valor como nivel de remediación para el área caracterizada en el cauce del arroyo Chiripa fuera del predio.

- **NOM-157-SEMARNAT/SSA1-2009**

Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

Vinculación.

Para el caso de los residuos mineros (jales, terreros y tepetates), las concentraciones de los elementos lixiviables contenidos en el extracto PECT no fueron superiores a los límites máximos permitidos, pero en todos los casos fueron generadores de drenaje ácido, por esta razón se consideran residuos peligrosos, de acuerdo con lo establecido en la norma.

Es importante decir que en la definición de receptores potenciales es necesario considerar que el predio Chiripa – La Gloria se encuentra en una zona serrana, a una distancia de 0.6 km del límite norte de la ciudad de Zacatecas. No existen comunidades cercanas. Además, en todo el perímetro del predio existe cerca de alambre que evita el acceso de personas y animales al sitio.

Normas Técnicas Mexicanas Aplicables.

- **NMX-AA-022-1985**

Protección al ambiente – contaminación del suelo – residuos sólidos municipales - selección y cuantificación de subproductos.

Vinculación.

Dicha norma técnica se tomó como referencia para el caso de los residuos sólidos municipales.

- **NMX- AA-132-SCFI-2016**

Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra

Vinculación.

La estrategia, así como el cálculo del número y de los niveles de muestreo fue desarrollada considerando lo indicado en el apartado 5.3.2 y la Tabla 2 de la NMX-132. Así, de acuerdo con la distribución de la contaminación registrada en el muestreo exploratorio, fueron definidas cuatro zonas en donde se realizaron muestreos de detalle complementarios.

En todas las áreas, el número de puntos de muestreo, tanto superficiales como verticales, fue igual o superior a lo señalado en la NMX-132 y en resumen, conforme al muestreo de detalle se ratifican que el As y el Pb son los contaminantes prioritarios.

III.6. Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014, dentro del Estado de Zacatecas existen 13 Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales

con una extensión de 5,206.63 km^2, y un sitio Ramsar con 16.8 km^2. La Región Centro no cuenta con ninguna ANP de carácter federal. No obstante, cuenta con dos de las cuatro ANP de carácter estatal: el "Parque Ecológico del Centenario de la Batalla de Zacatecas"31, que en septiembre de 2012 cambio su denominación a Parque Ecológico Metropolitano, ubicado en los municipios de Zacatecas, Guadalupe y Vetagrande, el cual cuenta con una superficie de 100 hectáreas.

El gobierno del Estado de Zacatecas, determinó que esta área se encontraba amenazada por el cambio de uso del suelo y la realización de actividades que degradan los ecosistemas naturales presentes en la zona por lo que se decidió establecer un instrumento de política ambiental que contribuya a preservar y restaurar el ecosistema.

Tipo de ANP	Nombre de la ANP	Municipios que abarca	Extensión (ha.)	Características
Federal	CADNR001	Genaro Codina Guadalupe	26,430.86	Es un Área de Protección de los Recursos Naturales, principalmente, es una zona protectora forestal. Se extiende entre los estados de Zacatecas y Aguascalientes. El tipo de vegetación que hay en la zona comprende bosque de coníferas y encino, matorral xerófilo, pastizal, selva caducifolia y vegetación inducida. Las problemáticas que se presentan en ésta son la explotación no planificada de los recursos forestales, además de la erosión y degradación del suelo.
	CADNR043	Genaro Codina	9,784.56	Es un Área de Protección de los Recursos Naturales, principalmente, es una zona protectora forestal. Se extiende entre los estados de Zacatecas, Durango, Jalisco y Nayarit. Es una zona con una diversidad de flora y fauna. Los ecosistemas que destacan son el bosque de pino - encino, el bosque mesófilo de montaña, la selva baja caducifolia y el matorral xerófilo. Algunas problemáticas que existen son la pérdida de cobertura vegetal por actividades antropogénicas, extracción ilegal de flora y fauna, incendios forestales, entre otros.
Federal en proyecto	Reserva de la Biósfera Desierto semiárido de Zacatecas	Fresnillo	2,398.33	Esta Reserva se encuentra en proyecto y su importancia radica en que en ella se encuentran numerosas especies endémicas de flora y fauna que corresponden al ecosistema de matorral desértico, único en el mundo por su riqueza biológica. Por tal motivo ésta representa una oportunidad de protección y conservación del medio natural, además de la conservación de servicios ambientales y el desarrollo ordenado y sustentable de actividades económicas.

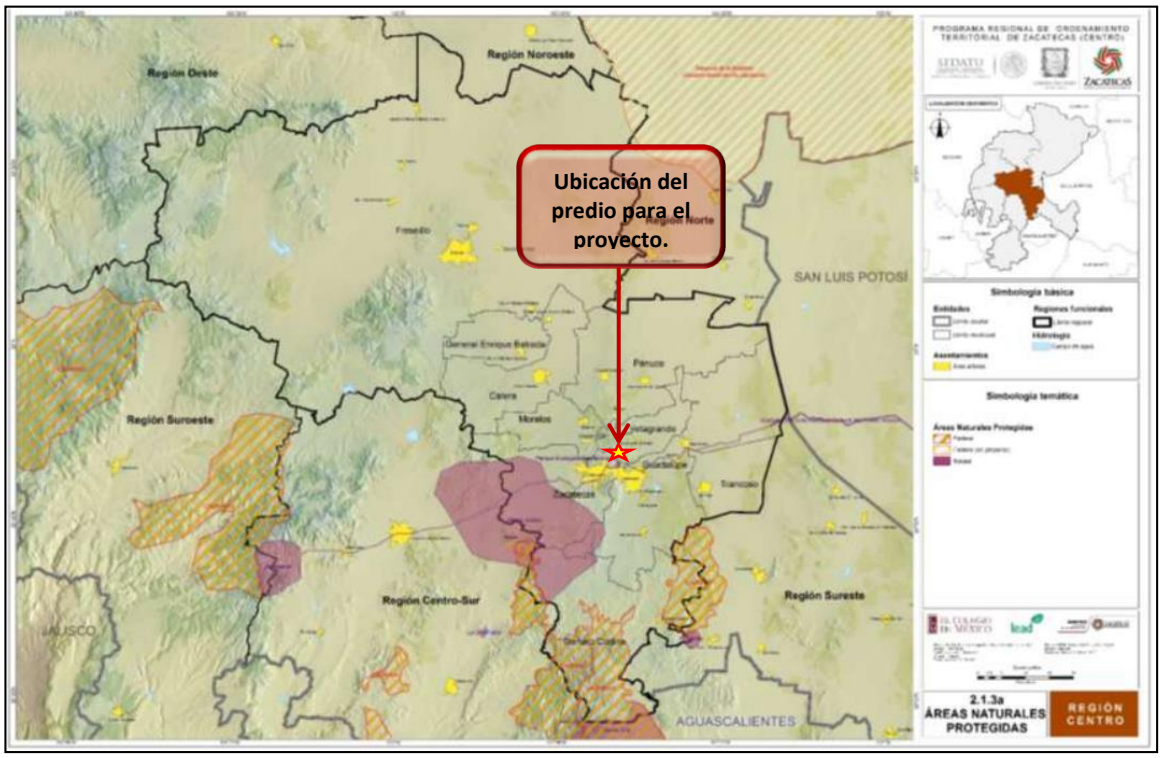
Estatal	Benito Juárez	Genaro Codina Guadalupe Zacatecas	34,301.07	En esta área se localiza el acuífero Benito Juárez, principal centro de abastecimiento de agua para Zacatecas y comunidades aledañas, por lo tanto es una zona de captación de agua para los mantos freáticos.
	El Cedral	Genaro Codina	166.25	Existen ecosistemas como el bosque de pino, de encino, de táscate, matorral crasicaule, matorral espinoso, y pastizal. Además el área tiene un especial valor biológico, ya que en ella se encuentra fauna representativa de las regiones biogeográficas neártica y neotropical, constituyendo un área de influencia que actúa como un corredor y refugio natural que permite el desplazamiento de fauna de amplia distribución en la región.
	Parque Ecológico Metropolitano	Vetagrande Zacatecas	66.77	Es un proyecto complejo que contará con recorridos y senderos peatonales, a caballo y en bicicleta, actividades de reforestación, un jardín botánico, miradores, juegos de agua, un lago, zonas para acampar, tirolesa y actividades que relacionen cultura y ecología.
	Ruta Huichol	Guadalupe Trancoso Vetagrande Zacatecas	345.33	Esta reserva protege una red de caminos y veredas con una longitud de 125 km y una anchura media de 40 metros. En esta área se conservan bosques de pino y encino, mezquitales y pastizales, así como una diversidad de fauna. La reserva se sitúa en el área de confluencia y transición de la Sierra Madre Occidental y los matorrales del Desierto Chihuahuense y abarca territorios representativos de ecorregiones que destacan por su contribución al mantenimiento y equilibrio de la biodiversidad.

Fuente: CONANP (2015), Áreas Protegidas Decretadas. Consultado el 31 de agosto de 2015, EN http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/

Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 69. Listado de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Zacatecas.

El Parque Estatal denominado Ruta Huichola, es la otra ANP estatal. La Ruta Huichola es el trayecto de los Huicholes hacia el Oriente, rumbo a la ruta Wirikuta, cuyo objetivo es proteger las migraciones temporales de este grupo indígena asociadas con sus ciclos rituales y que corre entre los Estados de Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas. De manera particular en Zacatecas abarca los municipios de Susticacán con 22 kilómetros; Jerez con 39 kilómetros, Zacatecas con 26 kilómetros, y Guadalupe con 38 kilómetros. Su longitud es 125 Km., con una anchura media de 40 metros, altitud media de 2100, sumando una superficie del corredor de 500 hectáreas; además la superficie de la poligonal del acuífero de Benito Juárez es de 50,000 has y la poligonal de la sierra de Susticacán es de 10,000 has, sumando en su totalidad al área que se decreta 60,500 hectáreas. A pesar de que ambos parques a la fecha no cuentan con un plan de manejo, las estrategias que se deberán llevar a cabo en ellas son: administrar, conservar, proteger, manejar y preservar los ecosistemas, sus elementos y los servicios ambientales que prestan los parques.



Fuente: Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Zacatecas (Centro) 2014.
http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf

Figura 70. Áreas Naturales Protegidas en la Región Centro del Estado de Zacatecas.

En la figura que se muestra anteriormente se observan las Áreas Naturales Protegidas que se encuentran cerca del predio del proyecto, sin embargo, ninguna de ellas es afectada por el desarrollo y establecimiento del mismo, ya que será llevado a cabo hacia las afueras de la zona urbana del municipio de Zacatecas colindante con los límites municipales de Vetagrande.

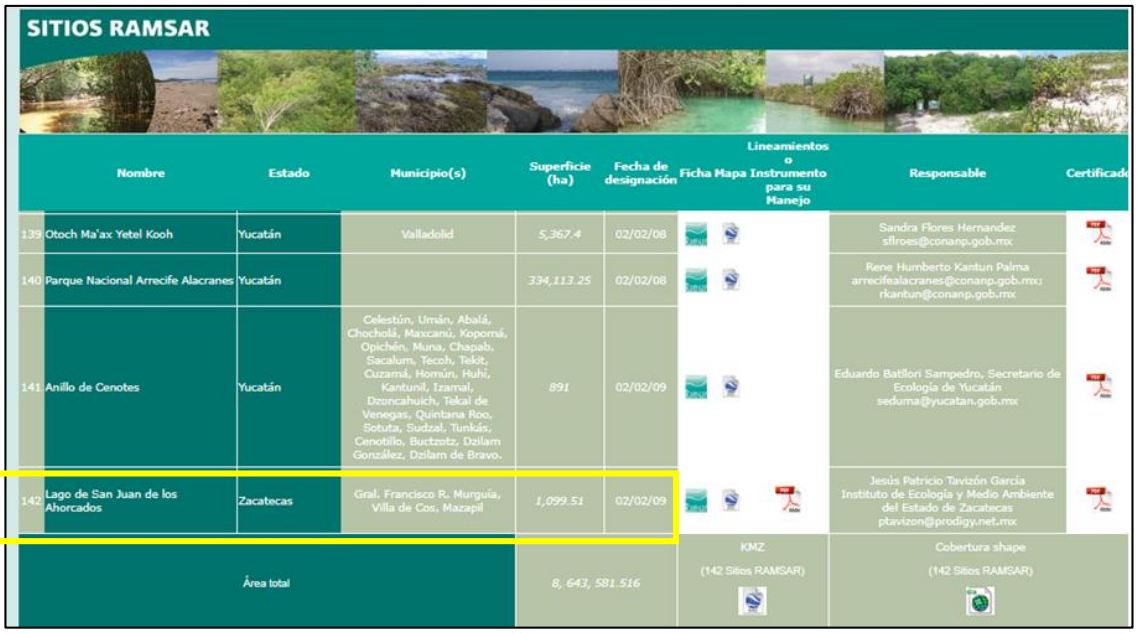
Vinculación.

Con base en la información anterior, es importante decir que el proyecto de la CDFIS no se contrapone a alguna declaratoria de Área Natural Protegida ni de competencia Federal ni Estatal, ya que se encuentra ubicado fuera de los limites perimetrales de los polígonos de dichas áreas, por consiguiente, su establecimiento y desarrollo no afectaría a ninguna de ellas por lo que los recursos naturales existentes no se verán afectados.

III.7. Sitios Ramsar.

De acuerdo con la página electrónica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el dominio de Humedales y Sitios Ramsar (http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php) se tienen registrados 142 sitios en la república mexicana ocupando un área total de 8,643,581,516 ha.

De ellos uno se encuentra en el Estado de Zacatecas y es nombrado como Lago de San Juan de los Ahorcados el cual ocupa una superficie de 1,099.51 has y cuya designación fue en el año 2009.



SITIOS RAMSAR

	Nombre	Estado	Municipio(s)	Superficie (ha)	Fecha de designación	Ficha	Mapa	Lineamientos o Instrumento para su Manejo	Responsable	Certificado
139	Otoch Ma'ax Yetel Kooh	Yucatán	Valladolid	5,367.4	02/02/08				Sandra Flores Hernandez sflroes@conanp.gob.mx	
140	Parque Nacional Arrecife Alacranes	Yucatán		334,113.25	02/02/08				Rene Humberto Kantun Palma arrecifealacranes@conanp.gob.mx; rkantun@conanp.gob.mx	
141	Anillo de Cenotes	Yucatán	Celestún, Umán, Abalá, Chocholá, Maxcanú, Kopomá, Opichén, Muna, Chapab, Sacalum, Tecoh, Tekit, Cuzamá, Homún, Huhí, Kantunil, Izamal, Dzoncahuich, Tekal de Venegas, Quintana Roo, Sotuta, Sudzal, Tunkás, Cenotillo, Buctzotz, Dzilam González, Dzilam de Bravo.	891	02/02/09				Eduardo Batllori Sampedro, Secretario de Ecología de Yucatán seduma@yucatan.gob.mx	
142	Lago de San Juan de los Ahorcados	Zacatecas	Gral. Francisco R. Murguía, Villa de Cos, Mazapil	1,099.51	02/02/09				Jesús Patricio Tavizón García Instituto de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas ptavizon@prodigy.net.mx	
	Área total			8, 643, 581.516			KMZ (142 Sitios RAMSAR)		Cobertura shape (142 Sitios RAMSAR)	

Fuente: CONANP (http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php)

Figura 71. Sitios RAMSAR en el Estado de Zacatecas.

Con base con la Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR) el área está ubicada principalmente en el municipio de Gral. Francisco R. Murguía, y en partes muy pequeñas de los municipios de Villa de Cos y Mazapil. Ocupa una cuenca endorreica en la parte centro-noroccidental del Estado de Zacatecas, cerca de la margen oriental de la Sierra Guadalupe de las Corrientes.

Las coordenadas del centro aproximado del polígono son: 24º01'37.89" N y 102º17'54.55" W.

Este lago se encuentra ubicado al noreste de la cabecera municipal de Cañitas de Felipe Pescador (a unos 62 km en línea recta).

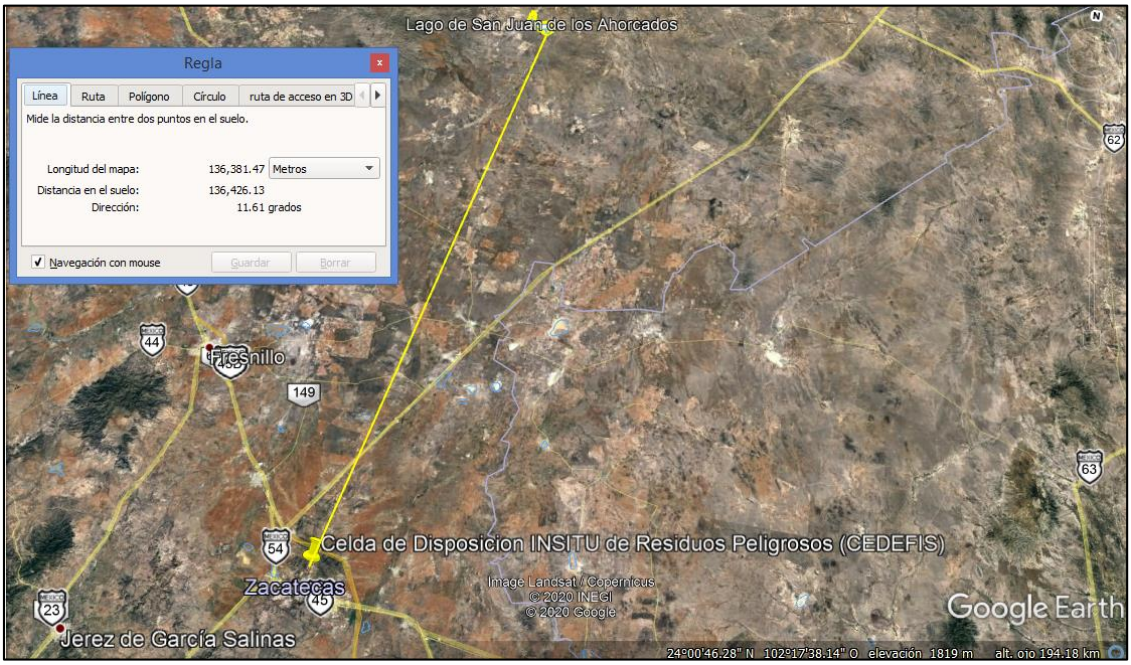
El Lago San Juan de Ahorcados, más que ser un cuerpo natural de agua parece ser una retención parcial natural (poco profunda) de las escasas corrientes superficiales, cabe hacer notar que esta región forma parte de grandes cuencas cerradas y planas (cazuelas), lo cual, provoca que los pocos escurrimientos que se presentan se retengan en diferentes depresiones de poco almacenamiento.

El sitio tiene una importancia relevante desde el punto de vista ecológico, ya que es de los pocos espejos de agua naturales presentes en la entidad, además representa un refugio para las especies de aves migratorias que llegan a esta zona, la cual forma parte del desierto más grande de Norteamérica, el Desierto de Chihuahua.

El Lago San Juan de Ahorcados tiene un área y perímetro (valores aproximados de captación) de 5.166 Km^2 y 16.50 Km, respectivamente; una anchura mayor aproximada de 2.20 Km y una longitud máxima aproximada de 5.40 Km.

Tiene un punto de salida o desfogue en el extremo noroeste, mediante un cauce de aproximadamente entre 270-440 m, este punto de salida alimenta en gran parte a una laguna vecina denominada La Camisa a aproximadamente 2.90 Km al norte de este punto.

Dicho sitio se encuentra a 136 Km de distancia en dirección noreste con respecto al predio de la Celda de Disposición Final In Situ (CDFIS) como se muestra a continuación:



Fuente: Sitio CONANP (http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php)

Figura 72. Distancia de Sitios RAMSAR en el Estado de Zacatecas con respecto al Predio del Proyecto.

Vinculación.

Con base en la información anterior, es importante decir que el proyecto de la CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL IN SITU (CDFIS) no se contrapone a alguna declaratoria o designación de Sitio RAMSAR, ya que se encuentra ubicado fuera de los limites perimetrales de los polígonos de dichas áreas, por consiguiente, su establecimiento y desarrollo no afectaría a ninguno de ellos por lo que los recursos naturales existentes no se verán afectados.

III.8. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes

de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó una base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos de todas las áreas que fueron nominadas, se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en su sistema de información geográfica.

En mayo de 1997, durante una reunión del Comité Consultivo, la Coordinación y técnicos de la CONABIO, se revisaron, con el apoyo de mapas de vegetación, topografía e hidrografía, las 193 áreas propuestas, revisando los polígonos, coordenadas y límites.

Durante 1998 el programa entró a una segunda fase en la cual se regionalizó, con el apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., (FMCN) formándose 4 coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). En cada región se organizaron dos talleres para revisar las AICAS, anexándose y eliminándose aquellas áreas que de acuerdo a la experiencia de los grupos de expertos así lo ameritaron, concluyendo con un gran total de 230 AICAS, las cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Igualmente se concluyó una lista de 5 áreas de prioridad mayor por Región, en donde se tienen identificados los grupos locales que son capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA. Los nuevos mapas se digitalizaron a escala 1:250 000.

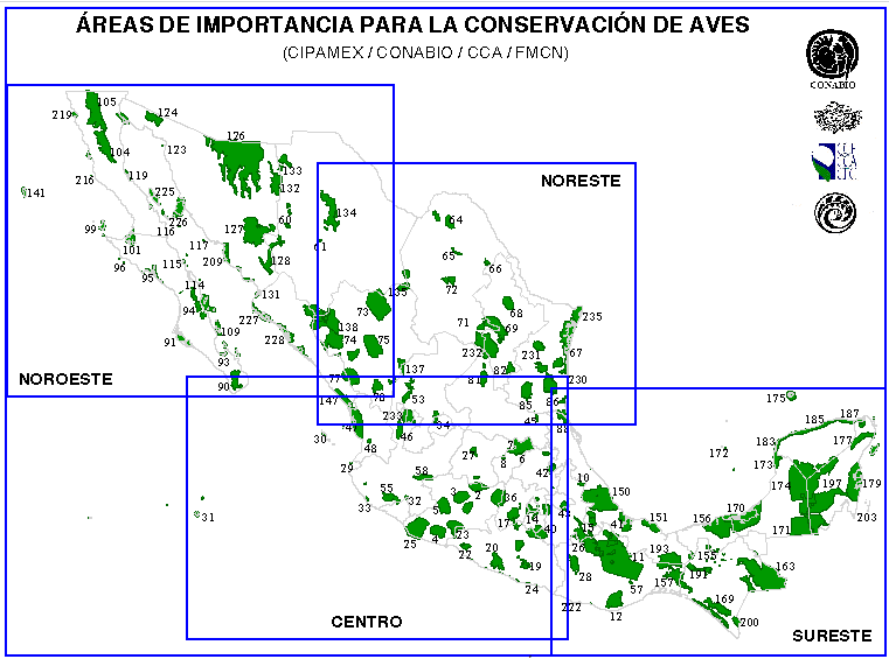
Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes. El listado

completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la Ley Mexicana (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de áreas de importancia para la conservación de las aves en México que representa la culminación de la primera fase de trabajo del proyecto en México. El libro cubre varios propósitos entre los que se encuentran:

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.
- Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.
- Fomentar la cultura "ecológica", especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

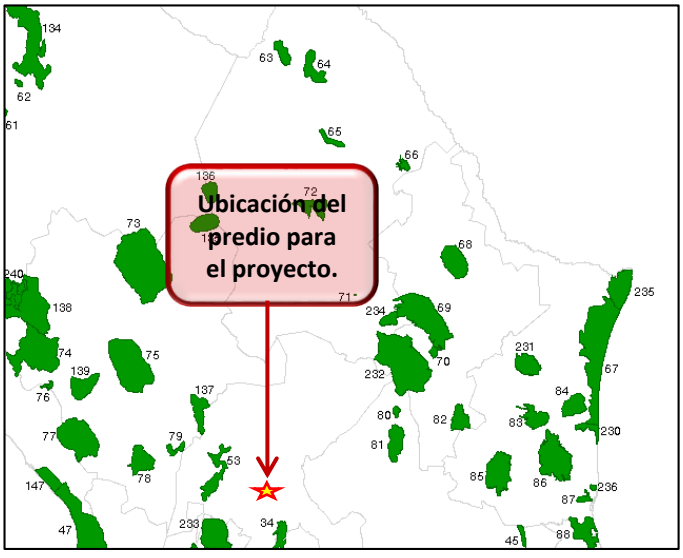
A continuación, se muestran las AICAS de la República Mexicana, divididas en Regiones.



Fuente: Sitio CONABIO (http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html)

Figura 73. Distribución de AICAS por Regiones en la República Mexicana.

De acuerdo con la localización del predio del Proyecto de la Celda de Disposición Final In Situ (CDFIS), éste se ubica en la Región Noreste.

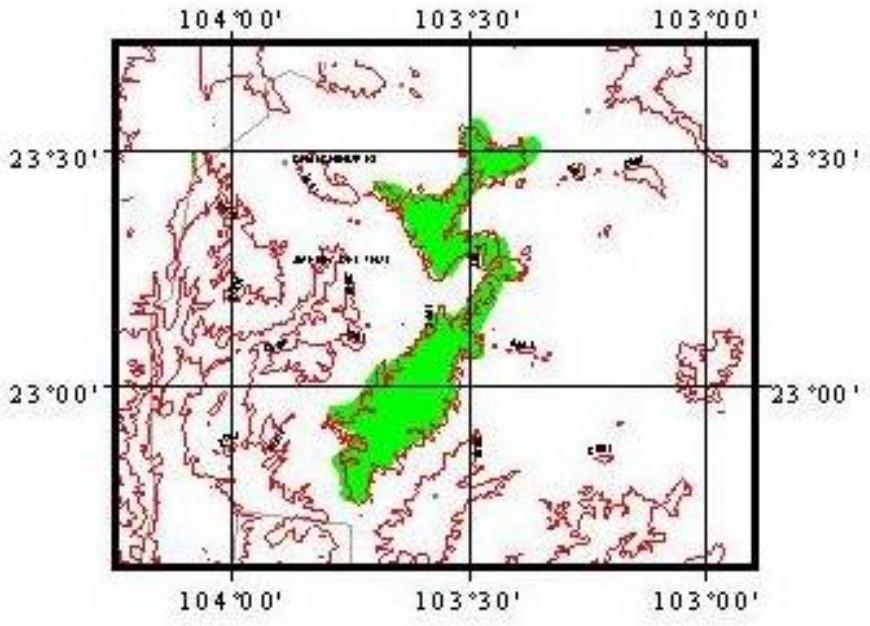


Fuente: Sitio CONABIO (http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html)

Figura 74. Ubicación del Predio del Proyecto respecto a las AICAS de la Región Noreste.

Como se observa, el predio del proyecto se encuentra ubicado fuera de algún área con dichas características. De ellas, las más cercanas son las localizadas en el perímetro del propio estado, las cuales son:

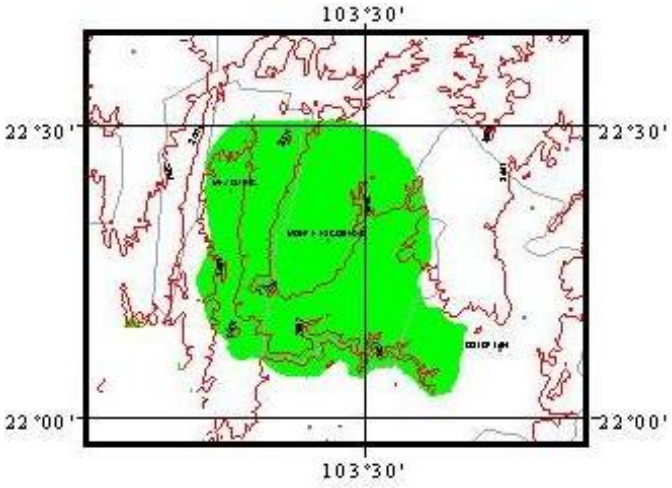
- "Sierra de Valparaiso" localizada en el poniente del estado y con respecto al predio del proyecto. Dicha área cuenta con alrededor de 24 especies de aves, razón por la que se determinó como AICA del estado.



Fuente: Sitio CONABIO (http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html)

Figura 75. AICA "Sierra Valparaiso" en Zacatecas.

- "Monte Escobedo" localizada en el poniente del estado y al surponiente con respecto al predio del proyecto. Dicha área es importante para la conservación de las aves ya que no existe un programa estatal para su protección. Esta región cuenta con especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana 059; en el libro rojo de las Aves de América; en las EBA´s de BirdLife y con especies endémicas de México. Se incluyen también en esta área aves migratorias neotropicales y consideradas en el programa de Compañeros en Vuelo (Partners in Flight), razón por la que se determinó como AICA del estado.

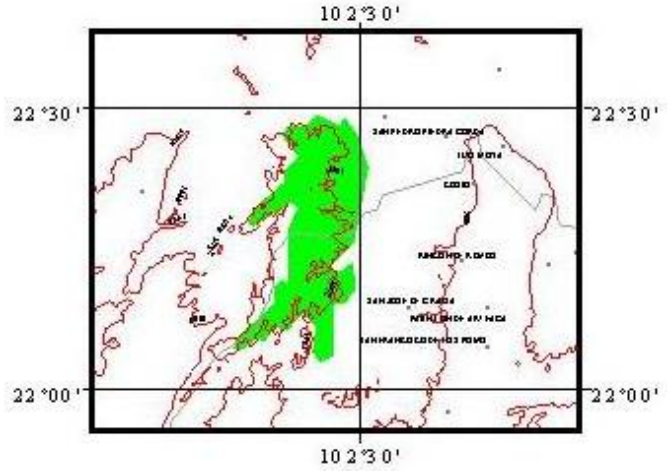


Fuente: Sitio CONABIO (http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html)

Figura 76. AICA "Monte Escobedo" En Zacatecas.

Adicionalmente de las más cercanas, pero fuera del Estado es la localizada en el perímetro del estado de Aguascalientes:

- "La Sierra Fría" localizada en el norte del estado y al sur con respecto al predio del proyecto. Es el área más rica en especies de aves del estado de Aguascalientes. Presenta bosques de coníferas en estado medio de conservación rodeados por matorrales áridos y su determinación como AICA se debe a que presenta poblaciones de águila real, halcón peregrino, halcón mexicano de pradera, halcón de Marshall, coa, palomas de collar y tecolote moteado.



Fuente: Sitio CONABIO (http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html)

Figura 77. AICA "Sierra Fría" en Aguascalientes.

Vinculación.

Con base en la información anterior, es importante decir que el proyecto de la CDFIS no se contrapone a alguna declaratoria o designación de AICAS, ya que se encuentra ubicado fuera de los limites perimetrales de los polígonos de dichas áreas, por consiguiente, su establecimiento y desarrollo no afectaría a ninguna de ellas por lo que los recursos faunísticos existentes no se verán afectados.

III.9. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

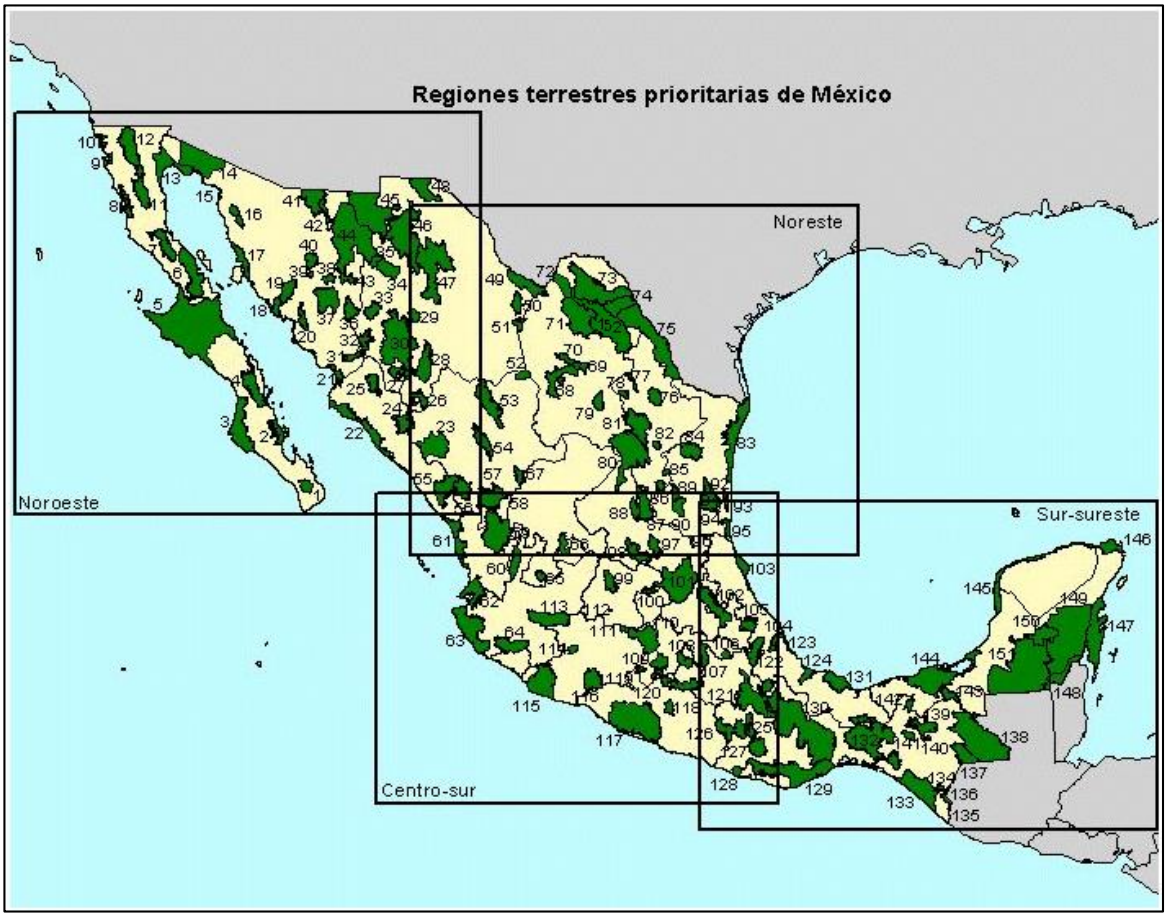
En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

La identificación de las regiones prioritarias es el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio, y de las que se tienen fichas técnicas correspondientes. A continuación, se muestran las RTP de la República Mexicana, divididas en Regiones.



Fuente: Sitio CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tmapa.html)

Figura 78. Distribución de RTP por Regiones en la República Mexicana.

De acuerdo con la localización del predio del Proyecto de la Celda de Disposición Final In Situ (CDFIS), éste se ubica en la Región Noreste.



Fuente: Sitio CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tnoreste.html)

Figura 79. Ubicación del Predio del Proyecto respecto a las RTP de la Región Noreste.

Como se observa, el predio del proyecto se encuentra ubicado fuera de algún área con dichas características. De ellas, las más cercanas son las localizadas parcialmente en el perímetro del propio estado, pero que en su mayoría se encuentran fuera de él, las cuales son:

- RTP 66 “Sierra Fría” localizada en el norte del estado de Aguascalientes y al sur con respecto al predio del proyecto. Esta región es prioritaria para la conservación ya que se trata de un macizo de vegetación templada bien conservada rodeada de zonas áridas. Los principales tipos de vegetación son en su mayoría bosques de encino o asociaciones de encinos con otras especies, por ejemplo, pinos, por arriba de los 2,450 msnm y táscate por debajo de esta cota. También existen matorrales templados, áridos y subtropicales, chaparrales, matorral crasicaule, matorral espinoso, matorral rosetófilo y pastizal natural. El tipo de vegetación predominante es el bosque de encino-pino, encino y encino-táscate. Los encinares son los mejor conservados.

- RTP 67 “Sierra de Órganos” localizada en el sureste del estado de Durango y al norte con respecto al predio del proyecto. Es una topoforma aislada cubierta por bosques de pino piñonero y bosques bajos de escuamifolios *(Juniperus deppeana)* con pastizales. Al norte se encuentra un área con vegetación de pino-encino y bosque bajo abierto con vegetación secundaria en la sierra de Santa María. La porción media de la región se encuentra cruzada por el río Zaragoza que presenta pastizales naturales. La porción sur se cubre con vegetación de pino y bosque bajo en la porción de la sierra de Santa Lucía.
- RTP 59 “Cuenca del Río Jesús María” localizada en el sur del estado de Durango, norte de Jalisco, Noreste de Nayarit, al poniente de Zacatecas y con respecto al predio del proyecto. Se trata de una zona de mesetas y cañones de topografía muy accidentada, con alta diversidad de hábitats conformada en su mayoría por Bosques de Pino, Encino y Selva baja caducifolia; corresponde al límite septentrional de muchas especies tropicales y algunos endemismos, tanto montanos como tropicales en plantas y mamíferos.

Vinculación.

Con base en la información anterior, es importante decir que el proyecto de la CDFIS no se contrapone a alguna declaratoria o designación de RTP, ya que se encuentra ubicado fuera de los limites perimetrales de los polígonos de dichas áreas, por consiguiente, su establecimiento y desarrollo no afectaría a ninguna de ellas por lo que los recursos faunísticos existentes no se verán afectados.

IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMATICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1. Delimitación del Área de Estudio.

Conforme a lo establecido en la guía para la Manifestación de Impacto Ambiental para Residuos Peligrosos Modalidad Particular, para delimitar el Sistema Ambiental (área de estudio) podrá utilizarse la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o Periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente) considerando la ubicación y amplitud del proyecto, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del mismo, las cuales serán consideradas en el análisis. Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se podrán aplicar por lo menos los siguientes criterios (para alguno de los cuales ya se dispone de información presentada en los capítulos anteriores), justificando las razones de su elección, para delimitar el Sistema Ambiental:

a) Usos del suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran);

b) Factores sociales (poblados cercanos);

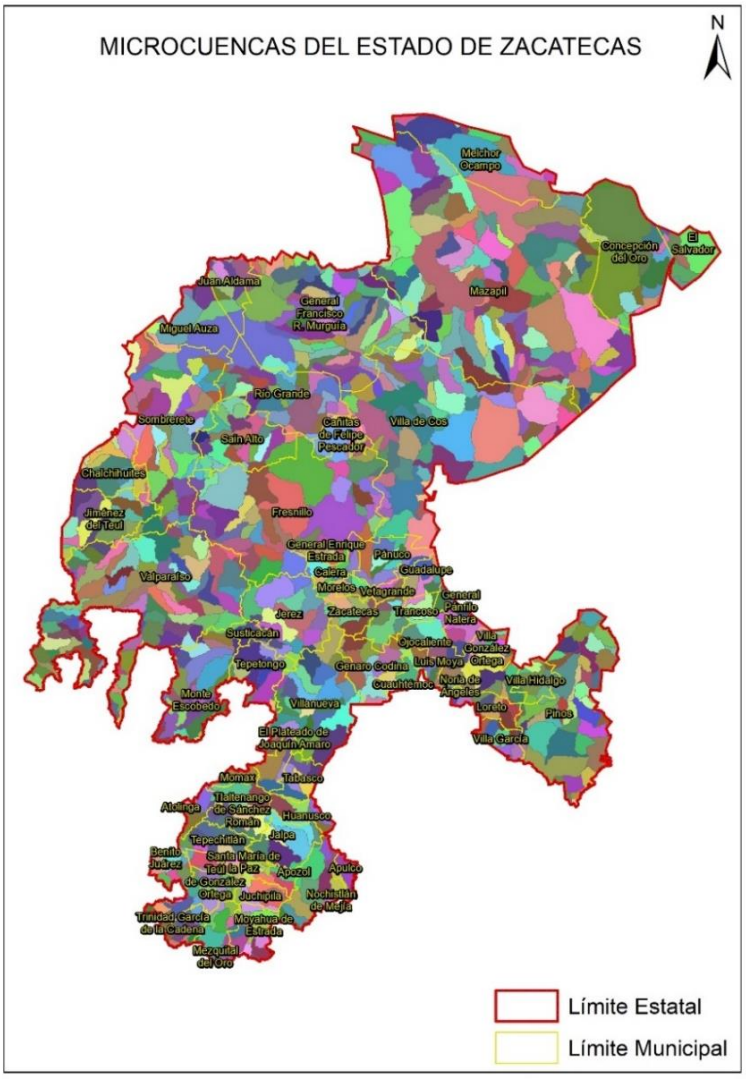
c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;

d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); o

e) Límites administrativos (locales, municipales).

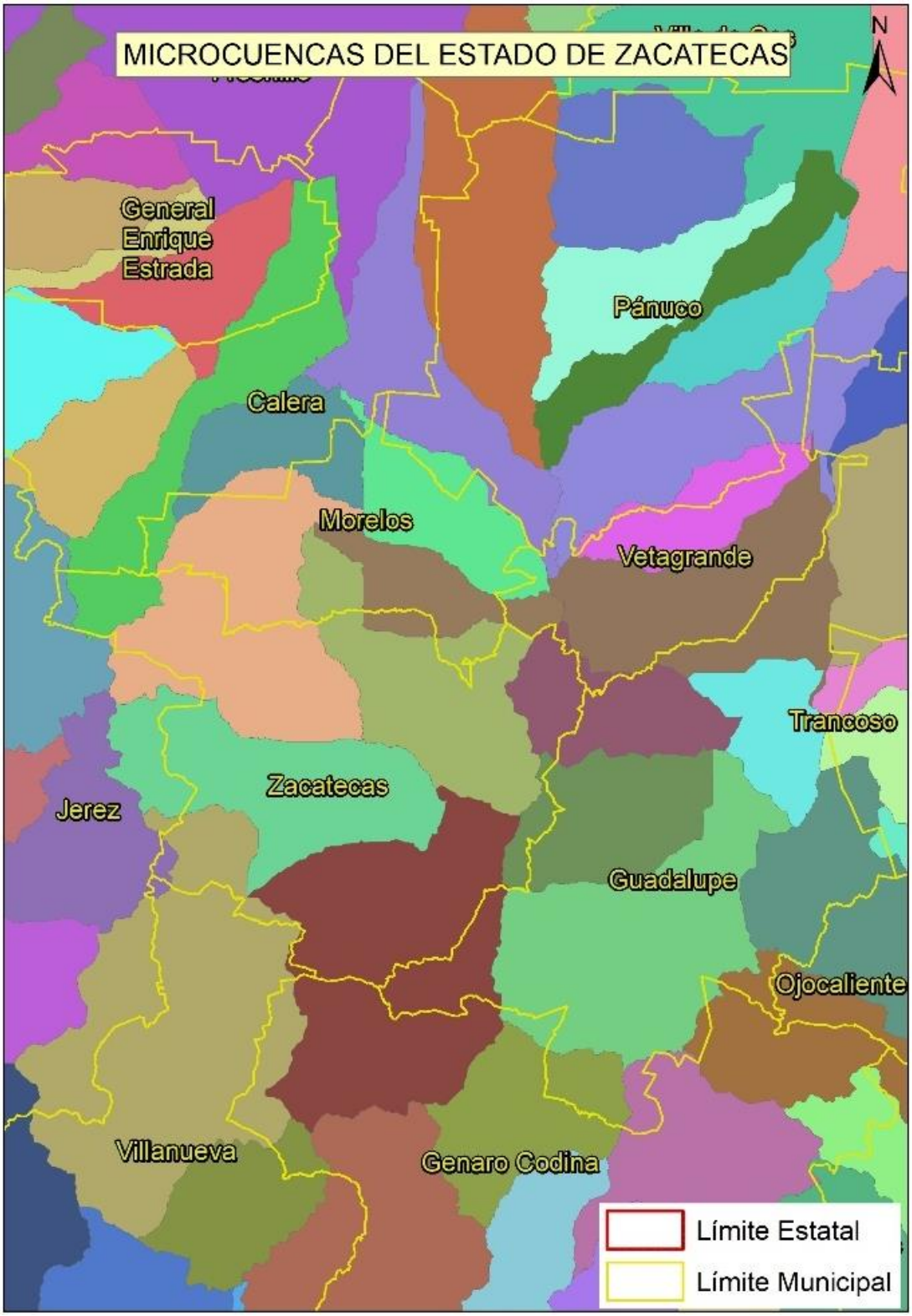
Para el caso del municipio de Zacatecas, hasta la fecha no se cuenta con un instrumento de planeación ecológica local de tal naturaleza, por lo que para el proyecto CDFIS se optó por utilizar para la delimitación del sistema ambiental las distintas microcuencas existentes en el municipio y estado de Zacatecas definidas por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), lo anterior en razón a que se considera que la delimitación hidrográfica para el proyecto

particular en estudio proporcionaría y aseguraría una alta representatividad de las características y homogeneidad de los indicadores y aspectos ambientales que prevalecen en la zona que circunda al predio del proyecto caracterizada tanto por zonas industriales de aprovechamiento minero, vegetación similar así como por la cercanía a importantes centros de población, en este caso con las cabeceras municipales de Zacatecas y Guadalupe, siendo por lo tanto considerado para el análisis del entorno ambiental y socioeconómico ambiental la Microcuenca Zacatecas cuya delimitación puede observarse en las siguientes figuras:



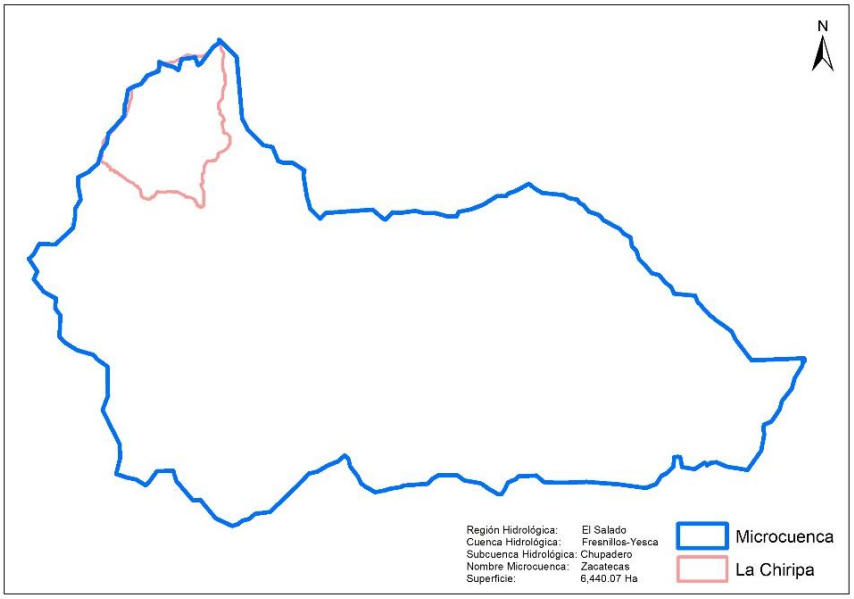
Fuente: Elaboración propia a partir de FIRCO.

Figura 80. Microcuencas del Estado de Zacatecas



Fuente: Elaboración propia a partir de FIRCO.

Figura 81. Microcuencas del Estado de Zacatecas (Acercamiento al Municipio de Zacatecas).



Fuente: Elaboración propia a partir de FIRCO.

Figura 82. Microcuenca Zacatecas.

En este contexto se observa que el predio denominado Chiripa – La Gloria se circunscribe a la Microcuenca Zacatecas delimitada por FIRCO, la cual pertenece a la Región Hidrológica El Salado de la Cuenca Fresnillo Yasca y a la Subcuenca Chupadero; abarca una superficie total de 6,440.07 hectáreas e incluye principalmente parte del municipio de Zacatecas y en su porción oriente una fracción del municipio de Jerez. Esta microcuenca será utilizada para el análisis de los elementos ambientales y socioeconómicos que interaccionan con el proyecto denominado CDFIS.

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

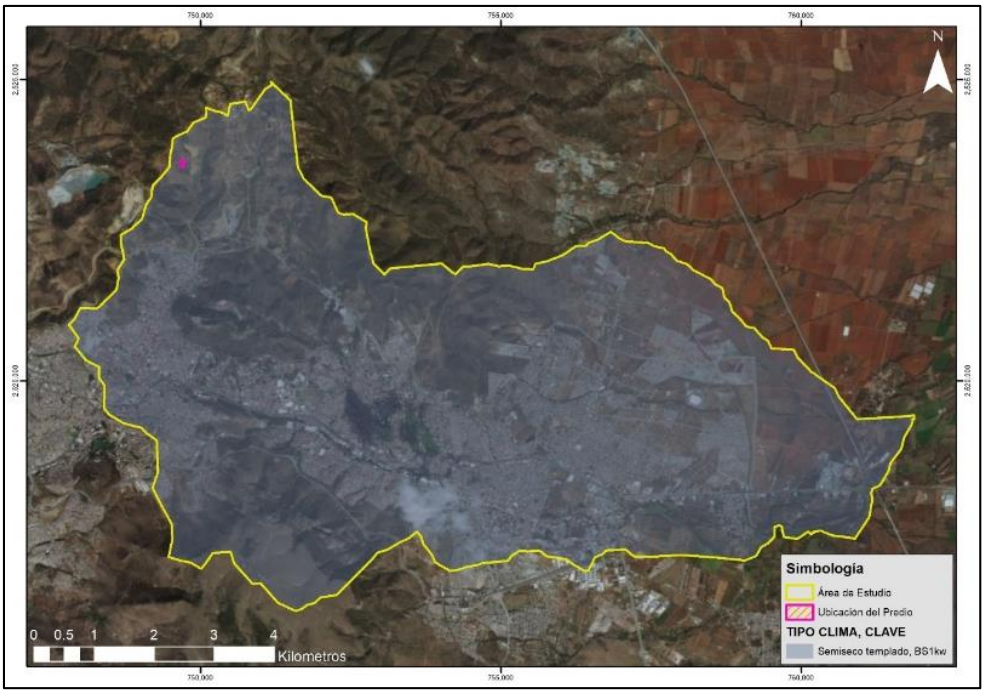
IV.2.1. Aspectos Abióticos.

IV.2.1.1. Clima.

IV.2.1.1.1. Tipo de Clima.

La zona de estudio (Sistema Ambiental) presenta de acuerdo a la metodología de la clasificación de W. Köppen (1936) modificada para la República Mexicana por E. García (1964) un clima Semiseco-Templado (BS1kw) y el cual se tiene presencia en la totalidad del Sistema Ambiental. De acuerdo al Diccionario de datos climáticos del INEGI (2000), dicho clima presenta una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más

frío entre -3°C y 22°C, temperatura del mes más caliente menores de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.



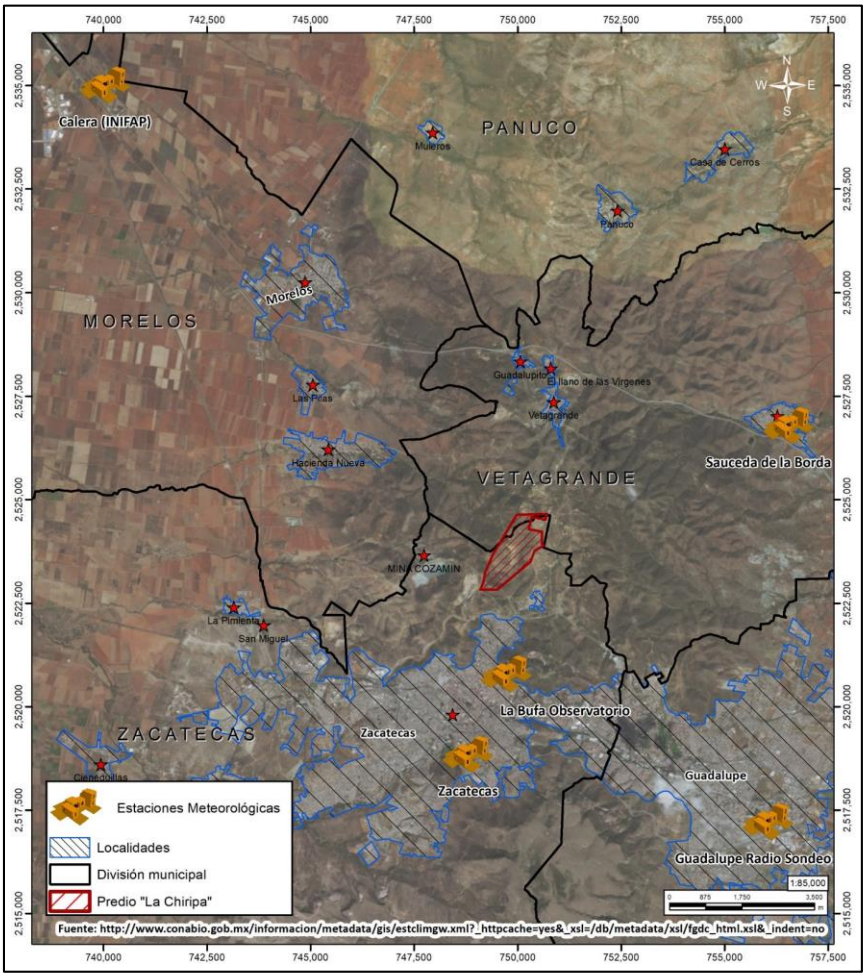
Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEGI (2008).

Figura 83. Tipos de Clima en la Microcuenca Zacatecas

En este contexto se analizaron las siguientes normales climatológicas: precipitación pluvial, temperatura, velocidad y dirección de los vientos, a partir de la información obtenida de las 5 estaciones meteorológicas localizadas en: Calera (32003), Zacatecas (32063), Sauceda de la Borda (32176), La Bufa (32047) y Guadalupe (32031) descritas en la siguiente tabla y figura:

Tabla 23. Localización de las Estaciones Meteorológicas.

No. Estación	Nombre	Localización	Coordenadas Geográficas		
			Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
32031	La Bufa (observatorio)	Cerro de la Bufa, Zacatecas, Zac.	22°46´44" N	102°34´01" W	2,600
32003	Calera	Víctor Rosales, Zac.	22°54´31" N	102°39´35" W	2,097
32176	Sauceda de la Borda	Sauceda de la Borda, Vetagrande, Zac.	22°49´54" N	102°29´56" W	2,318
32086	Zacatecas	Zacatecas, Zac.	22°45´41" N	102°34´36" W	2,352
32121	Guadalupe	Guadalupe, Zac	22°44´49" N	102°30´24" W	2,262



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA.

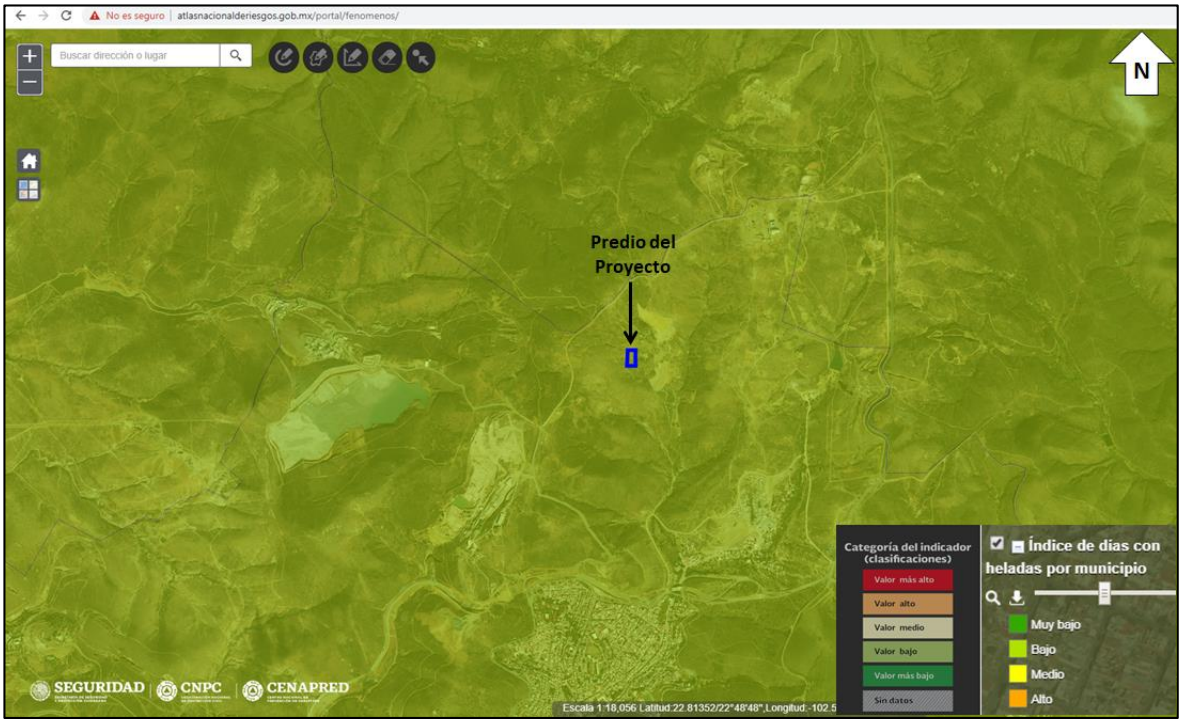
Figura 84. Localización de las Estaciones Meteorológicas en la Zona del Proyecto.

IV.2.1.1.2. Fenómenos Climatológicos

- **Heladas**

Las heladas son fenómenos característicos de regiones donde las oscilaciones de temperatura son extremas, especialmente en las zonas áridas y semiáridas; la humedad atmosférica a nivel superficial es importante, ya que su presencia determina el tipo de helada y su ocurrencia. Al presentarse una helada se genera una la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas.

De acuerdo a los indicadores del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en la zona se tiene un índice bajo de días con heladas de acuerdo a lo mostrado en la siguiente figura:



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 85. Índice de días con heladas en la zona del proyecto de la CDFIS.

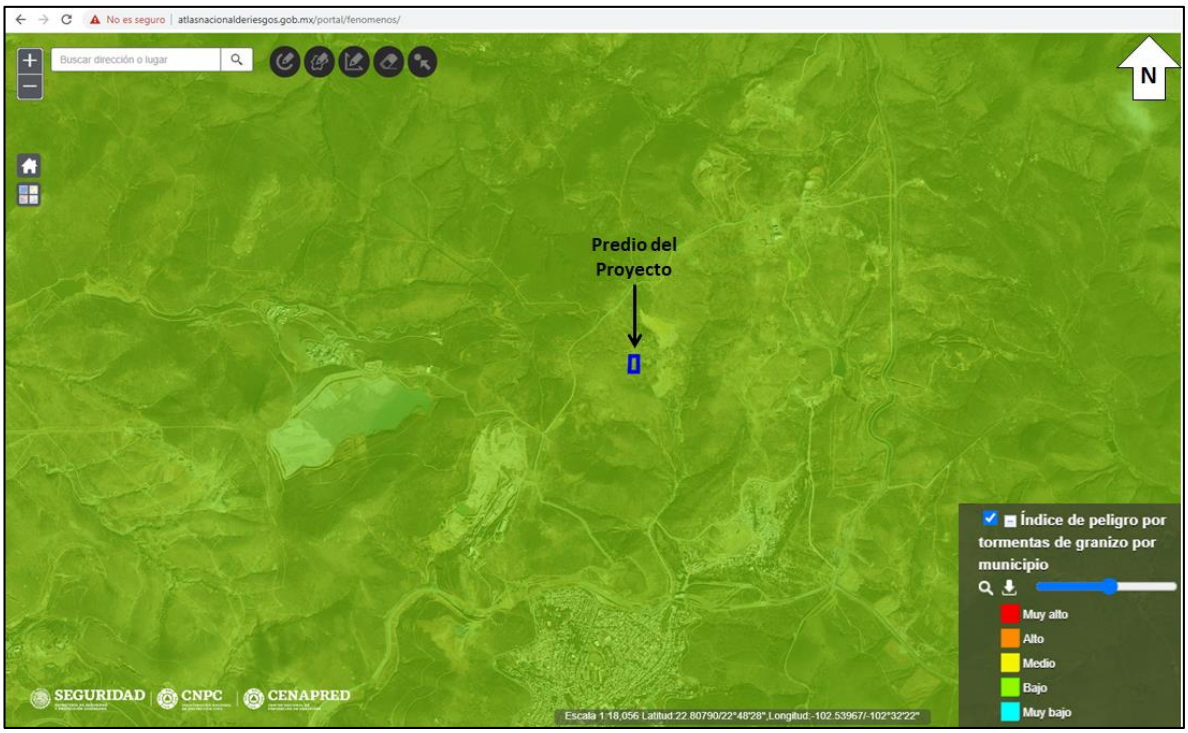
- **Granizadas.**

El peligro debido a este tipo de fenómeno meteorológico está condicionado a la presencia de fuertes corrientes ascendentes húmedas y la presencia de corrientes de vientos fuertes en altura. En los valles, este fenómeno es ocasional y su ocurrencia repentina y poco predecible. Contradictoriamente, aunque son menos frecuentes e intensas las granizadas, es en los valles donde hacen más daño, debido a que éstos son superficies con suelos de vocación agrícola en donde se practica la agricultura de temporal y de riego. Los principales daños causados a la agricultura por las granizadas se reflejan directamente en las pérdidas económicas. La magnitud de las pérdidas depende del tamaño del pedrisco, de la intensidad y de la duración.

En ocasiones, el pedrisco puede llegar a tener una masa de 200 gramos, dañando incluso los techos de las casas habitación de lugares de nivel socioeconómico bajo.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes, así como problemas de tránsito. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

De acuerdo a los indicadores del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en la zona se tiene un índice de peligro bajo de tormentas de granizo en la zona de desarrollo del proyecto en estudio de acuerdo a lo mostrado en la siguiente figura:



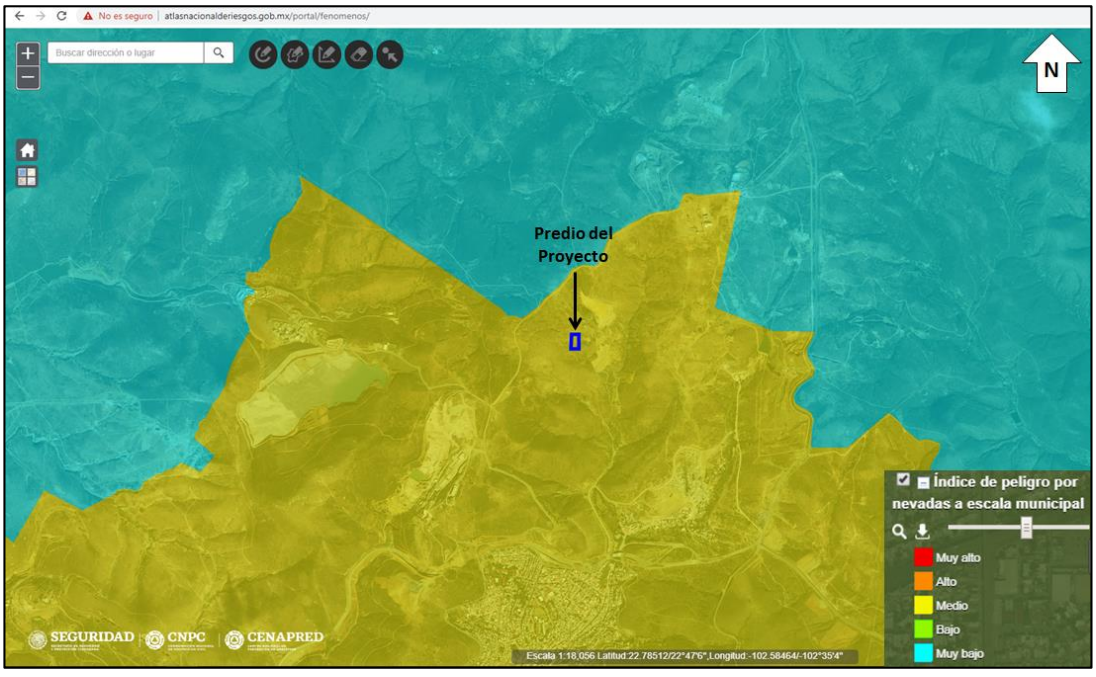
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 86. Índice de Peligro por Tormentas de Granizo en la zona del proyecto de la CDFIS.

- **Nevadas.**

Cabe señalar que, durante una helada, no ocurre precipitación debido a que el vapor de agua contenido en el aire en lugar de ascender, se congela y se deposita en el piso. Mientras que, en la nevada sí existe precipitación. Ella ocurre cuando el vapor de agua contenido en el aire asciende hasta alcanzar zonas que tienen temperaturas similares a las de congelación donde forma conglomerados de cristales de hielo; como estas zonas están cercanas a la superficie, no tienen tiempo suficiente para fundirse antes de llegar al suelo. Como la humedad del aire disminuye con la temperatura, las nevadas más intensas se originan cuando la temperatura de las masas de aire cerca de la superficie del terreno es del orden de 0° C, sin embargo, se ha observado nevadas cuando la temperatura del aire es de 4° C. En una nevada los cristales de hielo caen en grupos ramificados, llamados copos de nieve. Cuando la temperatura es menor a -30° C, los cristales pueden flotar en el aire.

De acuerdo con información del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el peligro por nevadas en el Municipio de Zacatecas es de nivel medio tal como puede apreciarse en la siguiente figura:

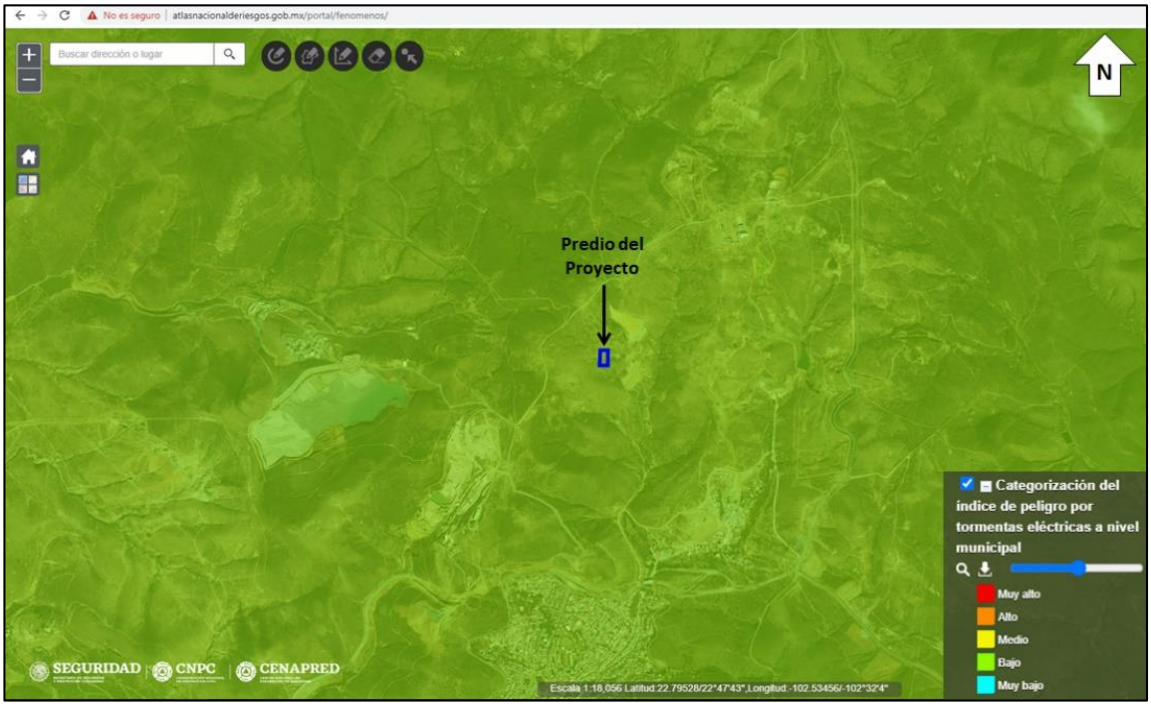


Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 87. Índice de Peligro por Nevadas en la zona del proyecto de la CDFIS.

- **Riesgo de Tormentas Eléctricas.**

De acuerdo a la información de precipitación normal que se considera en un nivel bajo de entre 400 a 500 mm por año y a los indicadores del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, en la zona se tiene un índice de peligro Bajo de Tormentas Eléctricas, tal como se muestra en la siguiente figura.

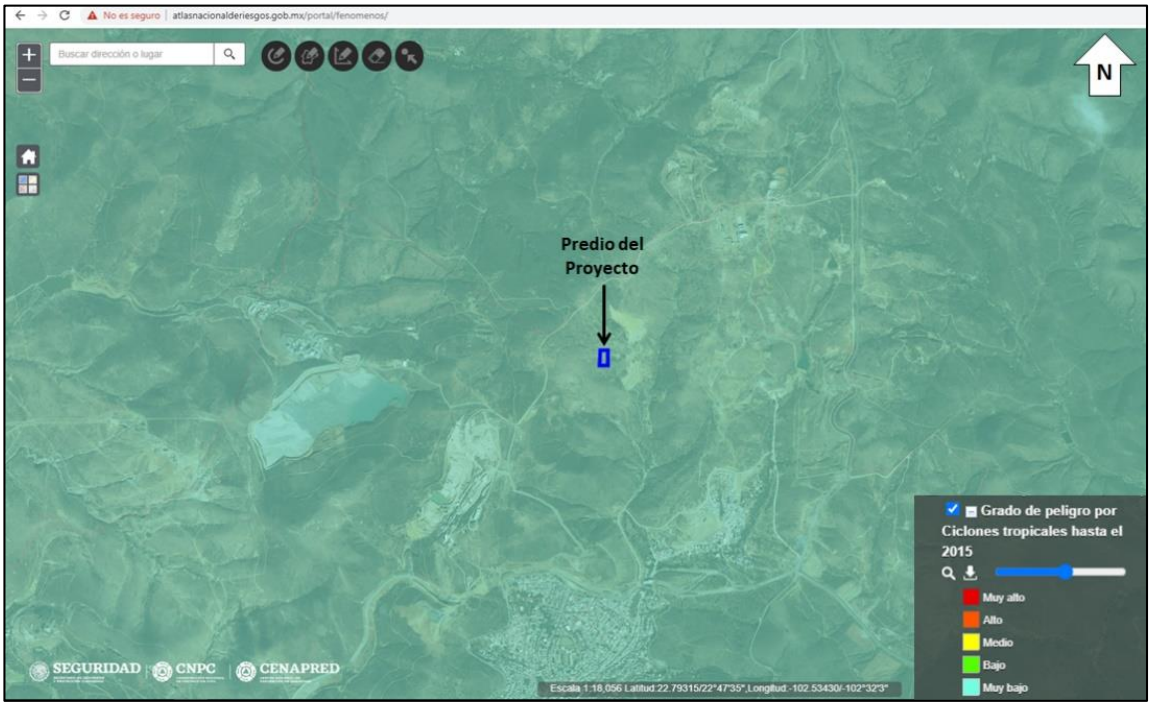


Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 88. Índice de Peligro por Tormentas Eléctricas en la zona del proyecto de la CDFIS.

- **Ciclones Tropicales.**

De acuerdo a la información de precipitación normal que se considera en un nivel bajo de entre 400 a 500 mm por año y a los indicadores del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, en la zona se tiene un índice de peligro Bajo de Ciclones Tropicales, tal como se muestra en la siguiente figura.



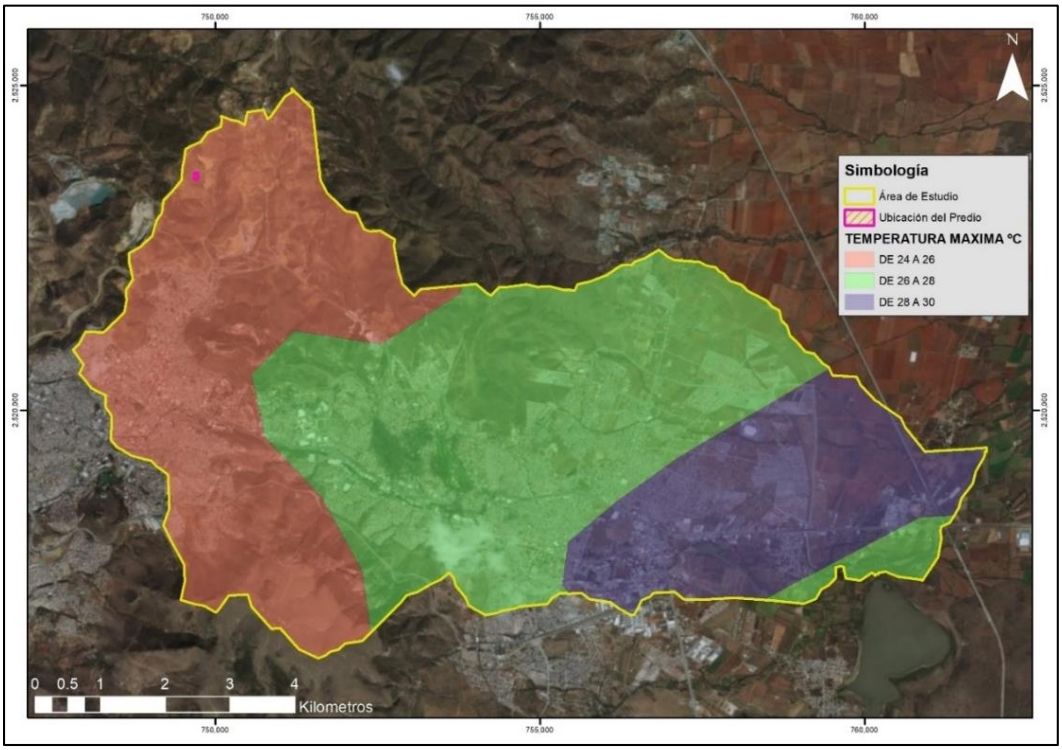
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 89. Índice de Peligro por Ciclones Tropicales en la zona del proyecto de la CDFIS.

IV.2.1.1.3. Temperatura.

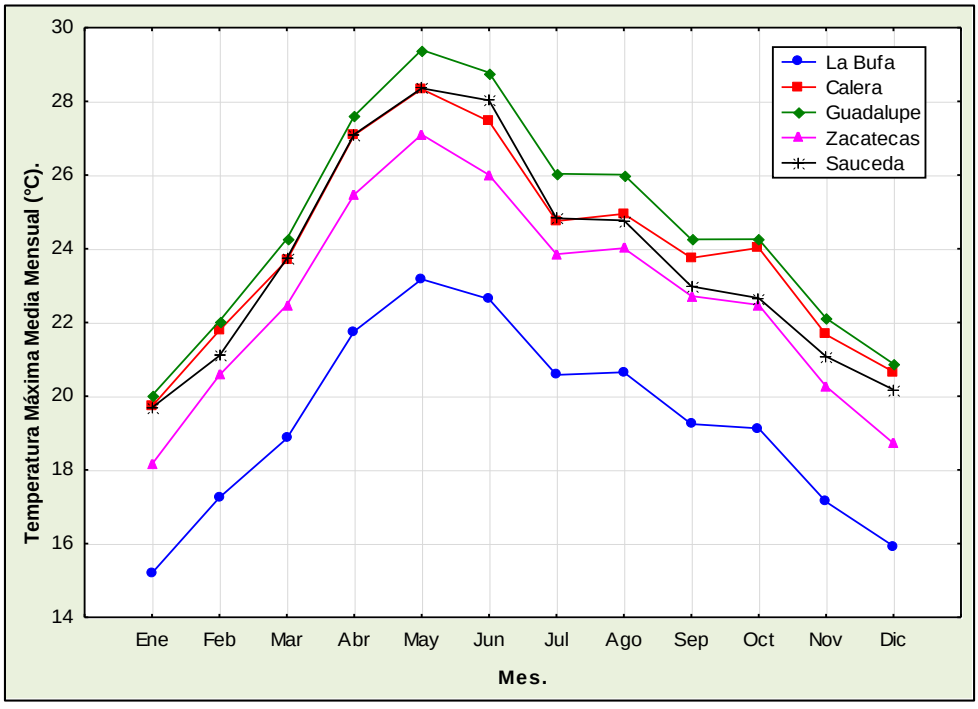
- **Temperatura máxima promedio.**

A este respecto, de acuerdo con información de la CONAGUA y la CONABIO, el Sistema Ambiental presenta 3 rangos de temperatura máxima promedio. En la parte poniente de la microcuenca Zacatecas, se tiene una importante fracción que ha presentado una temperatura máxima promedio de 28 a 30°C. La parte central de la microcuenca registra rangos máximos de temperatura histórica de 26 a 28°C. El resto de la microcuenca correspondiente a la fracción oriente en la cual se encuentra el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto CDFIS presenta una temperatura máxima de 24 a 26°C (ver siguiente figura):



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONABIO (1999).

Figura 90. Temperatura Promedio Máxima Anual en la Microcuenca Zacatecas.

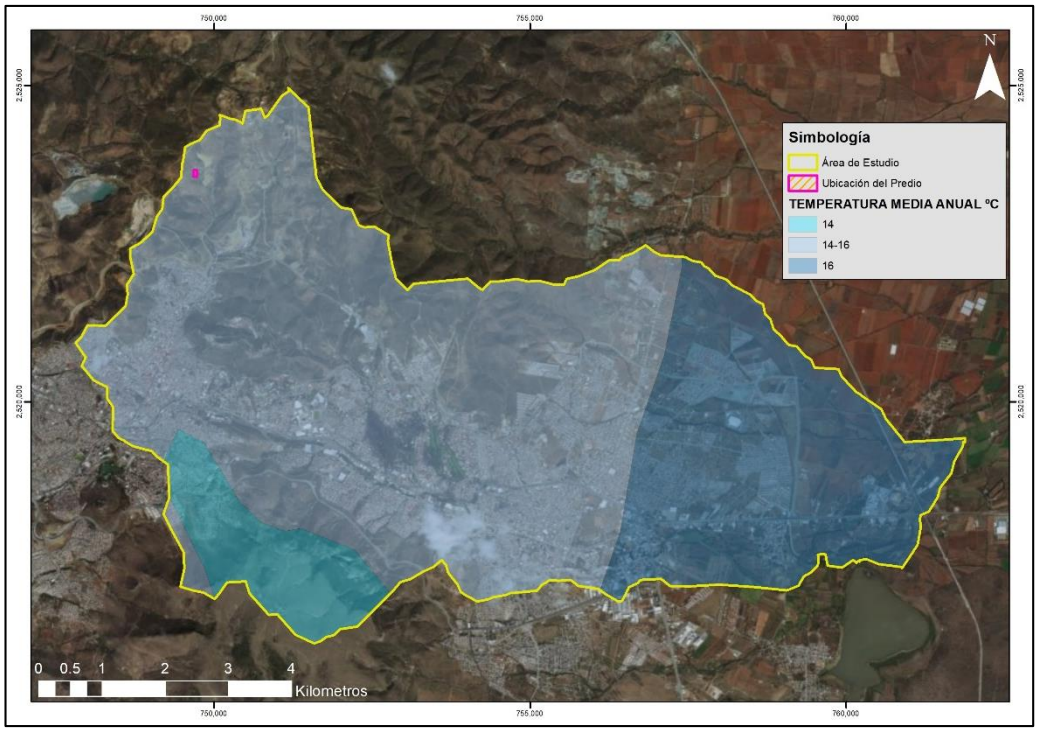


Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2005-2016).

Figura 91. Temperatura Máxima Media Mensual en la Zona del Proyecto.

- **Temperatura media anual.**

Según CONABIO, la microcuenca Zacatecas en su gran mayoría presenta una temperatura media anual que va de 16 a 18°C cuyo rango corresponde a la ubicación del sitio del proyecto CDFIS Asimismo, otra importante área del Sistema Ambiental presenta una temperatura media de 16°C misma que se ubica en la porción poniente del mismo como puede observarse en la siguiente figura:



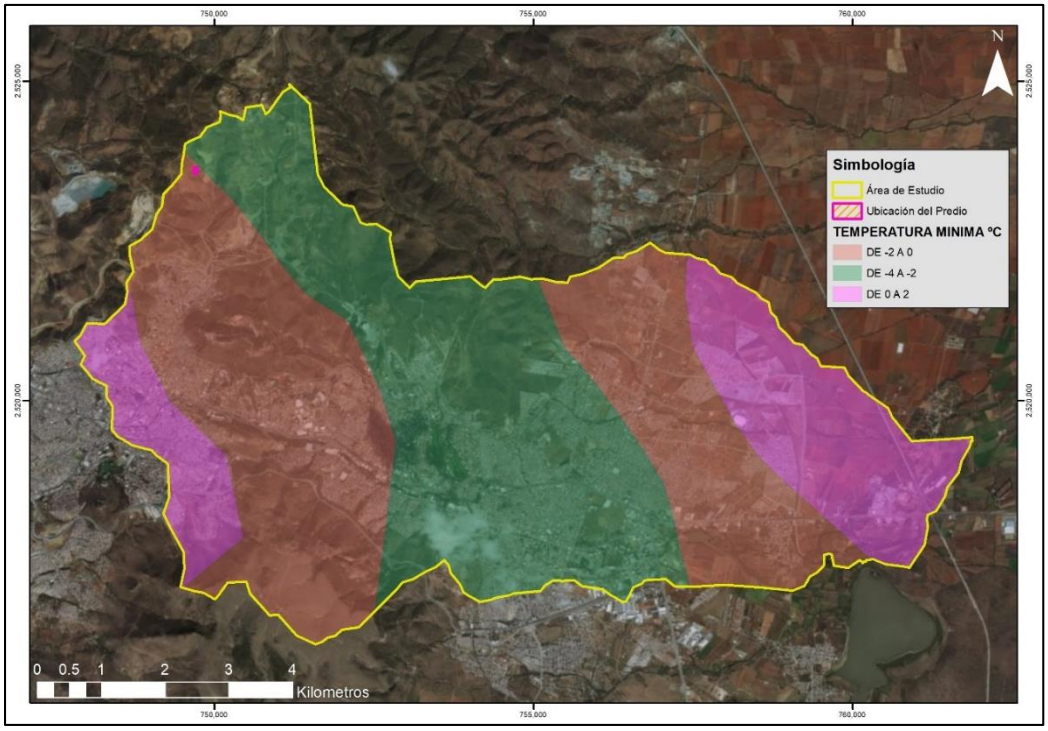
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONABIO (1999).

Figura 92. Temperatura Media Anual en la Microcuenca Zacatecas.

- **Temperatura mínima promedio.**

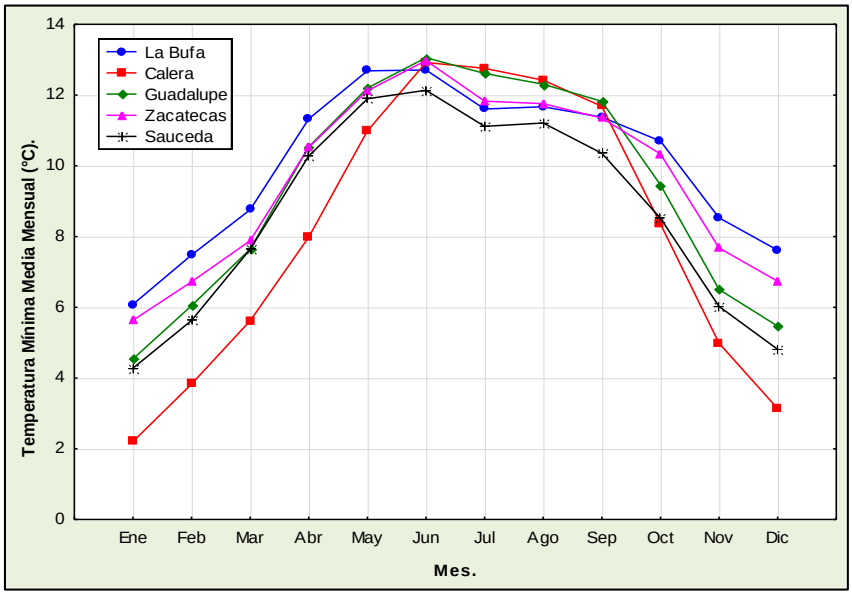
La microcuenca Zacatecas presenta tres rangos de temperatura mínima promedio y que va de los -4 a -2 °C, de -2 a 0 °C y de 0 a 2 °C. El primer rango se encuentra en la parte central de la microcuenca Zacatecas mientras que el segundo rango prevalece en los extremos oriente y poniente de la misma. Finalmente, el tercer rango puede ubicarse entre el primer y el segundo rango. En específico, el predio denominado CDFIS prevalecen temperaturas

mínimas extremas que va de -4 a 0°C correspondiente a la zona al nororiente de la ciudad de Zacatecas y de la microcuenca. Lo anterior se aprecia en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONABIO (2001).

Figura 93. Temperatura Promedio Mínima Anual en la Zona del Proyecto



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2005-2016).

Figura 94. Temperatura Mínima Media Mensual en la Zona del Proyecto.

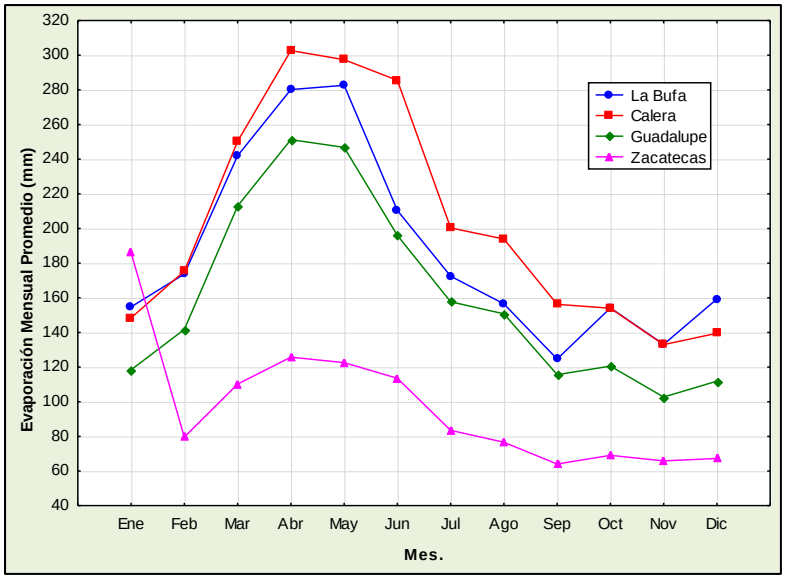
IV.2.1.1.4. Evaporación Promedio.

En materia de evaporación y conforme a la información generada en las Estaciones Meteorológicas La Bufa y Zacatecas, en la siguiente tabla y figura se observa la información correspondiente a la evaporación acumulada mensual cuantificada durante el periodo comprendido entre 2015 al 2018, así como la magnitud de la evaporación anual:

Tabla 24. Evaporación Acumulada Mensual (mm) en las Estaciones Climatológicas cercanas a la CDFI.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Observatorio La Bufa	126	146	202	231	225	178	143	131	117	127	121	121	1,867
Zacatecas	155	174	242	280	283	210	173	143	125	154	122	146	2,206
Guadalupe	118	142	213	251	247	196	158	151	116	121	103	112	1,927
Promedio	**133**	**154**	**219**	**254**	**251**	**195**	**158**	**142**	**119**	**134**	**115**	**126**	**2,000**

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA (2015-2018).



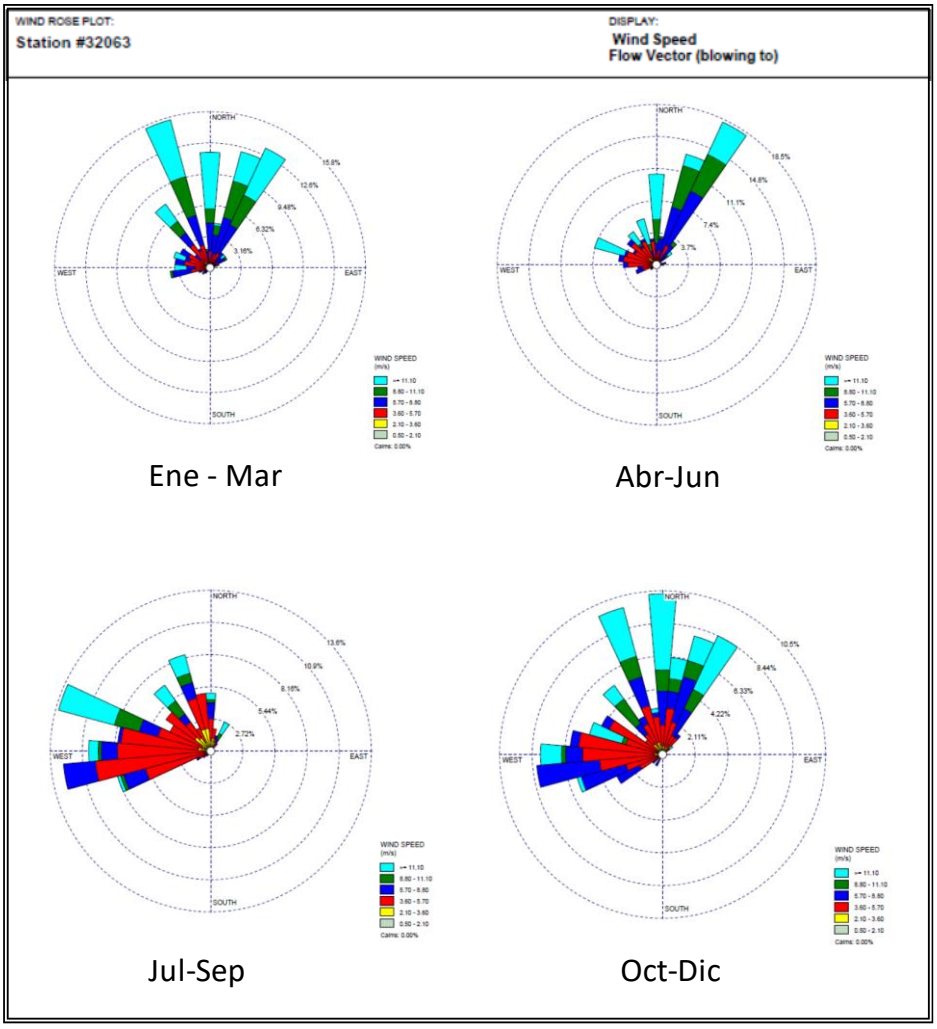
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2015-2018).

Figura 95. Evaporación Mensual Promedio en la Zona del Proyecto

IV.2.1.1.5. Vientos Dominantes (Dirección y Velocidad).

Se utilizó la información del periodo 2015 al 2018 de las estaciones climatológicas de Zacatecas y La Bufa para analizar el comportamiento de los vientos dominantes en cuatro etapas del año (enero- marzo, abril-junio, julio-septiembre y octubre-diciembre). En la estación Zacatecas, durante el periodo enero – junio los vientos dominantes presentaron direcciones NW, N y NE, con velocidades máximas de 11.0 m/seg. Durante el periodo julio

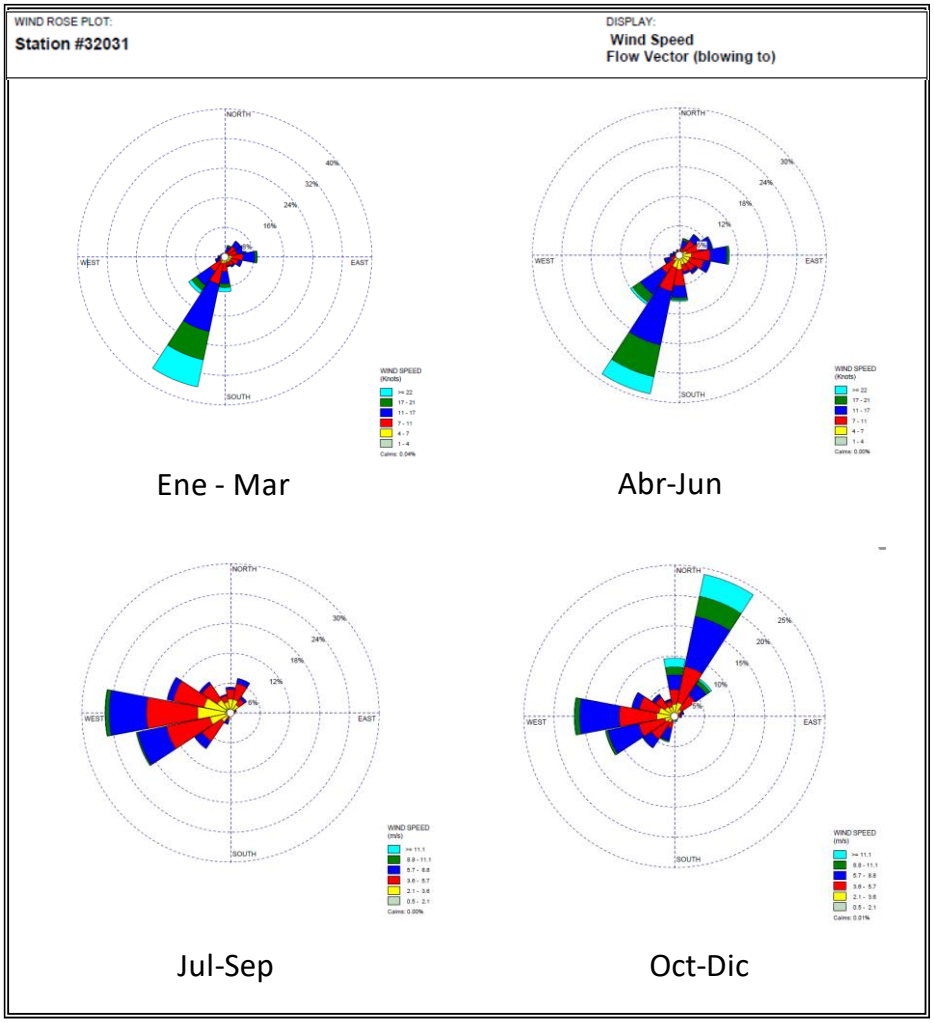
– diciembre las direcciones dominantes fueron W y N, con velocidades máximas de 11.0 m/seg como puede observarse en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2015-2018).

Figura 96. Dirección de los Vientos Dominantes Estación Meteorológica Zacatecas No. 32063.

Para el caso de la estación La Bufa, durante el periodo de enero a junio, los vientos dominantes se registraron en dirección SSW, con velocidades máximas mayores de 22 m/seg. En esta misma estación, durante el periodo de julio a diciembre la mayor frecuencia de vientos dominantes se registró en dirección W y NNE, con velocidades máximas de 11.0 m/seg (ver siguiente figura). De acuerdo con la información evaluada, en términos generales los vientos dominantes en las diferentes épocas del año prevalecen en las direcciones norte y oeste, con velocidades promedio en un rango de 2.1 a 3.6 m/seg.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2015-2018).

Figura 97. Dirección de los Vientos Dominantes Estación Meteorológica La Bufa, 32031.

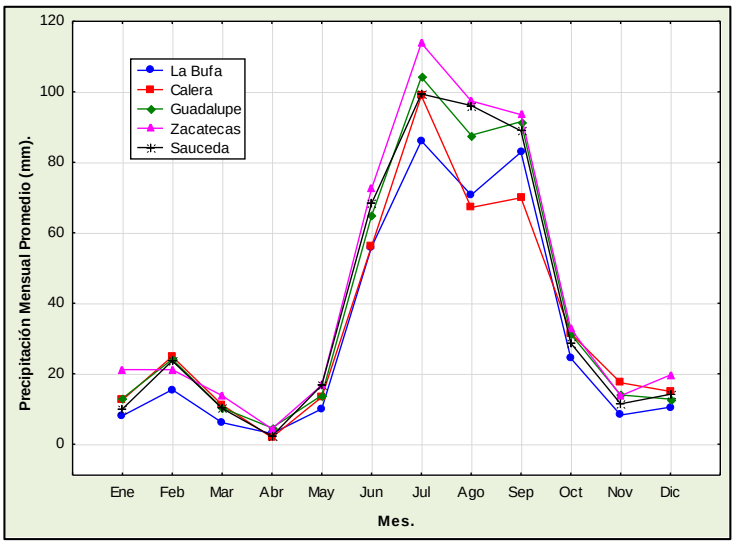
IV.2.1.1.6. Precipitación Pluvial.

Tomando como referencia la información de las Estaciones Meteorológicas localizadas en la zona cercana al sitio del proyecto en estudio a cargo de la CONAGUA, se estima que la precipitación media anual registrada durante el periodo comprendido de 2005 a 2016 fue de 452.79 mm. La precipitación se concentra esencialmente en el periodo de junio a septiembre (cuatro meses), mientras que el periodo de estiaje comprende de octubre a mayo. En la siguiente tabla y la está representada la precipitación promedio anual en el Sistema Ambiental:

Tabla 25. Precipitación Promedio Anual Estaciones Meteorológicas en la Zona del Proyecto.

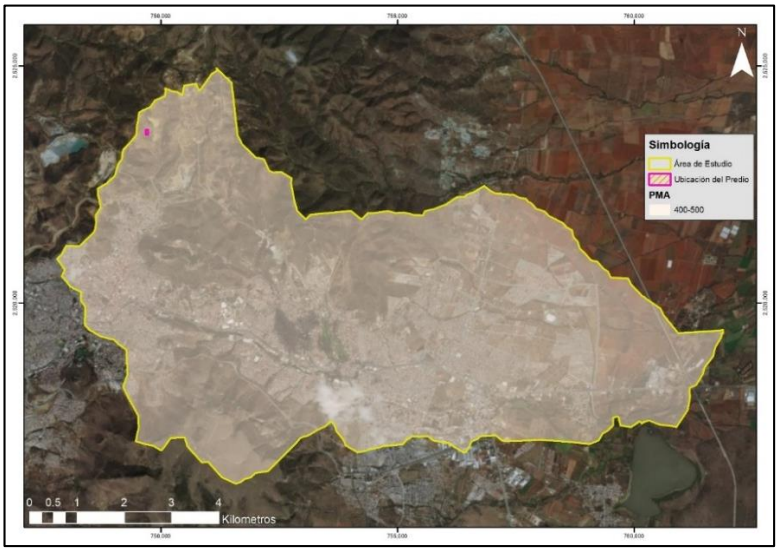
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
La Bufa	8.07	15.47	6.13	3.03	10.02	55.93	86.10	70.73	82.88	24.41	8.27	10.51	381.55
Calera	12.57	24.91	11.18	1.92	13.36	56.14	98.88	67.17	69.93	31.48	17.45	14.97	419.96
Guadalupe	13.00	24.10	10.31	4.63	13.83	64.79	104.18	87.68	91.53	31.21	13.98	12.78	472.02
Zacatecas	21.17	21.15	13.79	4.35	16.74	72.49	113.82	97.42	93.53	32.75	13.75	19.66	520.62
Sauceda	9.99	23.68	10.17	2.28	16.75	68.30	99.39	96.12	88.92	28.67	11.46	14.17	469.9
Promedio	**12.96**	**21.86**	**10.31**	**3.24**	**14.14**	**63.53**	**100.48**	**83.82**	**85.35**	**29.70**	**12.98**	**14.42**	**452.79**

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA (2005-2016).



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CONAGUA (2005-2016).

Figura 98. Precipitación Mensual Promedio en la Zona del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEGI y la CONAGUA.

Figura 99. Precipitación Promedio Anual en la Microcuenca Zacatecas.

IV.2.1.2. Geología y Geomorfología.

IV.2.1.2.1. Geología.

En la zona metropolitana conformada por los municipios de Zacatecas y Guadalupe, las eras geológicas presentes en el área de estudio son: el Cenozoico representado por el periodo del Cuaternario Holocénico (0.01 Ma). El Terciario que abarca de 23.0 a 67.0 Ma. La era del Mesozoico está representado por el periodo Cretácico que abarca de 67.0 a 140.0 Ma y de la misma era el Triásico que abarcó de los 210 a los 230 Ma.

Estratigráficamente las unidades litológicas que afloran, oscilan en edad del Triásico superior al Holoceno. La unidad Triásica se conoce como Formación Zacatecas, es una secuencia clástica de lutitas, areniscas y horizontes calcáreos con metamorfismo de facies de esquistos verdes que las ha transformado en filitas y metalutitas sericitizadas con nódulos de cuarzo, metareniscas, metatobas, metaconglomerados y metacalizas (SGM, 1999).

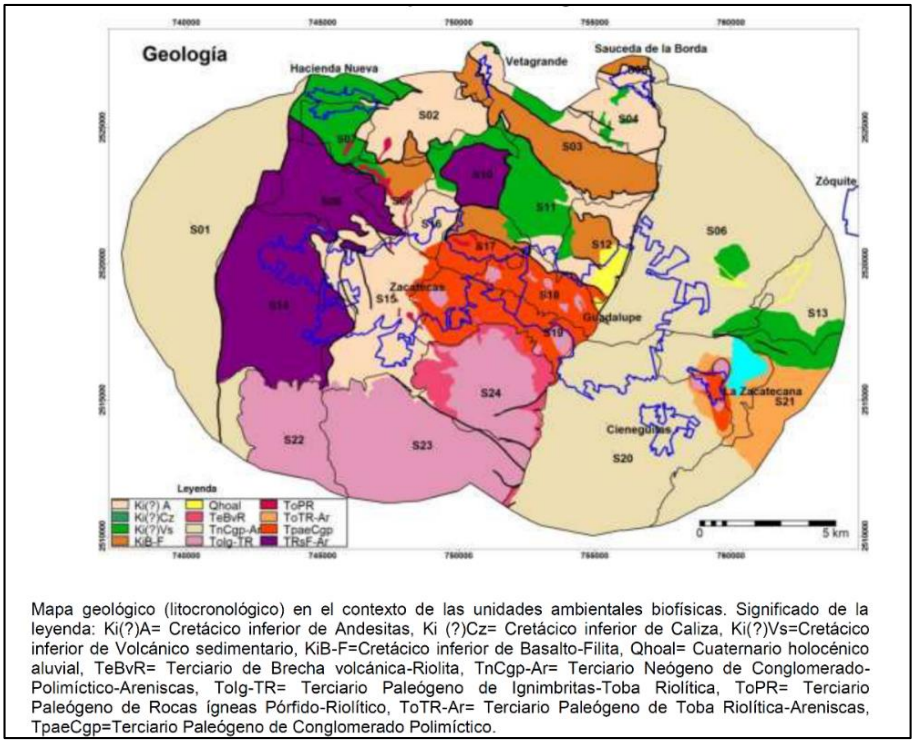
A principios del Terciario inferior, se tiene el depósito de un conglomerado polimíctico nombrado por Edward (1955; citado en SGM, 1999) como conglomerado Rojo de Zacatecas el cual aflora entre las poblaciones de Guadalupe-Zacatecas. Esta unidad está compuesta por fragmentos de andesita-basaltos, metasedimentos, calizas, areniscas y cuarzo, cementados por calcita y arcilla, que en conjunto presentan un color purpura a naranja debido al contenido de hierro. Tiene contacto transicional con las rocas volcánicas de composición andesítica y riolítica que lo cubre. La edad del Conglomerado Rojo de Zacatecas es Paleóceno-Eoceno, basado en sus relaciones estratigráficas y edades isotópicas de las rocas que lo sobreyacen (SGM, 1999).

Durante el Paleógeno, se presentan etapas de magmatismo en la mayor parte de México, que tuvieron su máximo periodo de actividad a partir del Eoceno y que en el área de estudio están representadas por brechas volcánicas andesíticas y riolíticas, tobas, ignimbritas y pórfidos de composición riolíticas. La brecha volcánica riolítica, es una unidad piroclástica y volcanoclástica. Consiste de una brecha de lapilli, tobas y depósito de lahar estratificados

de color rojizo. Su edad es del Eoceno inferior de 46.8 Ma. Aflora una brecha andesítica que presenta una relación estratigráfica similar a la brecha riolítica, con lo cual se correlaciona.

La unidad sobreyace, de manera concordante y transicional, con el Conglomerado Rojo de Zacatecas. Su contacto superior es discordante con las rocas riolíticas. La ignimbrita-toba riolítica, se le ha asignado una edad del Oligoceno, de 36.8 Ma. En el Oligoceno se emplazan diversos cuerpos hipabisales de composición riolítica, a manera de diques, domos y "plugs" en la Sierra de Zacatecas. Las cuales afectaron a las rocas del Triásico y del Oligoceno (SGM, 1999).

Dentro de los cauces se tienen acumulaciones de areniscas y conglomerados polimícticos mal cementados, compuestos por fragmentos de filitas, lutitas, andesitas, riolitas e ignimbritas en menor proporción. Cubren discordantemente a las unidades triásicas, jurásico-cretácicas, así como sedimentarias y volcánicas del terciario. Se les asigna una edad del Neógeno. En el cuaternario se tienen gravas, arenas y limos en el cauce de los arroyos. El mapa geológico de la citada Área Metropolitana se presenta a continuación:



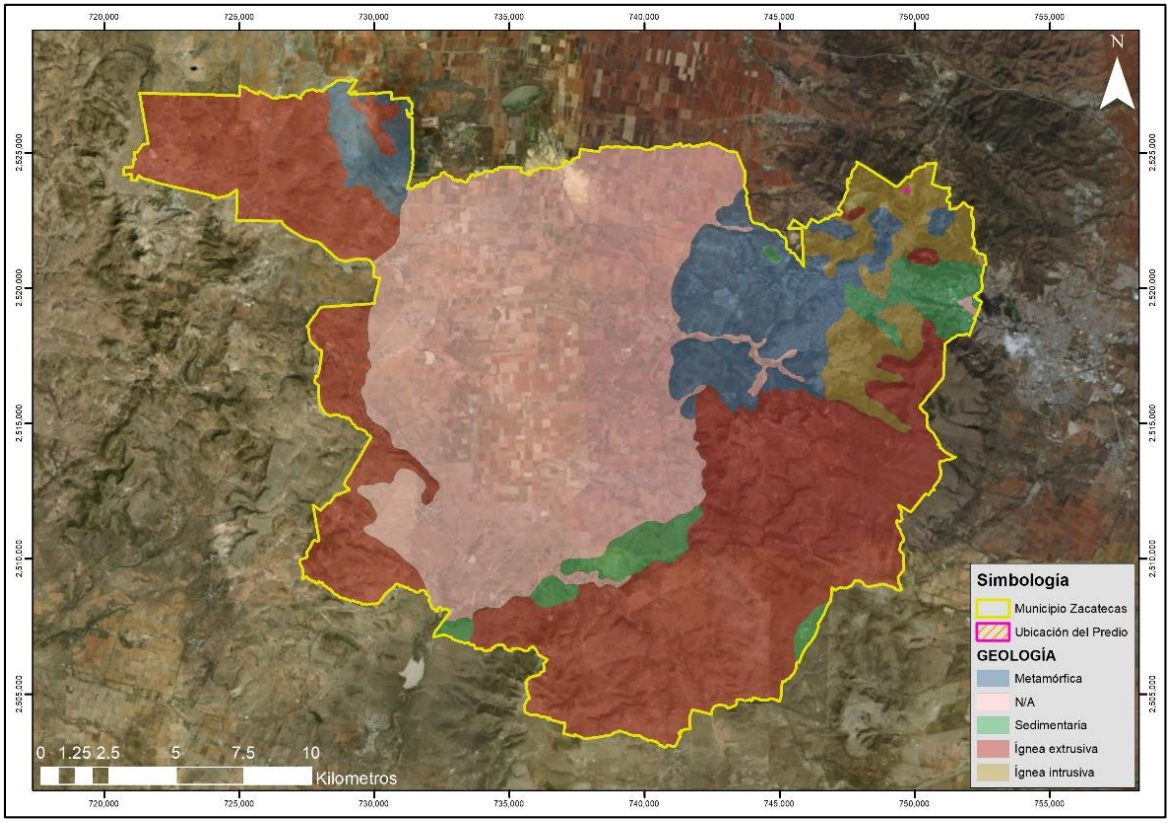
Mapa geológico (litocronológico) en el contexto de las unidades ambientales biofísicas. Significado de la leyenda: Ki(?)A= Cretácico inferior de Andesitas, Ki (?)Cz= Cretácico inferior de Caliza, Ki(?)Vs=Cretácico inferior de Volcánico sedimentario, KiB-F=Cretácico inferior de Basalto-Filita, Qhoal= Cuaternario holocénico aluvial, TeBvR= Terciario de Brecha volcánica-Riolita, TnCgp-Ar= Terciario Neógeno de Conglomerado-Polimíctico-Areniscas, Tolg-TR= Terciario Paleógeno de Ignimbritas-Toba Riolítica, ToPR= Terciario Paleógeno de Rocas ígneas Pórfido-Riolítico, ToTR-Ar= Terciario Paleógeno de Toba Riolítica-Areniscas, TpaeCgp=Terciario Paleógeno de Conglomerado Polimíctico.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Zacatecas – Guadalupe 2016-2040.

Figura 100. Mapa Geológico del Área Metropolitana Zacatecas – Guadalupe.

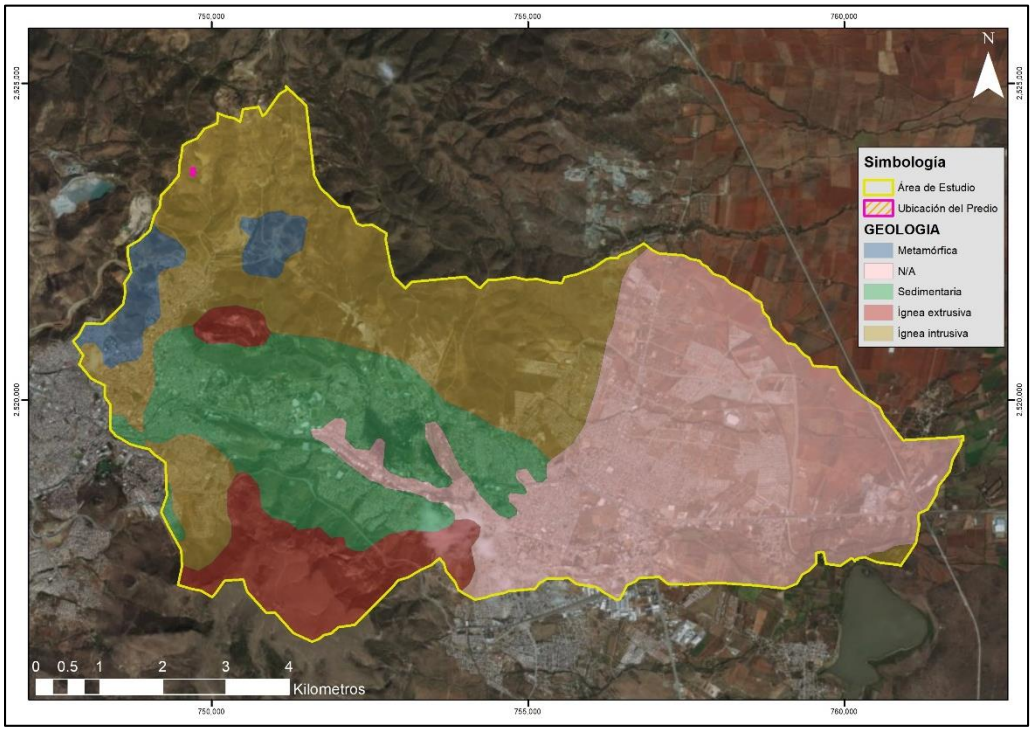
Conforme al Sistema Ambiental determinado para el proyecto denominado CDFIS, la geología del área es del tipo Ígnea Intrusiva. Las rocas ígneas (del latín *ignis*, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes. Cuando la solidificación del magma se produce en el seno de la litósfera, la roca resultante se denomina plutónica o intrusiva.

Dicho tipo de roca cuál se ubica en la porción nororiente abarcando parte de la zona minera localizada al norte de la ciudad de Zacatecas tal como puede observarse en las siguientes figuras:



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:250000, 1982.

Figura 101. Geología del Municipio de Zacatecas.



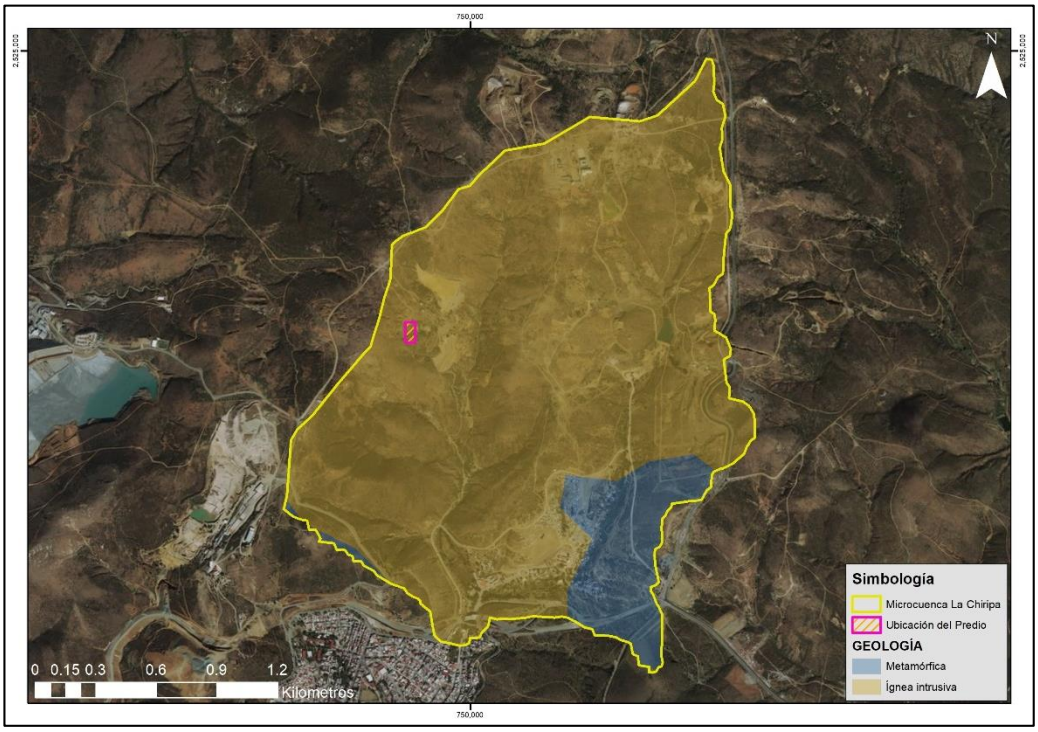
Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:250000, 1982.

Figura 102. Geología del Sistema Ambiental de la CDFIS.

Tabla 26. Geología en el Sistema Ambiental.

Tipo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Ígnea extrusiva	574.00	8.81
Ígnea intrusiva	1,955.94	30.02
Metamórfica	230.99	3.55
N/A	2,515.99	38.62
Sedimentaria	1,237.89	19.00
Total	**6,514.81**	**100.00**

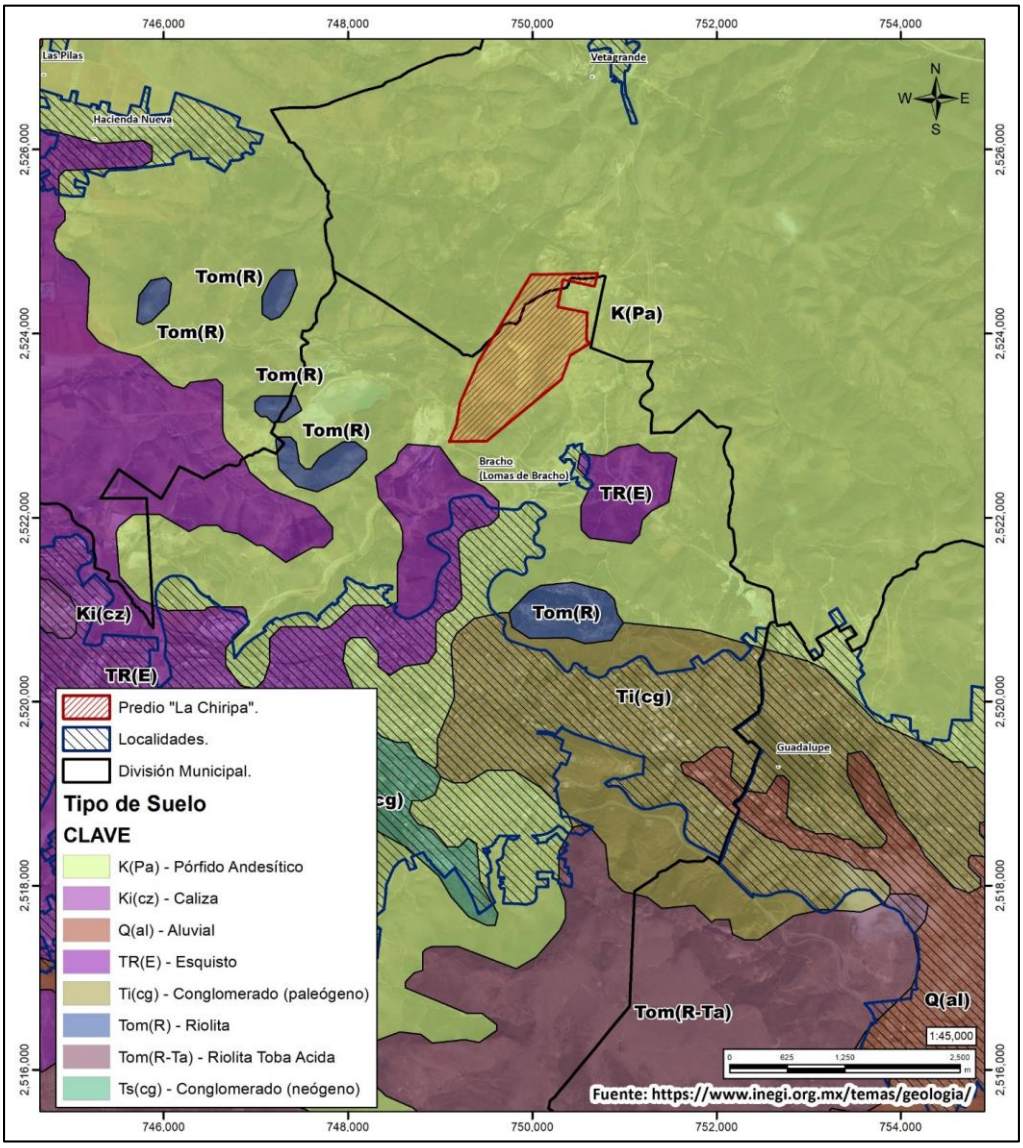
Fuente: INEGI.



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:250000, 1982.

Figura 103. Geología en la Zona de Influencia de Vegetación de la CDFIS.

En forma específica el predio Chiripa – La Gloria en el que se llevará a cabo el proyecto de la CDFIS se localiza sobre dos distintas zonas geológicas, siendo predominante el tipo de roca del Cretácico K(Pa), con características Pórfido andesítico, de color gris a gris pardusco de textura porfídica, con 30% de fenocristales de plagioclasa anhedrales a subhedrales y 1% de fenocristales de biotita subhedrales; cortada por vetillas tardimagmáticas de cuarzo, anhidrita con halos siliceos y vetillas hidrotermales principales de anhidrita, cuarzo, calcopirita con halos cuarzo sericíticos. En la porción sur del predio predomina la roca originada en el periodo Triásico TR(E), siendo el Esquisto la conformación más frecuente, la cual constituye un grupo de rocas metamórficas de grado medio, notables principalmente por la preponderancia de minerales laminares tales como la mica, la clorita, el talco, la hornblenda, grafito y otros, de estructura laminar ondulada e irregular (estructura esquistosa), con granos minerales observables a simple vista como puede observarse enla siguiente figura:



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:250000, 1982.

Figura 104. Geología Carta Zacatecas F13-6.

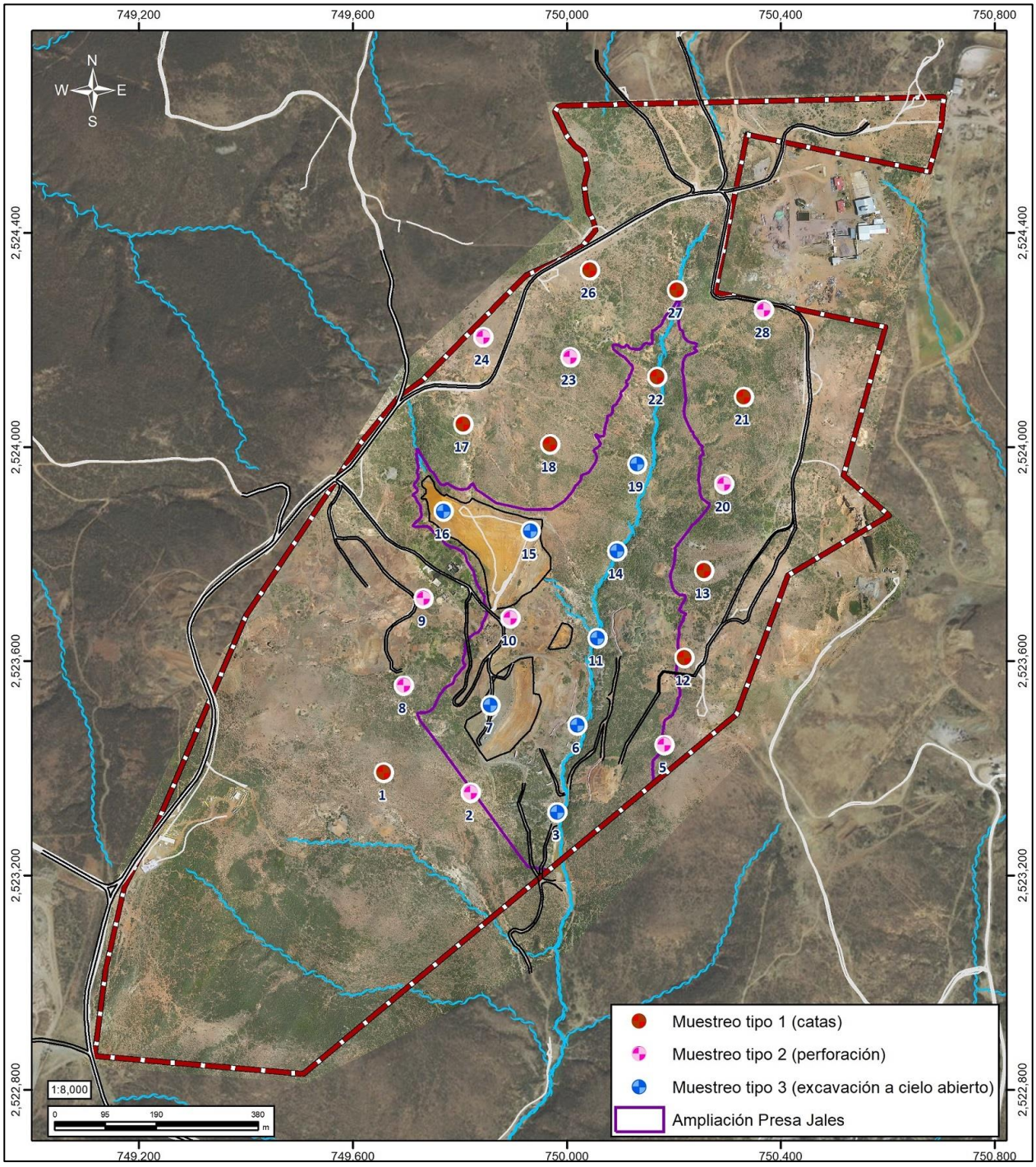
En general, el área está constituida por un basamento sedimentario a metasedimentario el cual ha sido intermitentemente intrusionado a través del tiempo geológico por diversos cuerpos ígneos, estos plutones varían en tiempo de emplazamiento, composición y tamaño, donde los más tempranos son principalmente de composición básica, mientras que los posteriores o tardíos son de composición ácida o riolítica, la mayoría de ellos de carácter subvolcánico así como algunas coladas y derrames intermedios de los cuales se definen algunos remanentes. Algo evidente es que estos intrusivos aumentan en cantidad y

espesores hacia el este de la zona mientras que hacia el oeste disminuyen al grado de presentarse eventualmente como diques angostos.

La secuencia sedimentaria se ve truncada hacia el oeste por una zona de falla extensional regional de borde de sierra la cual tiene un trend NE-SW. Este fallamiento es del tipo “en e chelón” o escalonado cayendo hacia el WNW el cual generó la formación de un horst o pilar tectónico hacia el este, mientras que hacia el oeste originó el hundimiento y por lo tanto la formación de una fosa tectónica o graben. En esta cuenca fueron depositados gravas, arenas, limos y arcillas, formando un paquete de hasta aproximadamente 400 m de espesor que dieron origen a la formación del acuífero granular de Calera.

A efecto de determinar la factibilidad geotécnica del sitio para la construcción de la CDFIS, se realizaron un conjunto de pruebas geotécnicas para caracterizar las condiciones mecánicas del suelo y subsuelo. El **Anexo 05** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental contiene el informe técnico correspondiente realizado por la empresa Solumétrica, Ingeniería Mecánica de Suelos, el cual contiene los resultados de la estratigrafía del suelo y las características físicas, mecánicas y dinámicas del lecho rocoso. En la última parte de este documento se mencionan las recomendaciones para el desarrollo de infraestructura en el sitio; a continuación, se describen los resultados obtenidos del citado estudio:

- **Muestreo:** Se obtuvieron muestras de suelo alteradas e inalteradas en 26 puntos mediante perforaciones y sondeos o zanjas de exploración a cielo abierto (SExp) distribuidos de forma regular en todo el sitio del predio Chiripa – La Gloria (ver siguiente figura) Los SExp alcanzaron profundidades variables y se obtuvieron muestras del suelo y subsuelo representativas de cada estrato identificado, así como en el piso del sondeo. Se determinaron las características físicas y dinámicas del suelo, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS, por sus siglas en inglés).



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Geotécnico del Predio La Chiripa.

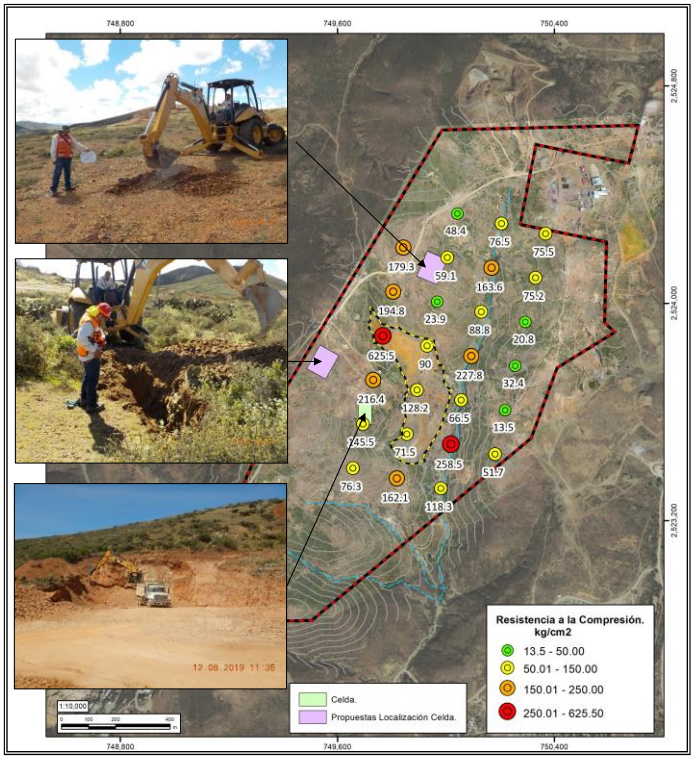
Figura 105. Puntos de Muestreo del Estudio Geotécnico.

- **Estratigrafía:** El apartado 6 y el Anexo 1 del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se describen las características

estratigráficas del suelo. En términos generales, superficialmente se encuentra un estrato relativamente delgado de arcilla con presencia de material vegetal, en seguida se identificó un estrato de aproximadamente 1.0 m de arcilla alterada por las condiciones climáticas y densificada, por debajo se encuentran arcillas naturales de alta y baja compresibilidad. En el **Plano PL-02** están representados los perfiles estratigráficos y los tipos de suelo de acuerdo con la clasificación SUCS. En el área donde está propuesta la CDFIS predomina las arenas con presencia de arcillas (SC). Lo anterior fue ratificado de acuerdo con la representación de los porcentajes de finos, arenas y gravas, mostrados en el **Plano PL-03**. (ver **Anexo 14** de este Manifiesto de Impacto Ambiental).

- **Coeficientes de Permeabilidad:** El apartado 7 y los Anexos 9 y 10 del Informe Geotécnico incluido en el **Anexo 05** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental contienen el detalle de las pruebas realizadas y resultados para determinar los coeficientes de permeabilidad en suelos y roca. En el área propuesta para ubicar la CDFIS la permeabilidad en el lecho rocoso osciló entre poco permeable y permeable; en el apartado de Geohidrología del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluyen los resultados específicos de este sondeo.

- **Resistencia a la Compresión de la Roca:** Se realizaron pruebas de compresión simple en muestras del basamento rocoso. Los valores mínimo, máximo y promedio de resistencia mecánica fueron: 13.5, 625.5 y 110.5 kg/cm^2. Aún pese a la heterogeneidad de los resultados, se considera que existe una elevada resistencia mecánica del lecho rocoso. En el apartado 8 del Informe Geotécnico se describen en detalle los resultados de la resistencia mecánica de la roca. En la siguiente figura puede observarse en forma gráfica los resultados obtenidos de este análisis:



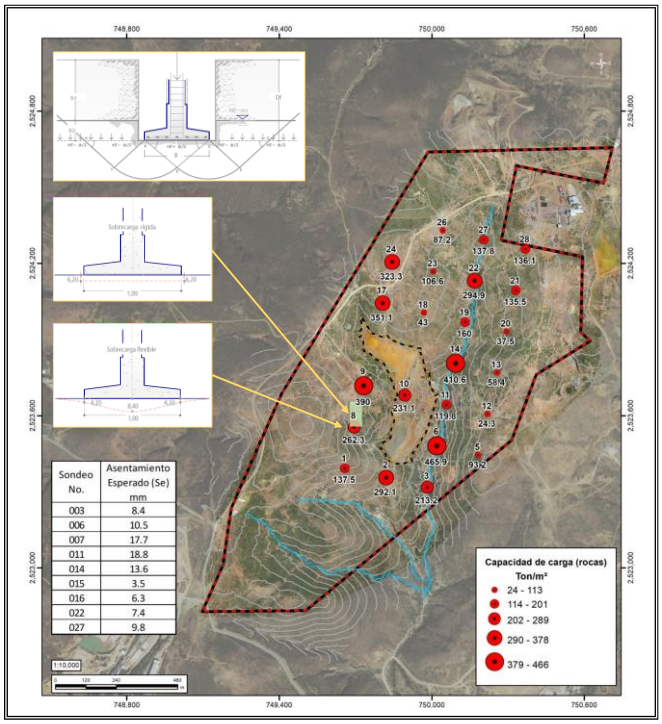
Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Geotécnico del Predio La Chiripa.

Figura 106. Puntos de Muestreo y Resultados del Análisis de Resistencia a la Compresión del Lecho Rocoso.

- **Condiciones de Fisuramiento de la Roca:** Se utilizaron núcleos de barrenos profundos para determinar condiciones de fisuramiento e interperísmo de la roca. En prácticamente todo el predio el agrietamiento es multidireccional, en la mayoría de los casos las aberturas son menores de dos milímetros. En el predio, la oxidación es el principal agente químico de intemperización, esto se observa debido al cambio en la coloración de la roca, con tonalidades de amarillo ocre a café rojizo, en comparación con el color gris de la roca sana.

- **Capacidad de Carga del Lecho Rocoso:** En diferentes puntos de muestreo se calcularon las capacidades de carga a partir de la resistencia a la compresión, sobrecarga continua, falla local y un factor de seguridad de 5. En el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto denominado CDFIS se determinó que el sitio tiene una capacidad para soportar carga de 262.3 Toneladas/m^3, los que se consideran óptimos toda vez que el predio no soportará obras de construcción, sino que será utilizado para el depósito de

materiales de naturaleza similar a los existentes a nivel subterráneo. En la siguiente figura se presentan las capacidades de carga calculadas y los asentamientos esperados en los diferentes puntos de exploración.

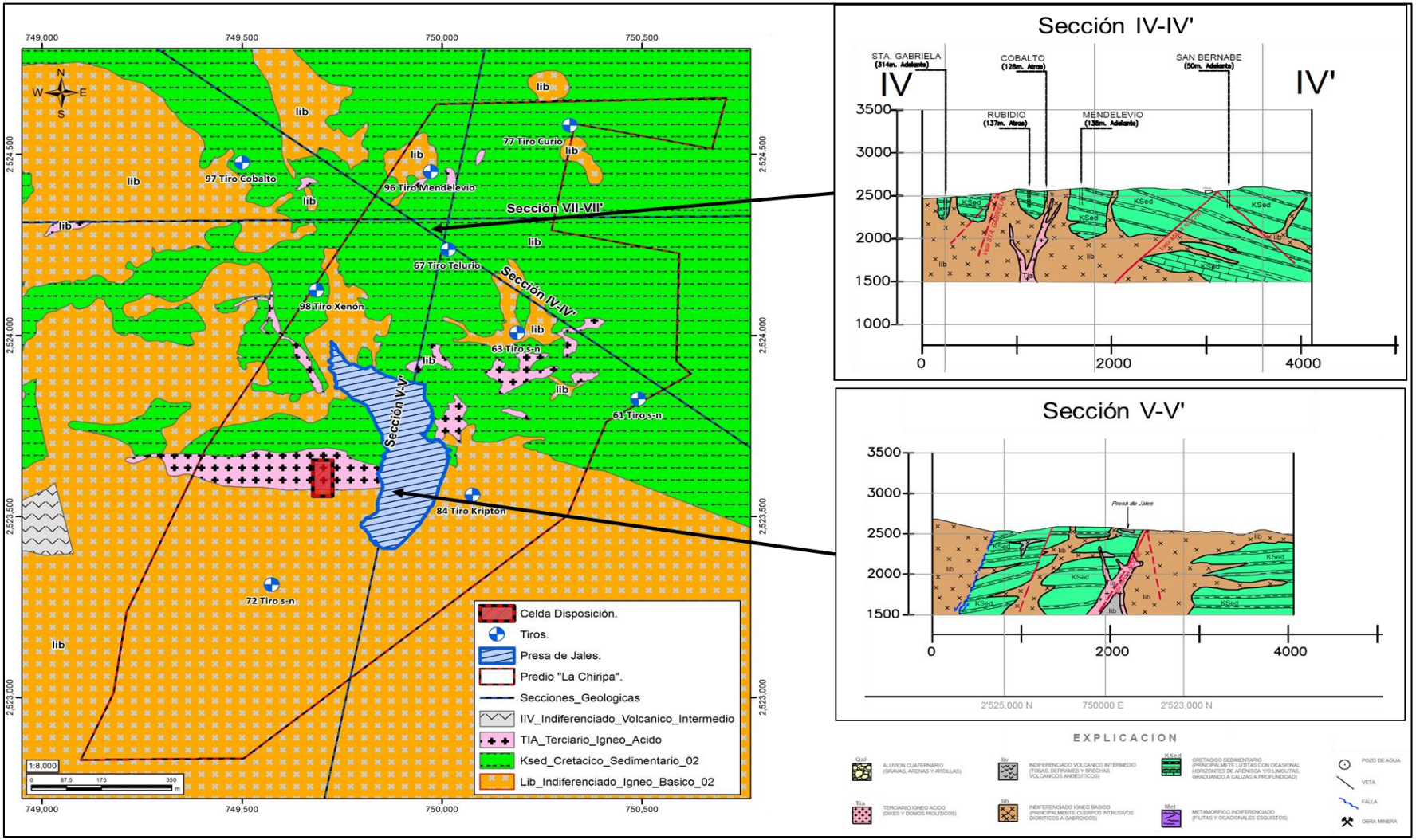


Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Geotécnico del Predio La Chiripa.

Figura 107. Capacidad de Carga del Lecho Rocoso y Asentamientos en el Área de la CDFIS.

- **Cálculo de la Altura Crítica en Excavaciones**: De acuerdo con el tipo de suelo, la altura crítica de corte vertical fue calculada en 3.5 m, sin embargo, para aquellas excavaciones de mayor profundidad se puede solucionar mediante la construcción de bermas horizontales con una separación mínima de 2.7 m. El análisis estructural es analizado en el apartado 13 del Informe Geotécnico.

En resumen, en la siguiente figura están representados los estratos geológicos registrados en el sitio, en términos generales prevalece un basamento sedimentario a metasedimentario intrusionado por diversos cuerpos ígneos de composición básica y ácida o riolítica de carácter subvolcánico, unidades que presentan permeabilidades de baja a media en la que se puede observar que la CDFIS está ubicada esencialmente sobre estrato constituido por roca ígnea de composición ácida o riolítica.



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Geotécnico del Predio La Chiripa.

Figura 108. Secciones Geológicas en el Área de la CDFIS**.**

IV.2.1.2.2. Geomorfología.

Según H. Iriondo (2009), define a la geomorfología como la ciencia que estudia las formas de la Tierras y los procesos que influyen sobre ellas y las modifican. A este respecto el área de estudio presenta una Geomorfología de tres tipos: Llanura desértica, Llanura desértica de piso rocoso o cementado y Sierra alta escarpada con mesetas

Según el Diccionario de Datos Fisiográficos del INEGI (2000), la Llanura desértica es un área sin elevaciones o depresiones prominentes con escasa pluviosidad y poca vegetación. Para el caso de la Llanura desértica de pico rocoso o cementado es área sin elevaciones o depresiones prominentes con una geoforma conformada por rocas y con escasa pluviosidad y poca vegetación. Finalmente, la Sierra alta escarpada con mesetas es una línea de montañas con una altitud mayor al entorno geográfico con pendientes abruptas. En las montañas se tienen presencia de mesetas, las cuales son terrenos elevados y llanos de gran extensión.

Según el INEGI (2008) a través del documento “Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México”, define a las provincias fisiográficas como regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un mismo o muy semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta. A continuación, se enumeran las 15 provincias fisiográficas que la Dirección General de Geografía del INEGI determinó para el país, así como una figura de la ubicación de las mismas:

1.- Península de Baja California.
2.- Llanura Sonorense.
3.- Sierra Madre Occidental.
4.- Sierras y Llanuras del Norte.
5.- Sierra Madre Oriental.
6.- Grandes Llanuras de Norteamérica.
7.- Llanura Costera del Pacífico.
8.- Llanura Costera del Golfo Norte

9.- Mesa del Centro.
10.- Eje Neovolcánico.
11.- Península de Yucatán.
12.- Sierra Madre del Sur.
13.- Llanura Costero del Golfo Sur.
14.- Sierra de Chiapas y Guatemala.
15.- Cordillera Centroamericana.

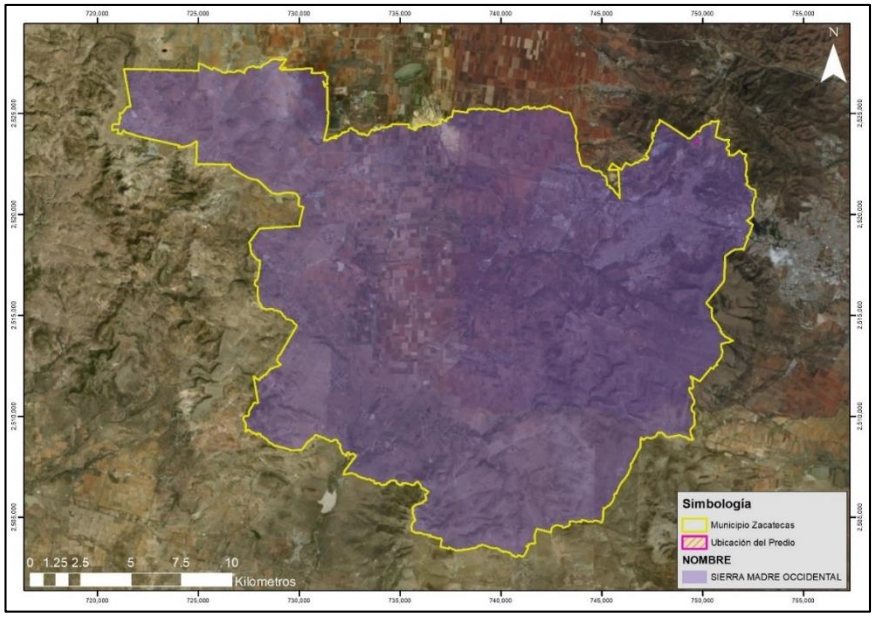


Fuente: INEGI, Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.

Figura 109. Provincias fisiográficas de México.

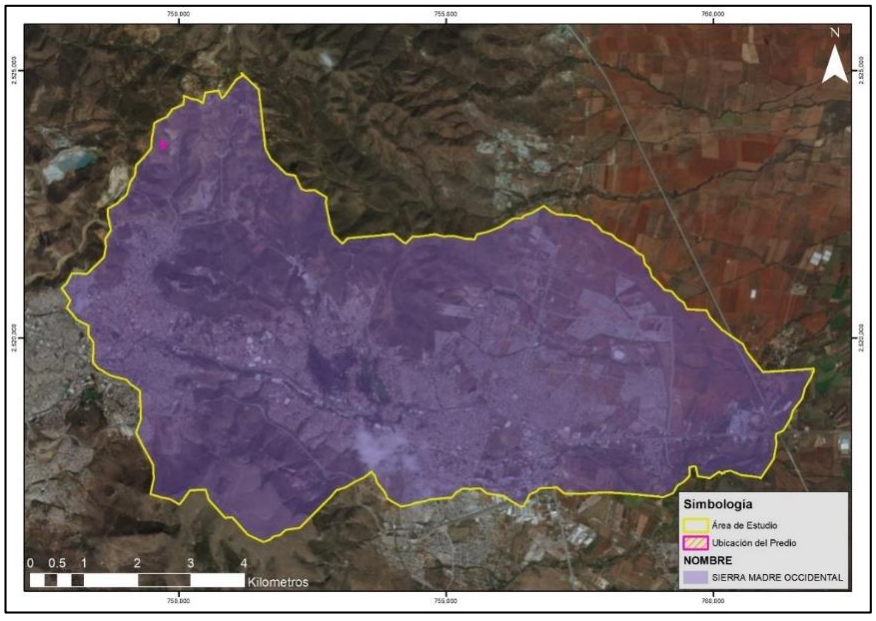
El estado de Zacatecas se encuentra principalmente dentro de tres provincias fisiográficas, que son: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Mesa del Central. La zona de estudio se localiza en la provincia de la Sierra Madre Occidental. Esta provincia comprende toda la parte sur y suroccidental del Estado, limita al norte y al noreste con la provincia de la Mesa Central, al sur con el Eje Neovolcánico. Se compone por un sistema montañoso que alcanza alturas de 2,500 a 3,000 msnm y las topoformas existentes son mesetas, valles y cañones de orientación norte-sur. En las siguientes figuras se aprecia la geomorfología

prevaleciente tanto en el municipio de Zacatecas como en el Sistema Ambiental donde de la CDFIS:



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:1000000, 2001.

Figura 110. Geomorfología del Municipio de Zacatecas.



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:1000000, 2001.

Figura 111. Geomorfología del Sistema Ambiental de la CDFIS.

La provincia de la Mesa del Central abarca la porción centro norte del estado de Zacatecas, limitando al norte y oriente con la Sierra Madre Oriental, al poniente con la Sierra Madre Occidental y al sur con la provincia del Eje Neovolcánico. Los rasgos fisiográficos principales de esta provincia son amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas. En el extremo sureste se encuentran los denominados llanos de piso rocoso y un sistema de lomeríos compuestos por litología compleja. En su parte central es una gran llanura con piso de caliche, donde se encuentran pequeñas sierras dispersas y alargadas. La parte norte se forma por un complejo de sierras, mesetas y lomeríos y su suelo se asienta sobre una fase de caliche.

El área del predio Chiripa – La Gloria, está compuesta principalmente por rocas ígneas y presenta elevaciones del orden de 2,630 msnm. El drenaje superficial está integrado por corrientes intermitentes es de tipo dendrítico. Por sus características, la región se ubica en una etapa geomorfológica de madurez temprana.

Los resultados de diferentes estudios geofísicos, geohidrológicos e hidroqeoquímicos realizados en el 2010 en la región, que incluye los predios donde está localizada la mina Cozamin y Chiripa – La Gloria, con el objetivo de caracterizar la disponibilidad del agua subterránea para el desarrollo de la actividad minera[18], permitieron identificar las principales características de las tres unidades fisiográficas presentes en la región. En la siguiente tabla y la figura contienen las características de las unidades fisiográficas identificadas, así como su representación gráfica.

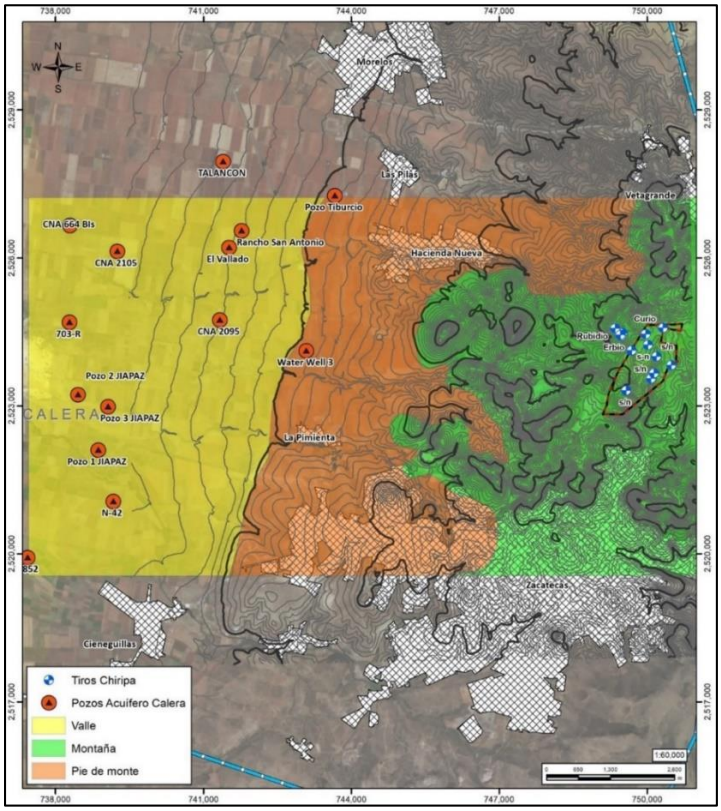
Tabla 27. Características de las Unidades Fisiográficas de la Región.

Características	Unidades Fisiográficas.		
	Montaña	**Lomerío o Pie de Monte**	**Planicie.**
Características Geológicas.	Principalmente rocas ígneas, en menor proporción sedimentarias y metamórficas.	Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, así como de materiales granulares recientes.	Mezcla de depósitos areno-gravosos y finos.
Permeabilidad hidráulica del medio.	Baja a media.	Baja a media.	Media a alta.

[18] Estudio de Caracterización del Agua de Mina, Manejo Adecuado en Planta de Beneficio y Geohidrológico Integral en el Área del Proyecto Minero Cozamin. Estudio realizado por la empresa Técnicas Geológicas y Geohidrológicas, S.A. de C.V. (TEGGO); 2010.

Tabla 27. Características de las Unidades Fisiográficas de la Región.

Características	Unidades Fisiográficas.		
	Montaña	**Lomerío o Pie de Monte**	**Planicie.**
Pendientes promedio	> 20%	Entre 10% y 20%	< 10%
Arroyos	De régimen intermitente, avenidas torrenciales y escurrimientos turbulentos.	De régimen intermitente con patrón de drenaje dendrítico subparalelo.	Son de régimen intermitente.
Composición de la cubierta vegetal	Principalmente por cactáceas, matorrales espinosos.	Matorrales, agricultura de temporal.	Matorrales espinosos, nopaleras y pastizales, se localizan las áreas de agricultura de riego.
Infiltración	Escaza y la mayor parte del agua precipitada escurre rápidamente hacia la unidad de lomerío y planicie.	Moderada, participa como zonas de recarga del acuífero.	Moderada infiltración y constituye un área de recarga al acuífero.
Tipo y características de acuífero(s) subyacente(s)	Fracturado o volcánico, con permeabilidad secundaria, constituyen acuíferos colgados, no explotables.	Doble porosidad con permeabilidad combinada intergranular y fracturada, constituyen acuíferos limitados o pobres.	Medios granulares, permeabilidad primaria, secundaria, intergranular y de fracturas. Constituye el acuífero regional denominado Calera.



Fuente: Estudio de Caracterización del Agua de Mina, Manejo Adecuado en Planta de Beneficio y Geohidrológico Integral en el Área del Proyecto Minero Cozamin.

Figura 112. Unidades Fisiográficas de la Región, ubicaciones de Pozos en Acuífero Calera y Tiros en Chiripa.

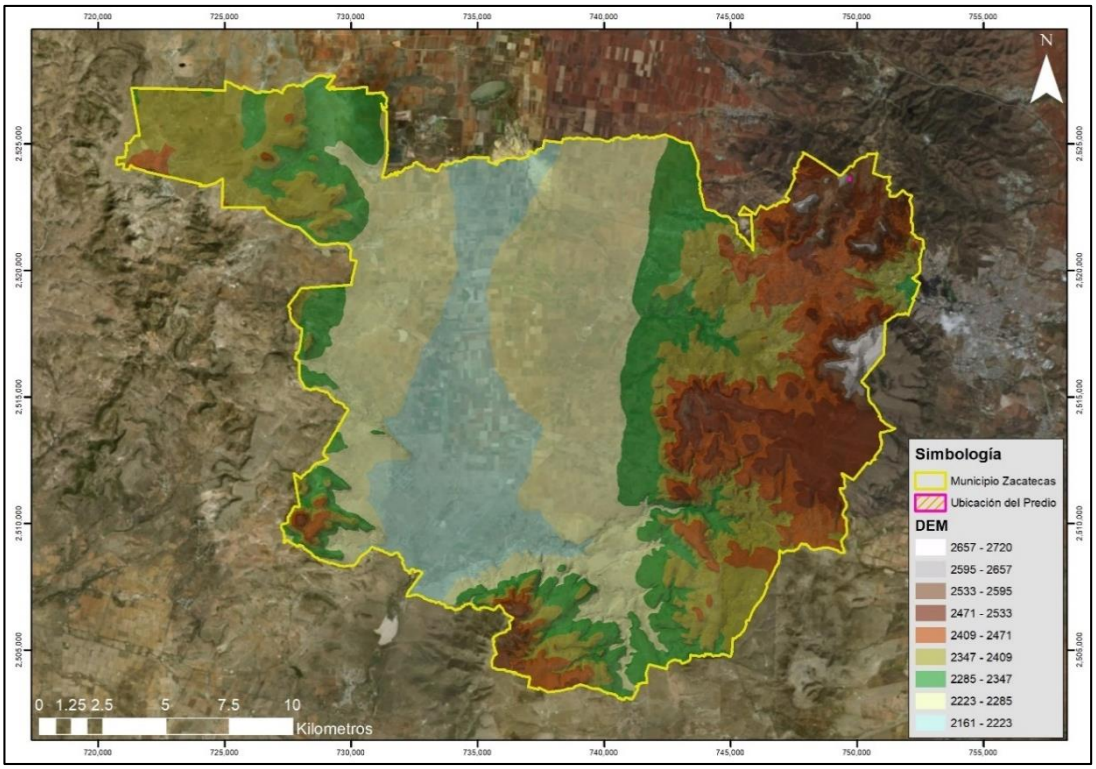
IV.2.1.2.3. Relieve y Curvas de Nivel.

- **Relieve.**

Según el INEGI, el relieve se refiere a la altura que tiene la superficie terrestre en diferentes puntos de la geografía. Su medida permite modelar las formas estructurales ubicadas en la superficie terrestre, tales como montañas, valles y riveras, entre otros rasgos geográficos.

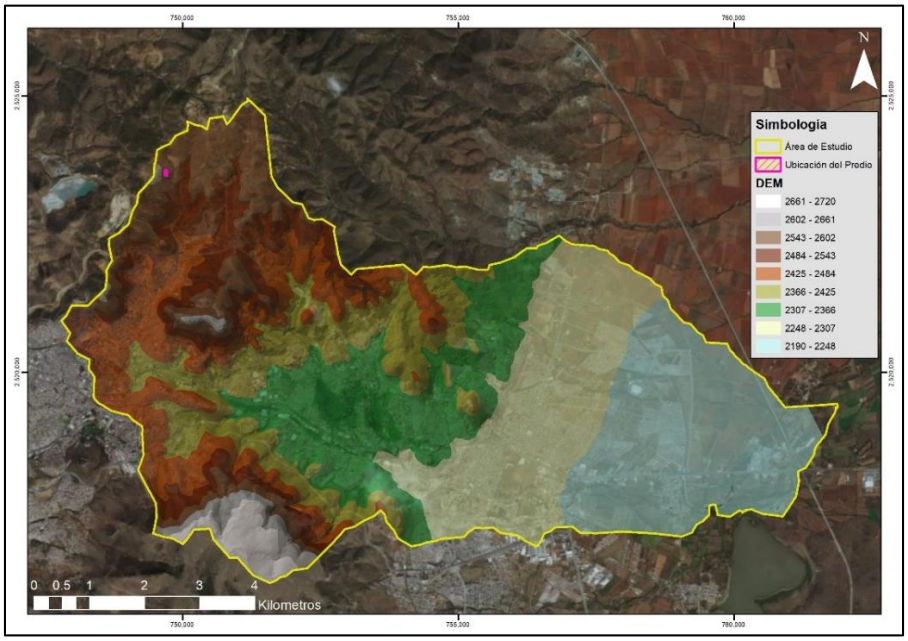
La expresión visual y matemática de los datos de relieve son los modelos digitales de elevación; a través de la aplicación de técnicas de interpolación, hacen posible modelar la corteza terrestre, tanto en las áreas emergidas como en las que se encuentran por debajo del agua. De esta manera, se representan los componentes del terreno en mapas y planos.

A continuación, se muestran en las siguientes figuras una imagen con las diferentes alturas que se presentan tanto en el municipio de Zacatecas como en la microcuenca Zacatecas correspondiente al Sistema Ambiental del proyecto correspondiente a la CDFIS:



Fuente: INEGI, Topográfica esc 1:50000 serie III Edición 2018.

Figura 113. Modelo Digital de Elevación del Municipio de Zacatecas.



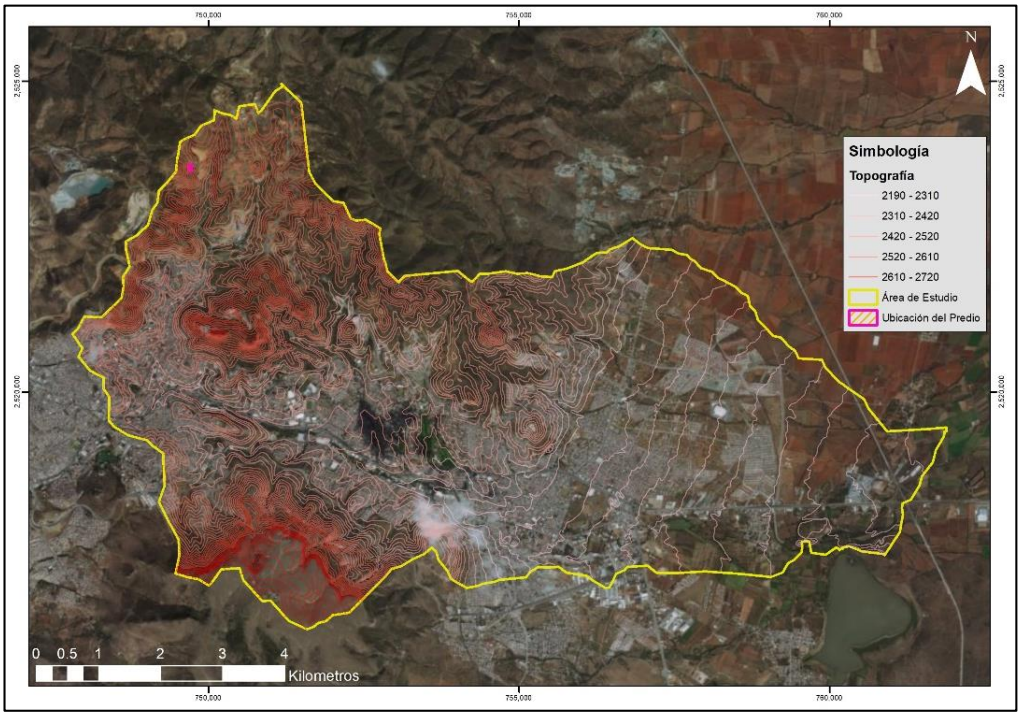
Fuente: INEGI, Topográfica esc 1:50000 serie III Edición 2018.

Figura 114. Modelo Digital de Elevación del Sistema Ambiental de la CDFIS.

De acuerdo a la figura anterior, se distingue que el SA presenta un rango de elevación que va de los 2,190 msnm hasta los 2,720 msnm. La parte más alta se localiza en la zona nororiente de la microcuenca Zacatecas y es en donde se pretende construir la CDFIS correspondiente a la zona serrana y minera ubicada en las cercanías del municipio. La altura que presenta la microcuenca va disminuyendo hacia el poniente en forma gradual, sin embargo, la parte más alta se presenta en el extremo sur del Sistema Ambiental.

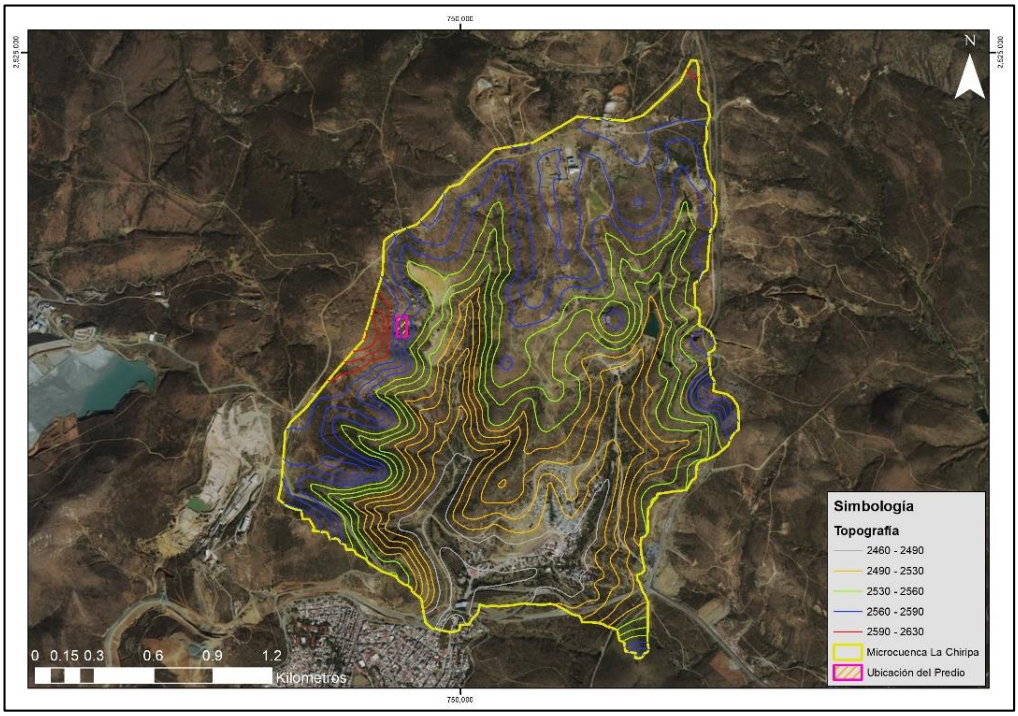
- **Curvas de nivel.**

La microcuenca Zacatecas presenta una importante variabilidad altitudinal tal como se describió con anterioridad. De manera específica, el predio seleccionado para la CDFIS se localiza entre las cotas ubicadas entre los 2,590 a los 2,580 msnm, cuya pendiente va en descenso en dirección oriente-poniente hacia el arroyo La Chiripa. En las siguientes figuras pueden observarse los niveles topográficos o curvas de nivel tanto en el Sistema Ambiental como en el Área de Influencia de vegetación del predio del proyecto en estudio:



Fuente: INEGI, Topográfica esc 1:50000 serie III Edición 2018.

Figura 115. Curvas de Nivel del Sistema Ambiental de la CDFIS.

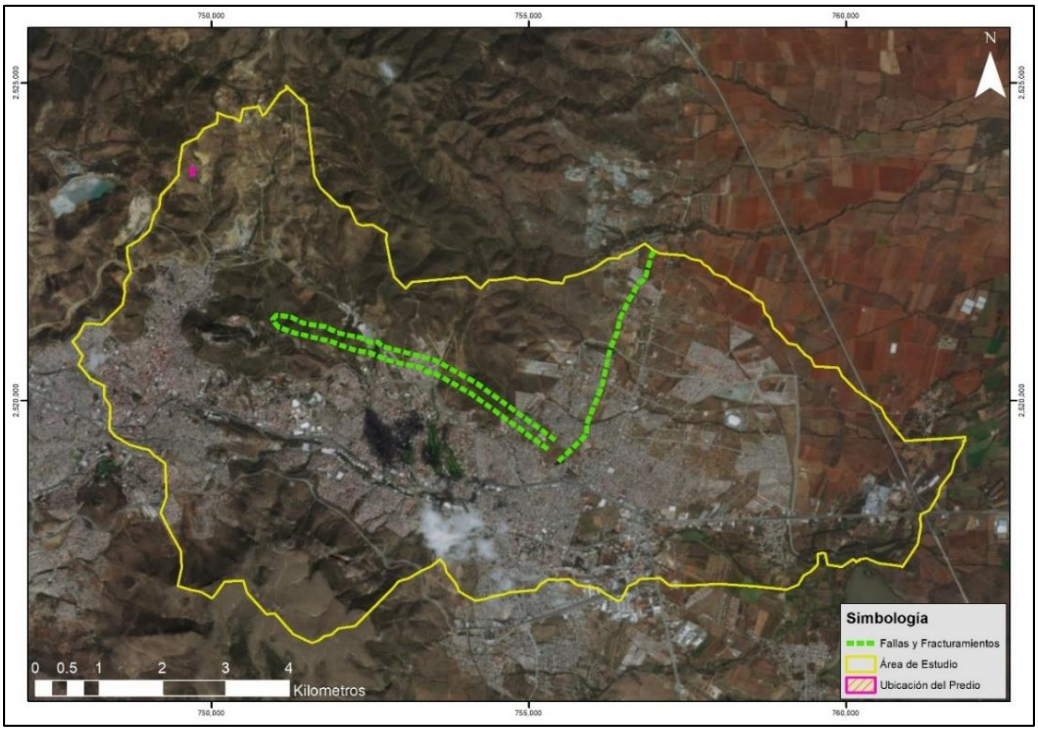


Fuente: INEGI, Topográfica esc 1:50000 serie III Edición 2018.

Figura 116. Curvas de Nivel de la Área de Influencia de Vegetación

IV.2.1.2.4. Fallas y Fracturamientos.

Dentro del predio del Proyecto denominado CDFIS conforme a los estudios geológicos realizados se concluyó que no se localiza ninguna falla o fractura geológica[19]. Sin embargo, el INEGI reporta una falla geológica a una distancia aproximada de 12 Km lineales que recorre desde la localidad de San Antonio de Ciprés en el municipio de Pánuco, cruzando Sauceda de la Borda hasta llegar y finalizar en el municipio de Guadalupe (ver siguiente figura):



Fuente: INEGI, Serie I, Esc 1:250000, 1982.

Figura 117. Fallas y Fracturamientos en el Sistema Ambiental de la CDFIS.

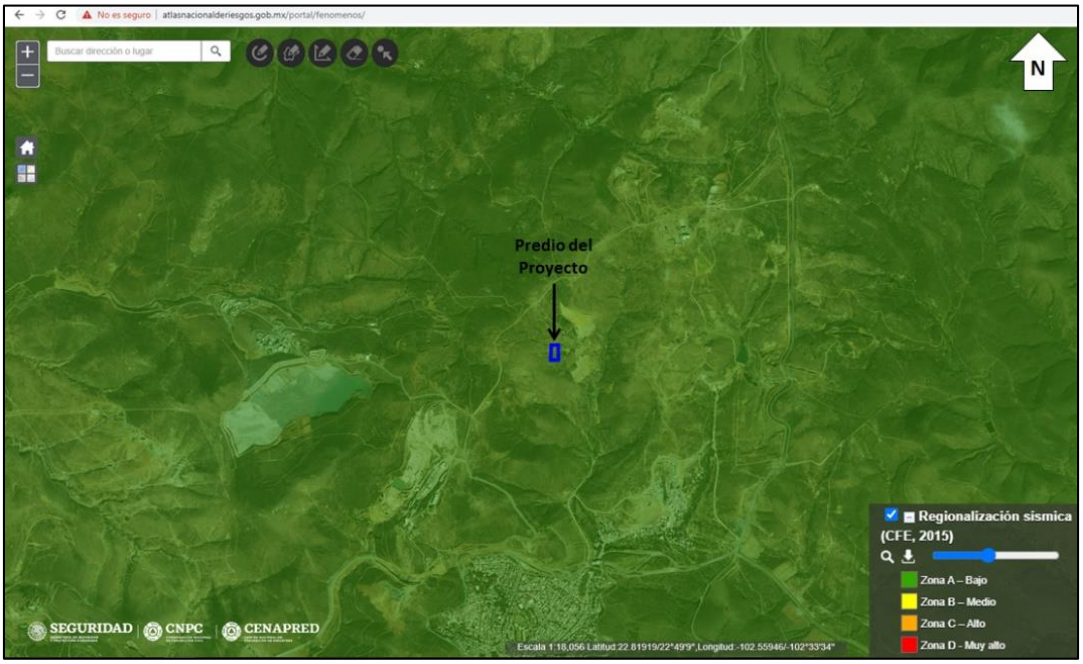
IV.2.1.2.5. Susceptibilidad a Eventos Geológicos.

- **Sismicidad.**

Del 85 al 90% de los sismos o temblores que ocurren en México se producen en la Zona de subducción de las placas tectónicas de la costa del pacífico, desde Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco, hasta Tapachula en Chiapas. De acuerdo a la regionalización, el Municipio

[19] Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella. Las fuerzas terrestres actúan sobre la zona de falla y, por ello, los bloques rocosos a ambos lados de ella tienden a desplazarse.

de Zacatecas se encuentra en la Zona sísmica "A" de la República Mexicana, la cual es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. En la siguiente figura se observa conforme al Atlas Nacional de Riesgo su clasificación sísmica con base en CFE 2015.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 118. Regionalización Sísmica de la Zona del Proyecto.

- **Deslizamientos.**

Con base en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, en la zona del proyecto en estudio no se tienen identificadas áreas susceptibles de deslizamientos de tierra, roca u otros materiales geológicos.

- **Derrumbes.**

Con base en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, en la zona del proyecto en estudio no se tienen identificadas áreas susceptibles a derrumbes de tierra, roca u otros materiales que conforman la geología del área del proyecto en estudio.

- **Inundaciones**

La ciudad de Zacatecas se localiza en las partes altas de dos cuencas, una de las cuales drena hacia el oeste y la otra hacia el este. La cuenca poniente drena en dirección suroeste del aeropuerto de Zacatecas, en un lugar conocido como la Colorada. Por su parte, la cuenca oriente descarga en dirección a la Avenida Trancoso-Guadalupe, y al norte de la presa La Zacatecana.

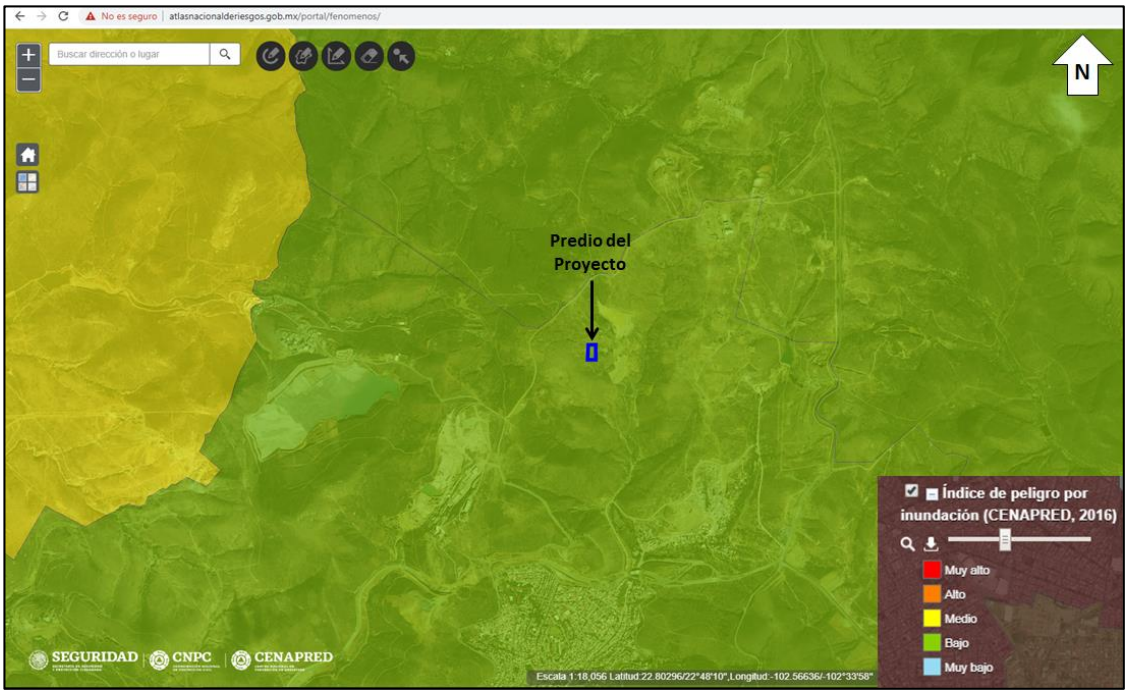
El 80% del drenaje descarga en la cuenca Oriente en Guadalupe, en el cauce del arroyo de La Plata, por el que se desplaza a cielo abierto para atravesar por las inmediaciones de las colonias Martínez Domínguez, Osiris, Zóquite, Tacoaleche, San José de la Era hasta el Lampotal, donde por filtración y evaporación se pierde el cauce en la laguna de la Zacatecana o presa del Pedernalillo. Debido a que la descarga se realiza sin ningún tratamiento, se generan diversos riesgos sanitarios tanto en la zona donde se produce como en las comunidades ya enunciadas. El 20% restante se descarga en el extremo oriente de la comunidad El Orito en el cauce del Arroyo Las Haciendas, por el que es conducida provocando también riesgos sanitarios en las colonias El Orito y los fraccionamientos Colorados, Jardines del Sol, Las Huertas y Europa. Es necesario señalar que, tras su salida de la mancha urbana, las aguas de este arroyo son tratadas por una planta situada en el costado sur de la carretera Cieneguillas-El Orito, sin embargo, como dicha planta solo tiene capacidad para procesar 60 litros/segundo, no trata el total del caudal del arroyo, por lo que continúa la exposición a riesgos sanitarios en la zona de Picones y Cieneguillas y al bordo El Joyel.

La cobertura de la red de drenaje en la ciudad de Zacatecas, La Escondida, Picones, El Orito y Bracho es de 95.10 %, mientras que en Guadalupe, Ojo de Agua, Lo de Vega y Guerreros es de 89.90 %. En el resto de las localidades se tiene una cobertura del 90.94 % en Martínez Domínguez, 50.35% en La Zacatecana y 43.59% en Laguna de Arriba; Osiris tiene una cobertura del 75.56 %; en Cieneguitas la red cubre un 78.51% mientras que en San Ramón el alcance es del 94.44%. De continuar la tendencia de expansión de la Conurbación hacia el noroeste será necesario construir un colector que descargue hacia el arroyo El Bote, y no a la red actual por razones topográficas.

Por otro lado, la red de atarjeas de los centros históricos se encuentra a su máxima capacidad, se tienen canaletas que colapsan y provocan azolvamientos, ocasionando con ello filtraciones y fugas, además de que reciben tanto las aguas residuales como las pluviales. Adicionalmente, al no contarse con un sistema independiente para las aguas pluviales se presenta insuficiencia hidráulica en algunas zonas al trabajar el sistema en forma mixta en época de lluvias provocando en ciertas circunstancias inundaciones.

Otro problema es la ocupación con asentamientos sobre cauces naturales y la falta de educación ambiental, lo que provoca la obstrucción de basura sobre las redes, cárcamos y otros que ocasiona en lo subsecuente inundaciones, riesgos para la población y contaminación del agua en el subsuelo.

De acuerdo a la información de precipitación normal y a los indicadores del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, en la zona se tiene un índice de peligro Alto de inundación, tal como se muestra en la siguiente figura:

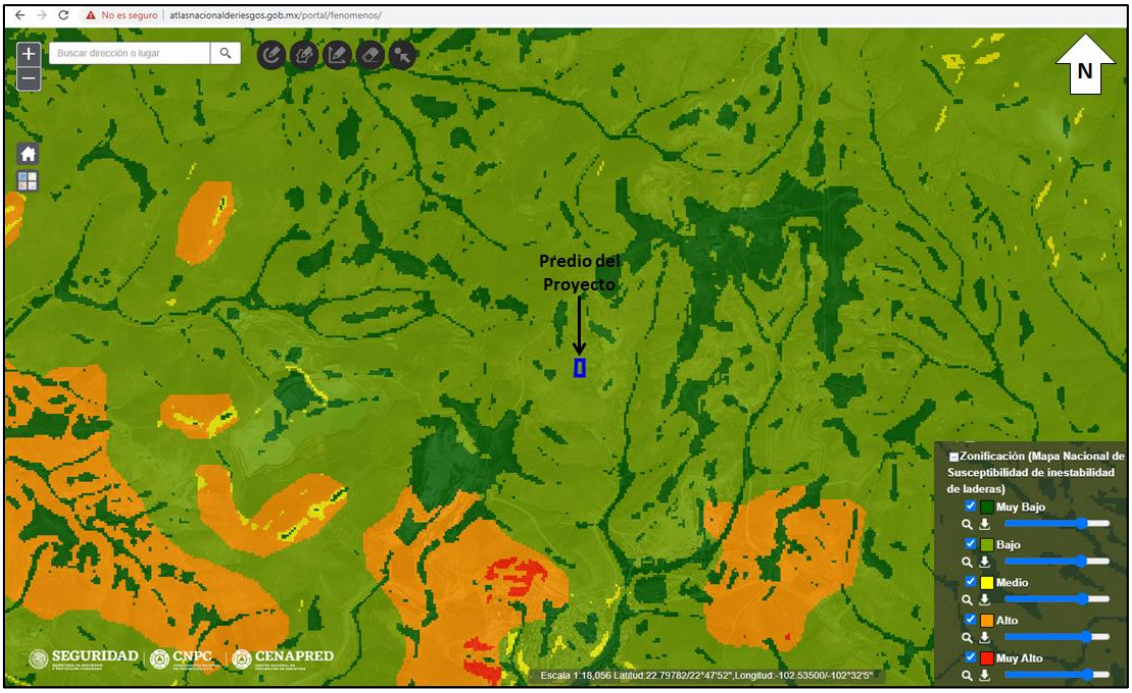


Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 119. Índice de Peligro por Inundaciones en la zona del proyecto de la CDFIS.

- **Susceptibilidad de Laderas.**

La susceptibilidad frente a los movimientos de ladera expresa la mayor o menor tendencia del terreno a la generación de movimientos. Es la condición general de estabilidad del terreno. En la zona donde se localizará el proyecto se tiene susceptibilidad baja de inestabilidad de laderas esto en razón a que se trata de una zona serrana consolidada de roca ígnea y en el sitio en específico no se presentan pendientes extremas o variaciones de altitud significativas aunado a una baja sismicidad; en la siguiente figura puede apreciarse el riesgo en este ámbito para la zona:



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/).

Figura 120. Índice de Peligro por Susceptibilidad de Laderas en la zona de la CDFIS.

- **Actividad Volcánica**

En el municipio de Zacatecas, así como en los municipios circunvecinos no se tiene registrada actividad volcánica, considerándose que se pudieran tener vulnerabilidades por esta variable ambiental.

IV.2.1.3. Suelos.

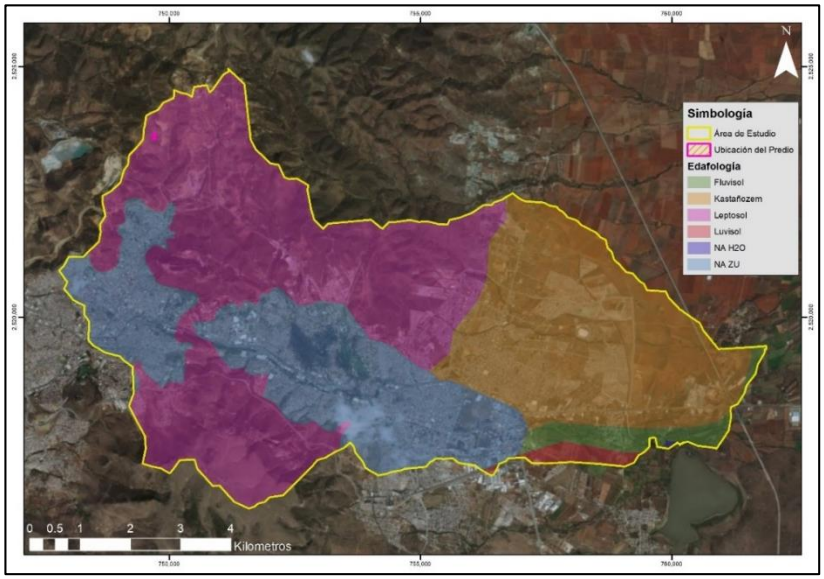
El suelo es un componente de la biosfera no renovable a escala temporal humana, por lo que un correcto uso de los recursos del suelo no solo es vital para el debido funcionamiento de los ecosistemas, sino también para que los suelos puedan desempeñar sus múltiples funciones en la mejora de la productividad biológica, soporte para el crecimiento de la cobertura vegetal, regulación y almacenamiento del flujo hídrico en el medio ambiente, atenuación de los efectos nocivos contaminantes mediante procesos físicos, químicos y biológicos, e incluso la mejora de la salud humana y los usos recreativos y estéticos de los paisajes.

Con información obtenida de INEGI, la totalidad de la superficie del predio Chiripa – La Gloria se encuentra sobre suelo Leptosol, del cual, el término leptosol deriva del vocablo griego "*leptos*" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y pendiente marcada. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte Móllico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos.

En las siguientes tabla y figuras se aprecia la edafología prevaleciente tanto en el Sistema Ambiental como en el Área de Influencia de Vegetación para el proyecto de la CDFIS:

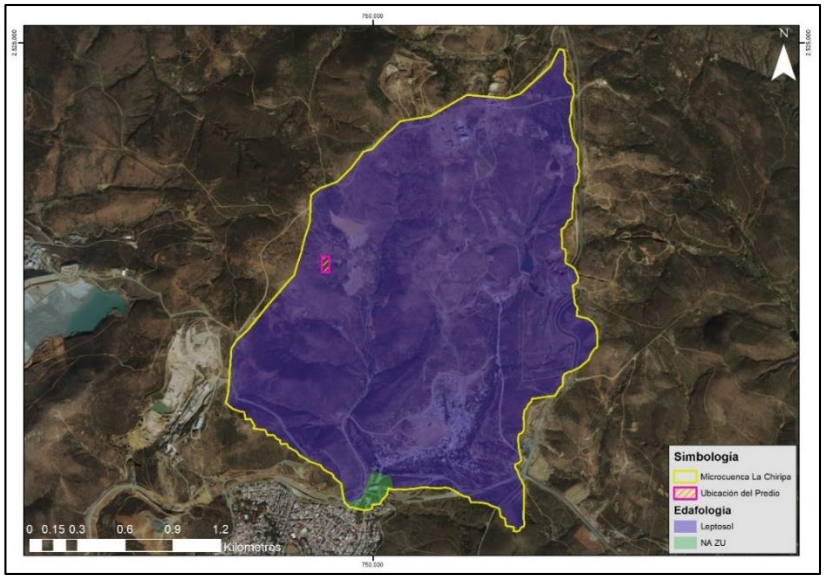
Tabla 28. Edafología del Sistema Ambiental.

Clase	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Fluvisol	183.53	2.82
Kastañozem	1,731.54	26.58
Leptosol	2,814.28	43.20
Luvisol	76.75	1.18
Cauces y Cuerpos de Agua	3.16	0.05
Zona Urbana	1,705.55	26.18
Total	**6,514.81**	**100.00**



Fuente: INEGI, Serie II, Esc 1:1000000, 2007.

Figura 121. Edafología en el Sistema Ambiental de la CDFIS.



Fuente: INEGI, Serie II, Esc 1:1000000, 2007.

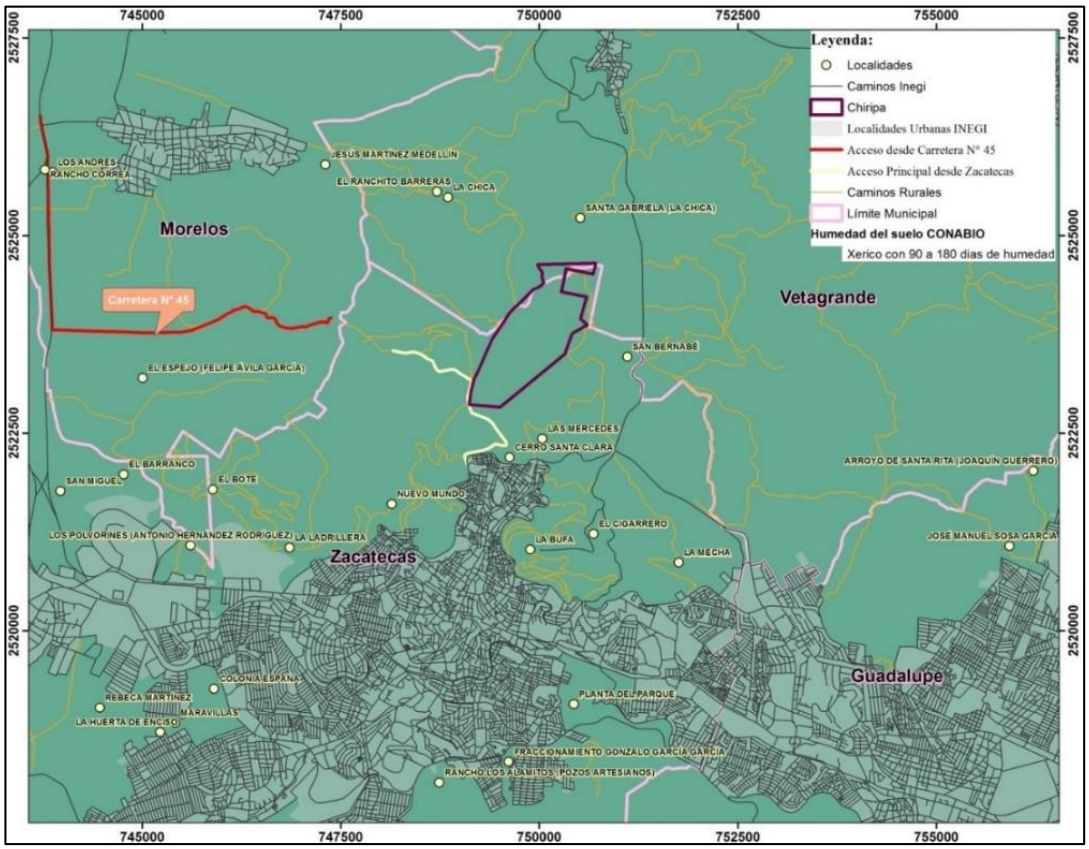
Figura 122. Edafología en el Área de Influencia de Vegetación.

Humedad

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la humedad presente en el sitio del Proyecto se registra con un régimen de humedad Xérico con un rango de 90 a 180 días de humedad.

Típico del área mediterránea, donde los inviernos son húmedos y frescos y los veranos son cálidos y secos. La humedad, que se produce en el invierno cuando la evapotranspiración potencial es mínima, es particularmente efectiva para la lixiviación.

En un régimen de humedad xérico la sección de control de humedad en años normales está seca en todas partes por 45 días o más consecutivos en los 4 meses siguientes al solsticio de invierno. También en años normales, la sección de control de humedad está húmeda en alguna parte por más de la mitad de los días acumulativos por año, en los que la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 5°C, o por 90 días o más consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 8°C. La temperatura media anual del suelo es menor de 22°C, y las temperaturas medias del suelo del verano y del invierno difieren en 6°C o más, a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, si está más superficial.



Fuente: CONABIO.

Figura 123. Rangos de Humedad en la Zona del Proyecto.

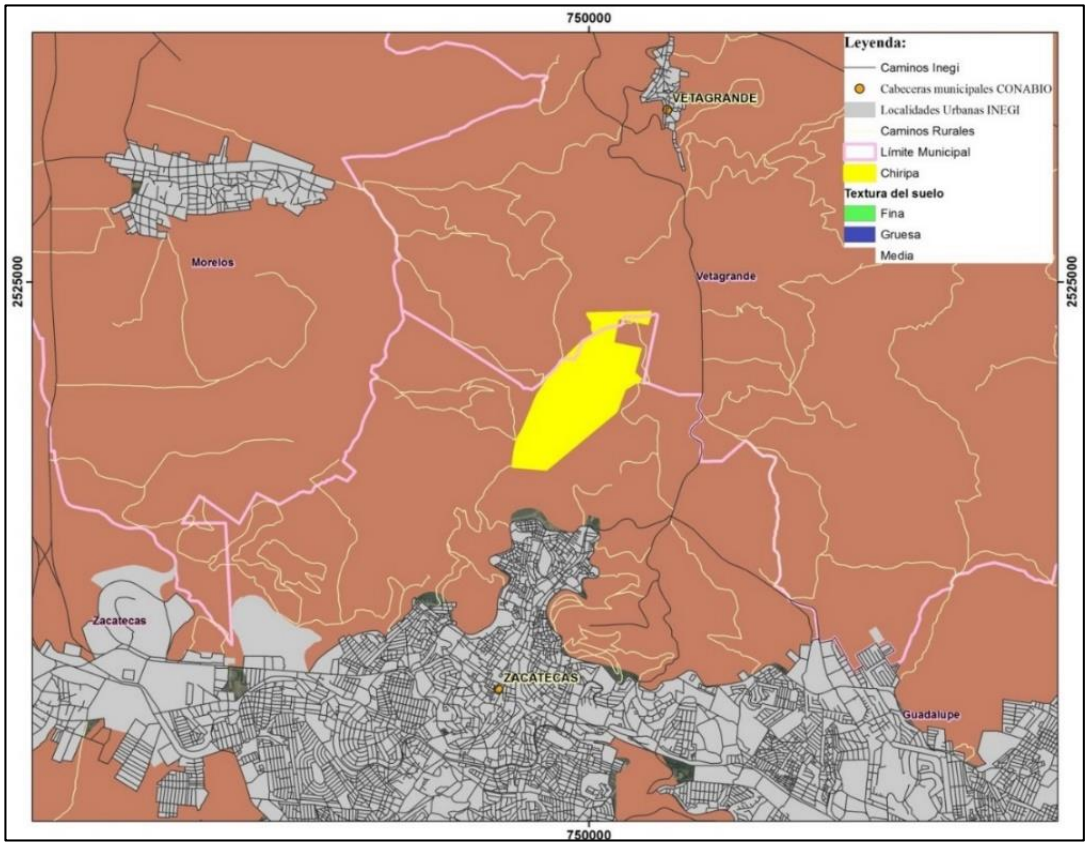
Textura del Suelo.

La textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que pueden conformar un sustrato. Según sea el tamaño, porosidad o absorción del agua en la partícula del suelo o sustrato, puede clasificarse en 3 grupos básicos que son: la arena, el limo y las arcillas.

Las partículas más pequeñas son la arcilla y se clasifican por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés USDA) como las de diámetros menores de 0,002 mm. Le siguen las partículas limo con diámetros entre 0,002 y 0,05 mm. Y las más grandes son la arena con tamaño de las partículas mayores a 0,05 mm. A su vez las arenas pueden subdividirse en gruesa, intermedia como media, y las menores como fina.

Según la información obtenida de INEGI, el predio del Proyecto presenta una textura Media en la totalidad de la superficie, por lo que con la clasificación de la USDA el sitio presenta limo. El limo es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm.

En la siguiente figura se presenta un plano georreferenciado donde se muestra la superficie que ocupa el predio del Proyecto respecto a la textura del suelo:



Fuente: INEGI.

Figura 124. Textura del Suelo en la Zona del Proyecto.

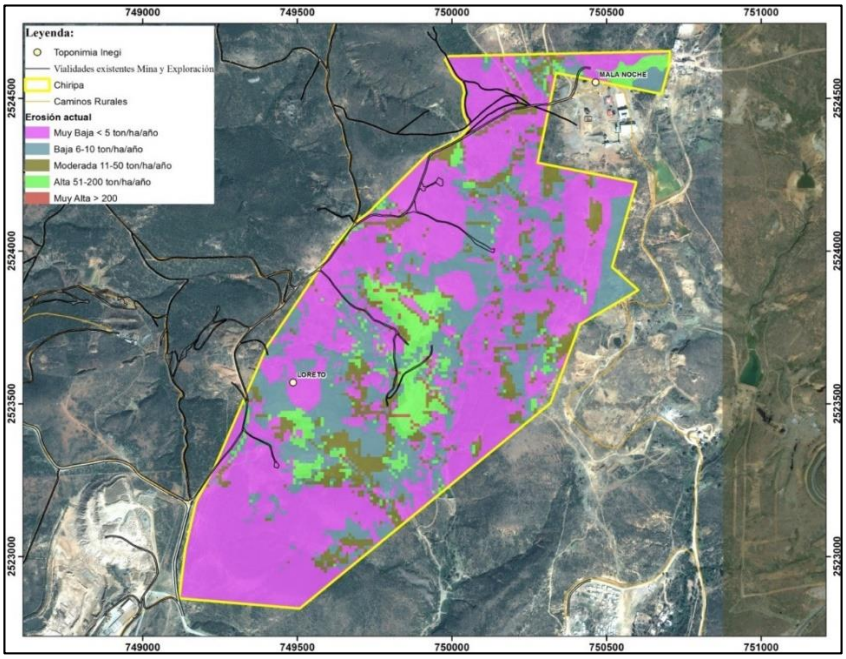
Erosión de Suelo.

La Erosión o degradación de los suelos es la pérdida del mismo, principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación,

además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica.

Como se mencionó anteriormente, la erosión puede ser mayor en determinadas áreas donde la cubierta vegetal ha sido retirada o naturalmente no hay presencia vegetal, aunado a las corrientes de agua y aire principalmente.

Con la revisión de distintos estudios ambientales realizados anteriormente para Capstone Gold y la comparación con la información proporcionada por fuentes oficiales, se generó una modelo de erosión actual del sitio del Proyecto Chiripa, el cual muestra que la mayoría del predio presenta una erosión actual baja (<5 ton/ha/año) al Norte, Centro y Sur del predio. En este modelo se puede denotar que en la porción Centro y una pequeña parte al Norte del predio presentan una erosión actual desde Baja (6-10 ton/ha/año), Moderada (11-50 ton/ha/año) y Alta (51-200 ton/ha/año) ocasionado por las actividades antropogénicas que actualmente se realizan en la zona, como el movimiento de tierras por tránsito vehicular o actividades cercanas al predio. A continuación, se presenta un plano georreferenciado con las características de erosión actual anteriormente descritas:



Fuente: INEGI.

Figura 125. Erosión actual del suelo en la Zona del Proyecto.

IV.2.1.4. Hidrología Superficial y Subterránea.

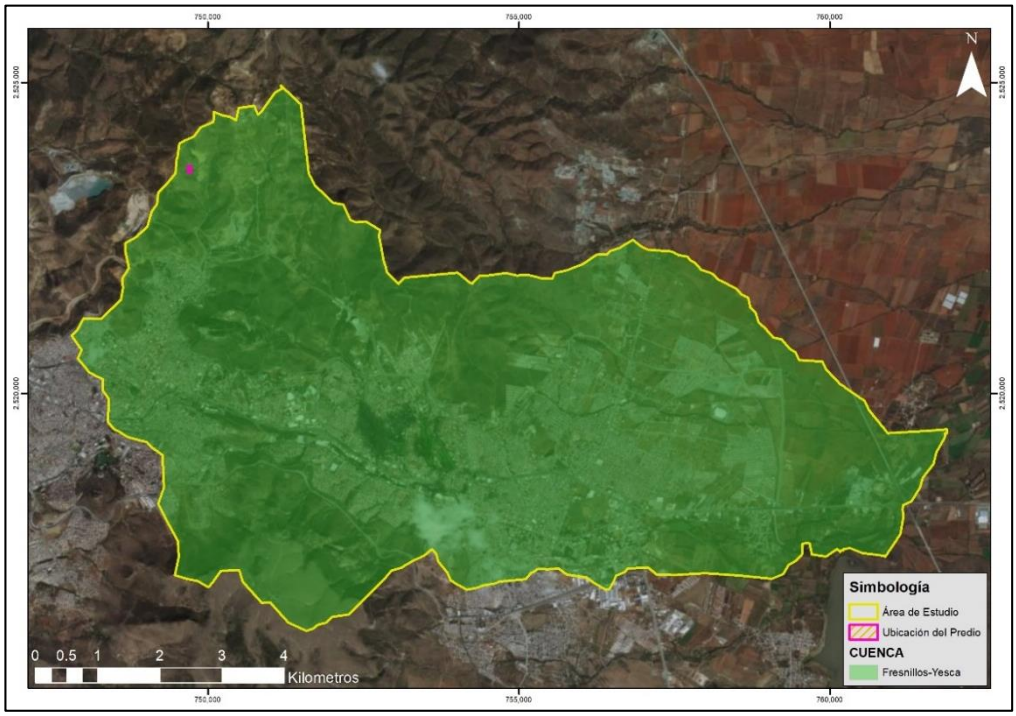
IV.2.1.4.1. Hidrología Superficial.

México se divide en treinta y siete Regiones Hidrológicas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, con la finalidad de agrupar y sistematizar la información, análisis, diagnóstico, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, por lo tanto, los límites de las RH en general son distintos en relación con la división política por estados.

El estado de Zacatecas se encuentra dividido por cuatro regiones hidrológicas, siendo la Lerma-Santiago y El Salado las más importantes por su extensión sobre el estado; la frontera entre las dos regiones es de manera irregular desde el municipio central de Fresnillo hasta el municipio sureño de Pinos. El predio donde se asienta la Unidad Minera Chiripa se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 37 El Salado.

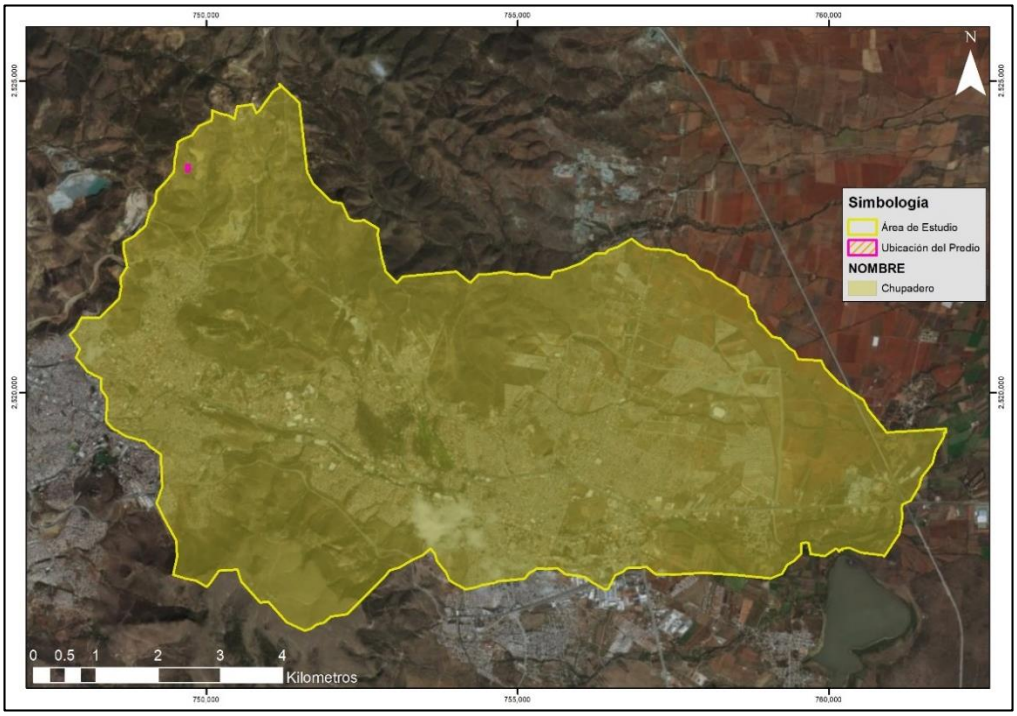
La Región Hidrológica 37 “El Salado” se localiza en la altiplanicie septentrional mexicana, está constituida por una serie de cuencas cerradas que van desde los 15.6 Km² la más pequeña, hasta los 14,895 Km² la más grande. El total de estas cuencas es de sesenta y cuatro, y todas ellas suman un área de 87,788 Km². Sus límites son los siguientes: al Norte con las regiones hidrológicas 36 (Nazas-Aguanaval) y 24 (Bravo Conchos), al Este con la región hidrológica 25 (San Fernando-Soto la Marina), al Sur y Este la región hidrológica 26 (Panuco) y al Oeste la región hidrológica 12 (Lerma-Santiago).

El predio del Proyecto Chiripa se encuentra sobre la cuenca en la que se encuentra la Unidad Minera Chiripa es la cuenca con clave E denominada Fresnillo – Yesca, la cual cubre una superficie de 15,115.92 Km² y específicamente el predio se asienta sobre dos subcuencas, la subcuenca de clave c denominada Fresnillo (RH37Ec), la cual abarca una superficie de 3,770.17 km², siendo de tipo endorreica y la subcuenca de clave a denominada Yesca o Chupadero (RH37Ea) que abarca una superficie de 6,395.97 Km² siendo de tipo arreica. En las siguientes figuras puede observarse la ubicación del predio del proyecto con respecto a la cuenca y subcuenca en la que se encuentra circunscripto:



Fuente: CNA, 1998, Esc 1:250000.

Figura 126. Cuencas Hidrológicas en el Área del Sistema Ambiental de la CDFIS.



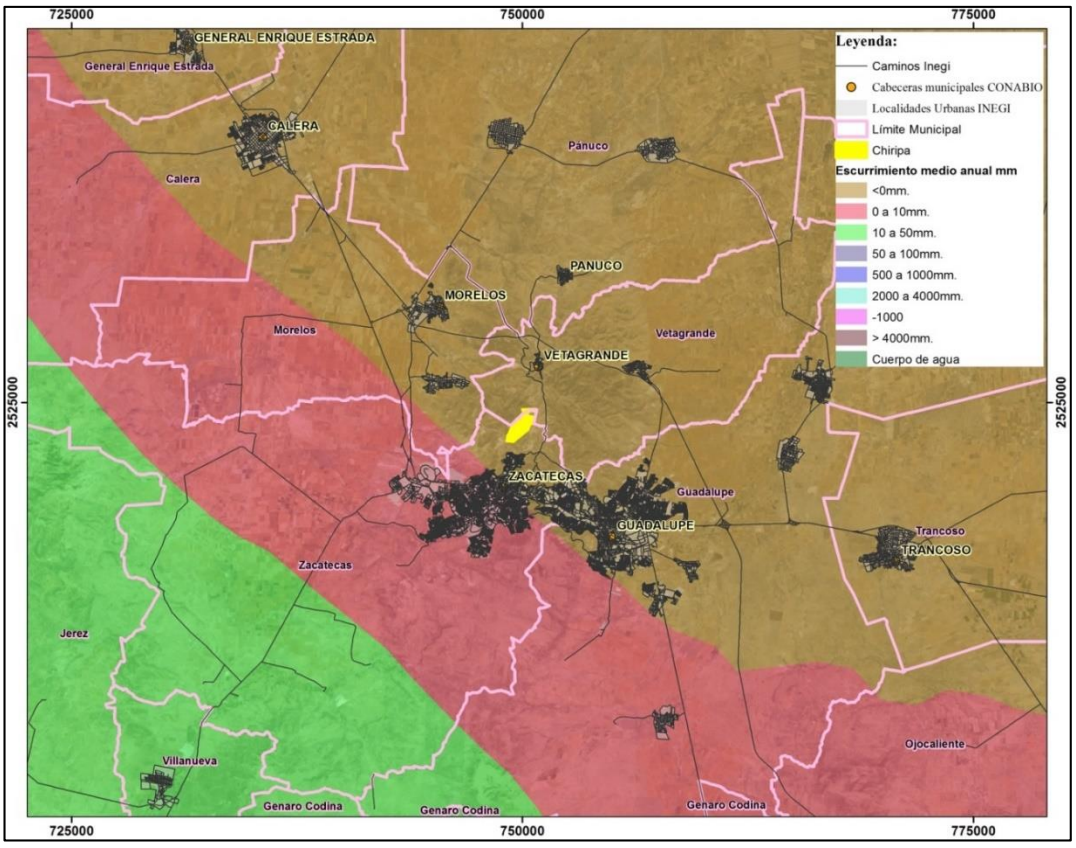
Fuente: CONABIO, 1998, ESC 1:1000000.

Figura 127. Subcuencas Hidrológicas en el Área del Sistema Ambiental de la CDFIS.

- **Escurrimientos.**

La expresión escurrimiento superficial suele referirse al volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración. El escurrimiento superficial o directo es función de la intensidad de la precipitación y de la permeabilidad de la superficie del suelo, de la duración de la precipitación, del tipo de vegetación, de la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, de la profundidad del nivel freático y de la pendiente de la superficie del suelo.

Dentro del predio del Proyecto Chiripa se presenta un escurrimiento medio anual considerado Bajo (bajas precipitaciones y cuenca de captación reducida), con un escurrimiento de <0 mm anuales. Lo anterior puede observarse a detalle en la siguiente figura:



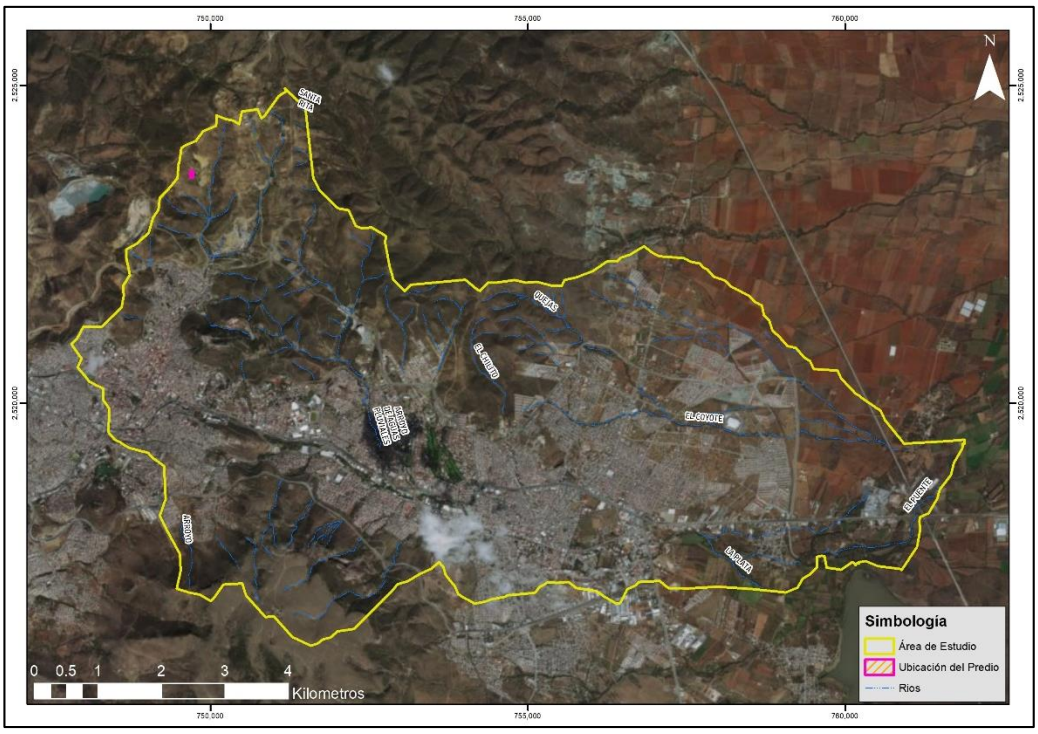
Fuente: Elaboración propia con base a información de la CONAGUA.

Figura 128. Escurrimiento Medio Anual en la Zona del Proyecto de la CDFIS.

- **Escorrentía Superficial.**

El predio Chiripa – La Gloria no presenta corrientes intermitentes o intermitentes, ya que las posibles corrientes existentes en el predio son de tipo efímeras (solo llevan agua cuando hay lluvias en la zona), partiendo de la porción central del predio como la zona más alta en dirección sur para unirse a un cauce mayor para posteriormente dirigirse por debajo de los municipios de Zacatecas y Guadalupe hasta la presa El Saladillo a las afueras de Guadalupe.

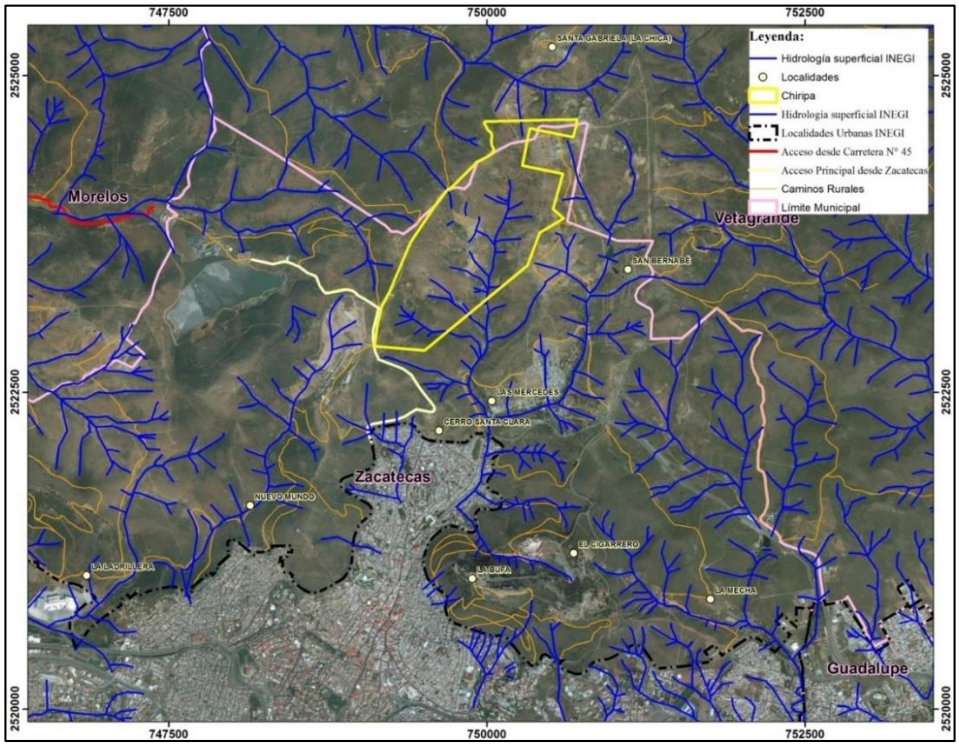
Cabe hacer mención en el trayecto desde el predio del Proyecto Chiripa hasta la presa El Saladillo, el cauce por el que se escurre el agua presenta un sistema de control de sedimentos a base de embalse, esto con la finalidad de reducir los sedimentos que puedan ser arrastrados por la corriente hasta llegar a la presa. En total existen 6 embalses hasta llegar a la zona urbana.



Fuente: INEGI, Topográfica esc 1:50000 serie III Edición 2018.

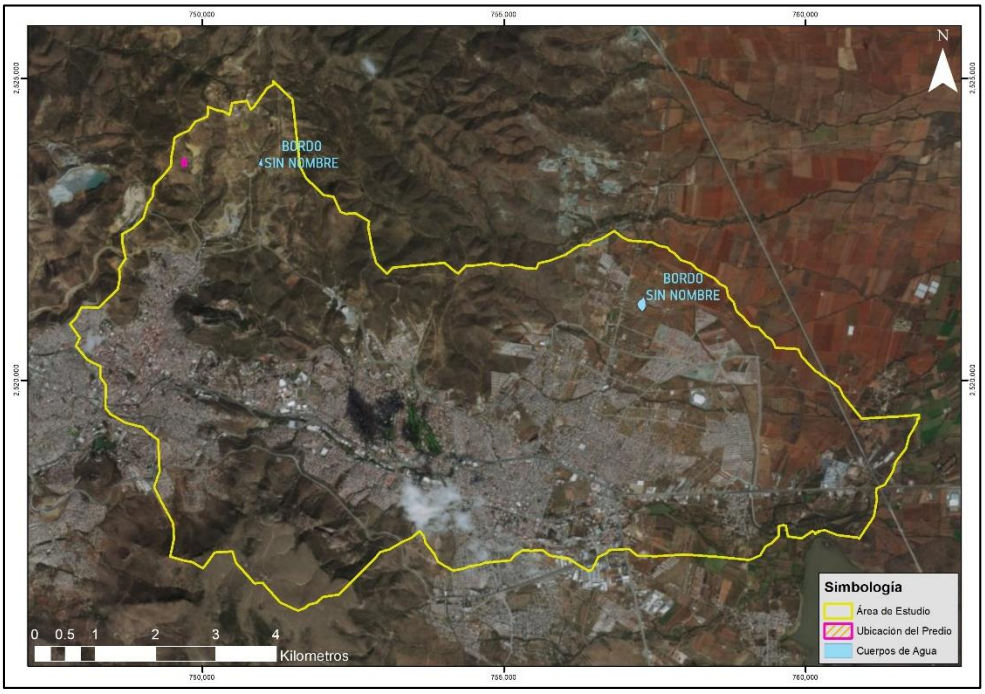
Figura 129. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental de la CDFIS

En la siguiente Figura se presenta el modelo de escorrentía superficial, así como los embalses existentes:



Fuente: Elaboración propia con base a información de la CONAGUA.

Figura 130. Escorrentía Superficial en la Zona del Proyecto de la CDFIS.



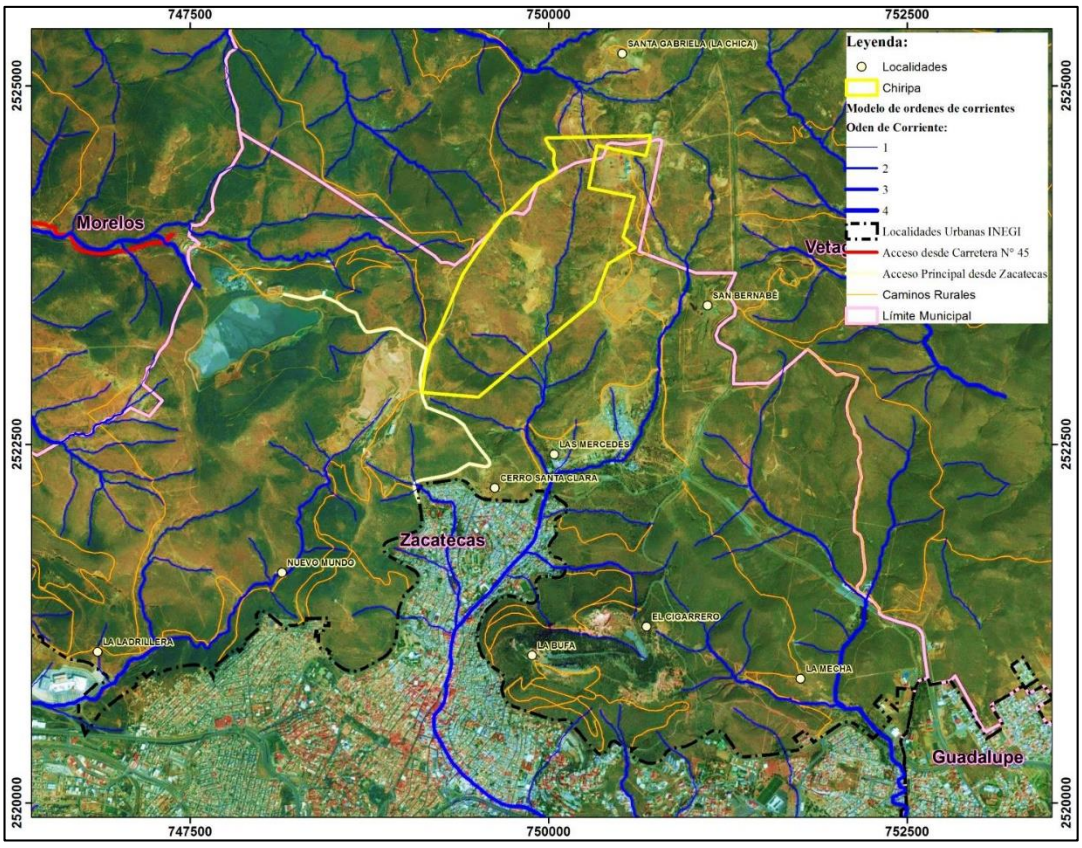
Fuente: Elaboración propia con base a información de la CONAGUA.

Figura 131. Cuerpos de Agua en el Sistema Ambiental de la CDFIS.

- **Ordenes de Corrientes.**

El orden de corriente en una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. El proceso para esta clasificación es considerar corrientes de orden uno, las que no presentan ningún tributario; de orden dos a los que solamente tienen tributarios de orden uno; de orden tres de aquellas corrientes con dos o más tributarios de orden dos y así sucesivamente. El orden de la corriente principal indica la extensión de la red de la corriente dentro de ella.

Con la información obtenida de fuentes nacionales oficiales, se obtuvo el modelo de órdenes de corriente dentro del predio del Proyecto Chiripa, el cual muestra que en predio hay incidencia de 4 corrientes de orden 1 que se enlazan al Sur con una corriente de orden 2 en dirección al municipio de Zacatecas. Esto se puede observar a detalle en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración propia con base a información de la CONAGUA.

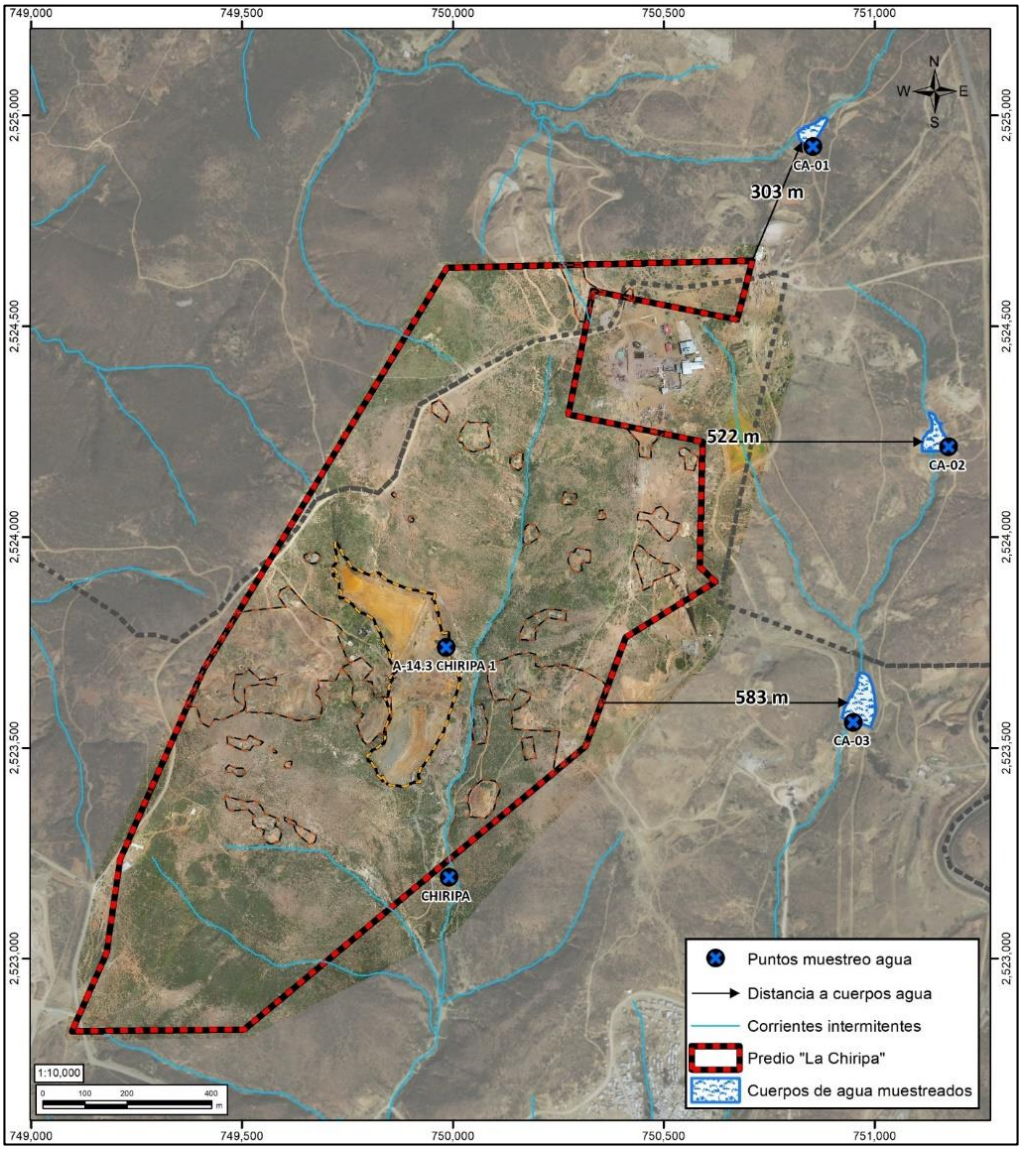
Figura 132. Modelo de Ordenes de Corrientes en la Zona del Proyecto de la CDFIS

- **Caracterización del Agua Superficial.**

Un posible e importante impacto o afectación al ambiente es la probabilidad de que se presente en la zona procesos de erosión hídrica y/o la lixiviación de contaminantes presentes en el suelo o en los depósitos de residuos mineros existentes, como ya se describió en el presente estudio, los cuales potencialmente puede contaminar el agua superficial y/o subterránea en la zona. Es por lo anterior que se determinó llevar a cabo una caracterización a nivel agua superficial para determinar posibles indicios de contaminación principalmente con metales de las antiguas actividades de aprovechamiento minero.

Como ya se indicó, en la región no existen cuerpos de agua superficial de importancia hidrológica. En la zona, la presencia de agua superficial está limitada sólo después de que se presentan precipitaciones pluviales cuando fluye a través de arroyos efímeros o bien queda estancada temporalmente en bordos.

A una distancia promedio de 0.49 km del límite oriente del predio Chiripa – La Gloria, existen 3 estanques o bordos de captación de agua pluvial. De estas áreas fueron obtenidas y analizadas muestras de agua de estos estanques y de 2 puntos de monitoreo establecidos por la empresa promovente del proyecto motivo de este Manifiesto de Impacto Ambiental en el cauce del arroyo Chiripa. De estos últimos, uno está ubicado en el límite oriente de la parte norte de la presa de jales, y el otro, en el cauce del arroyo Chiripa en el límite del predio. En la siguiente figura puede observarse la ubicación de los citados puntos:



Fuente: Ingeniería del proyecto.

Figura 133. Ubicación de Puntos de Muestro de Agua Superficial.

De dicha caracterización y de acuerdo con lo señalado en el apartado 5.8.2.4 de la NOM-141, para evaluar la calidad del agua superficial se utilizaron los parámetros y los límites máximos permisibles (LMP), promedio diario, para descargas de aguas residuales en suelo, señalados en la Tabla 3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996[20] (NOM-001).

[20] Norma Oficial Mexicana NOM-001, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

La siguiente tabla resumen y en el **Plano PL-06** contienen los resultados analíticos registrados en las muestras de agua superficial, así como los CC e IC, considerando los parámetros y LMP establecidos en la NOM-001, para descargas de aguas residuales en suelo.

Tabla 29. Principales Estadígrafos de los Resultados del Muestreo del Agua Superficial.

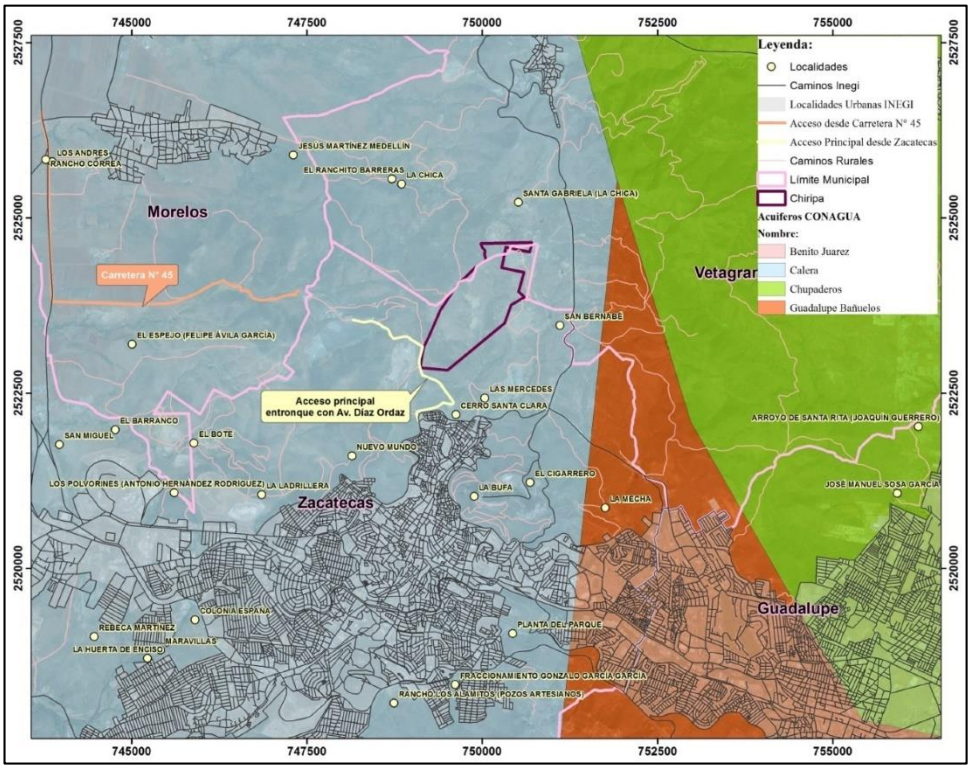
Elemento	Parámetro de Referencia (mg/L)	Concentración (mg/L)				[C] >NM [a)]	
		Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Número	Porciento [b)]
Arsénico	0.40	0.03	0.21	0.06	0.10	0	0
Cadmio	0.10	0.01	0.16	0.05	0.07	4	21
Cobre	6.0	0.01	1.18	0.02	0.19	0	0
Cromo	1.0	0.01	0.04	0.01	0.01	0	0
Mercurio	0.01	ND	ND	ND	ND	0	0
Plomo	10.0	0.02	0.17	0.04	0.05	0	0
Zinc	20.0	0.05	31.31	0.87	7.19	2	10.5
Níquel	4.0	0.01	0.13	0.02	0.04	0	0

a) Número y porciento de resultados analíticos que superan el Nivel Máximo, señalado en la norma de referencia.
b) El número total de muestras analizadas fue 19.

De acuerdo con el contenido de la tabla anterior, en el 10.5 (2/19) y 21% (4/19) de las muestras de agua superficial analizadas, las concentraciones de Zn y Cd, respectivamente, fueron superiores a los LMP establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Las muestras con mayor concentración de los metales antes mencionados se obtuvieron del pie del talud de la presa de jales, también fueron las que registraron menores valores de pH, indicativos característicos de los lixiviados ácidos (**Plano PL-06**). En el **Anexo 06** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluyen los resultados y documentación en formato digital de los análisis realizados.

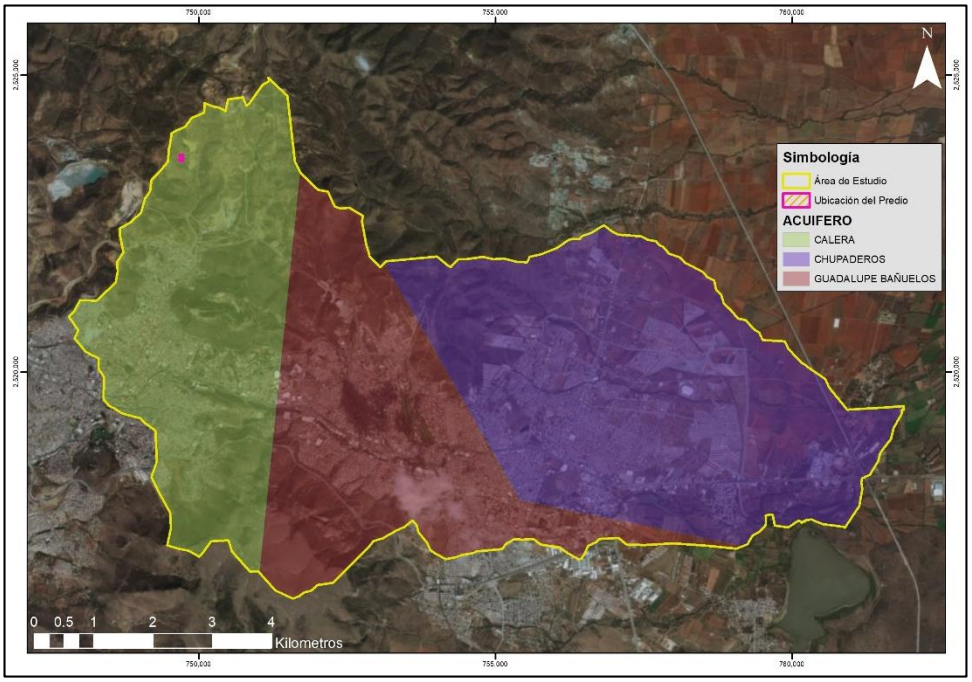
IV.2.1.4.2. Hidrología Subterránea.

El predio Chiripa – La Gloria en donde se localiza el área seleccionada para el desarrollo del proyecto CDFIS se encuentra inmerso en la Región Hidrológico-Administrativa denominada "Cuencas Centrales del Norte". La superficie del predio en mención se encuentra en su totalidad dentro del Acuífero Calera como se puede observar en la siguiente figura el cual se localiza en la porción central del Estado de Zacatecas.



Fuente: Elaboración propia con información de la CONAGUA.

Figura 134. Hidrología Subterránea (Acuíferos) en el Sistema Ambiental de la CDFIS



Fuente: CONAGUA, 2013.

Figura 135. Hidrología Subterránea (Acuíferos) en el Sistema Ambiental de la CDFIS.

El área cubre una superficie aproximada de 2,226 Km², que representa el 2.8 % del territorio estatal; se localiza en porción central del estado de Zacatecas, comprende la totalidad de los municipios Enrique Estrada y Morelos, la mayor parte de Fresnillo, Calera y Zacatecas, porciones menores de Panuco, Vetagrande, Jerez y Villa de Cos. Corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte. Es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, presenta condiciones locales de semiconfinamiento, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada, conglomerados y depósitos lacustres. En la zona centro de los valles tectónicos, el espesor del acuífero puede alcanzar hasta 400 m.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) registra en el año 2015 para el Acuífero Calera (3225) las siguientes características:

Tabla 30. Características del Acuífero Calero.

CDXIII		Región Hidrológica-Administrativa "Cuencas Centrales del Norte"					
Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
Estado de Zacatecas							
3225	Calera	83.9	1.3	163.190372	125.0	0.00	-80.570372

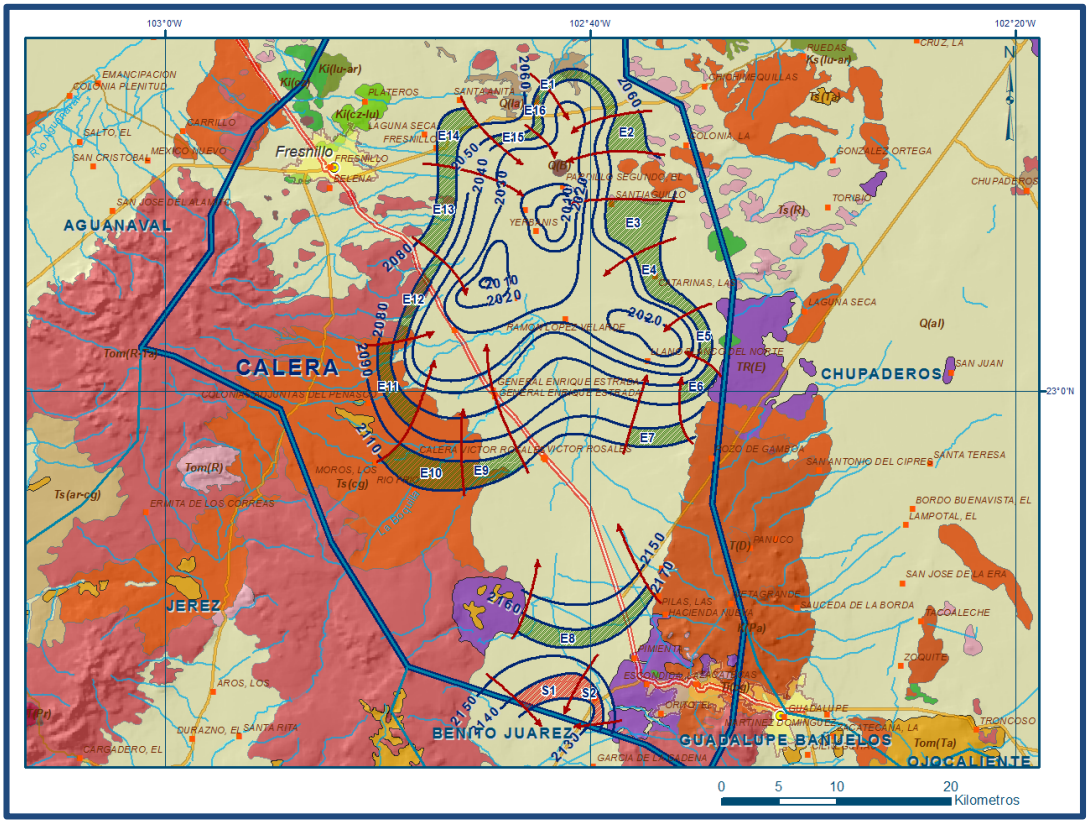
R = Recarga media anual, DNCOM = Descarga natural comprometida, VCAS = Volumen concesionado de agua subterránea, VEXTET = Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos, DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea.

La formación de la cuenca fue la consecuencia de una serie de procesos geológicos que iniciaron con la acción de un intrusivo que afectó las unidades Mesozoicas, seguido de plegamientos, fallamientos y una etapa de vulcanismo que formó los macizos montañosos. Posteriormente se depositaron los sedimentos que forman la llanura aluvial delimitada al norte, este y oeste por lomeríos, al sur se distinguen bajadas aluviales con lomeríos y al sureste se identifican sierras bajas y lomeríos. Entre los principales sistemas montañosos se encuentra la Sierra de Zacatecas, ubicada al oriente de la zona, con elevaciones máximas del orden de 2,700 msnm y las mínimas se presentan en la llanura en el orden de 1,030 msnm.

Con la información piezométrica correspondiente a enero de 1994, se elaboró el plano de curvas de igual profundidad del nivel estático, este describe en la porción norte del valle de calera profundidades del orden de 20 metros; hacia el centro de la zona, donde existe la

mayor concentración de pozos, las profundidades varían de 40 a 50 metros, incrementándose hacia ambos flancos del acuífero hasta valores de 60 metros (esto correspondiente a la zona donde se localiza el predio del proyecto en estudio en este Manifiesto de Impacto Ambiental.

De igual manera y de acuerdo con un estudio realizado en el 2015 por la Dirección Local de Zacatecas de la CONAGUA, las elevaciones del nivel estático del acuífero Calera variaron de 2,010 a 2170 msnm. Los valores más bajos se registraron en el valle aluvial localizado en la región central, donde ocurre extracción intensiva de agua para uso agrícola, lo que ha formado un extenso cono de abatimiento, de tal forma que, la dirección preferencial del flujo subterráneo se registró de sur a norte, con alimentaciones provenientes de los flancos norte, sur este y oeste. De forma complementaria, en la siguiente figura está representada la evolución del nivel estático del periodo 1997 – 2015. En la mayor parte del acuífero el abatimiento medio anual varía de 1.2 a 1.8 m.



Fuente: CONAGUA, 2015.

Figura 136. Elevaciones de los Niveles Estáticos y Flujos Hidrológicos Preferenciales del Acuífero Calera.

En el **Plano PL-07** están representadas las elevaciones de los niveles estáticos del acuífero Calera obtenidas en el 2017. De acuerdo con los polígonos de Voronoi[21], la proyección del nivel piezométrico en la zona que comprende los municipios de Morelos, así como las porciones de Vetagrande y Zacatecas, oscila desde 2,073 a 2,141 msnm. En el tiro San Roberto, ubicado en la mina Cozamin y cercano al predio Chiripa- La Gloria, la elevación del nivel estático es de 2,098 msnm, este valor se encuentra dentro del rango proyectado.

Con relación a la calidad del agua del acuífero Calera, la CONAGUA (2018)[22], reportó en algunos aprovechamientos la existencia de concentraciones de arsénico por arriba de la modificación a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994[23] con valores que varían de 0.026 a 0.06 mg/L.

- **Unidades Hidrogeológicas.**

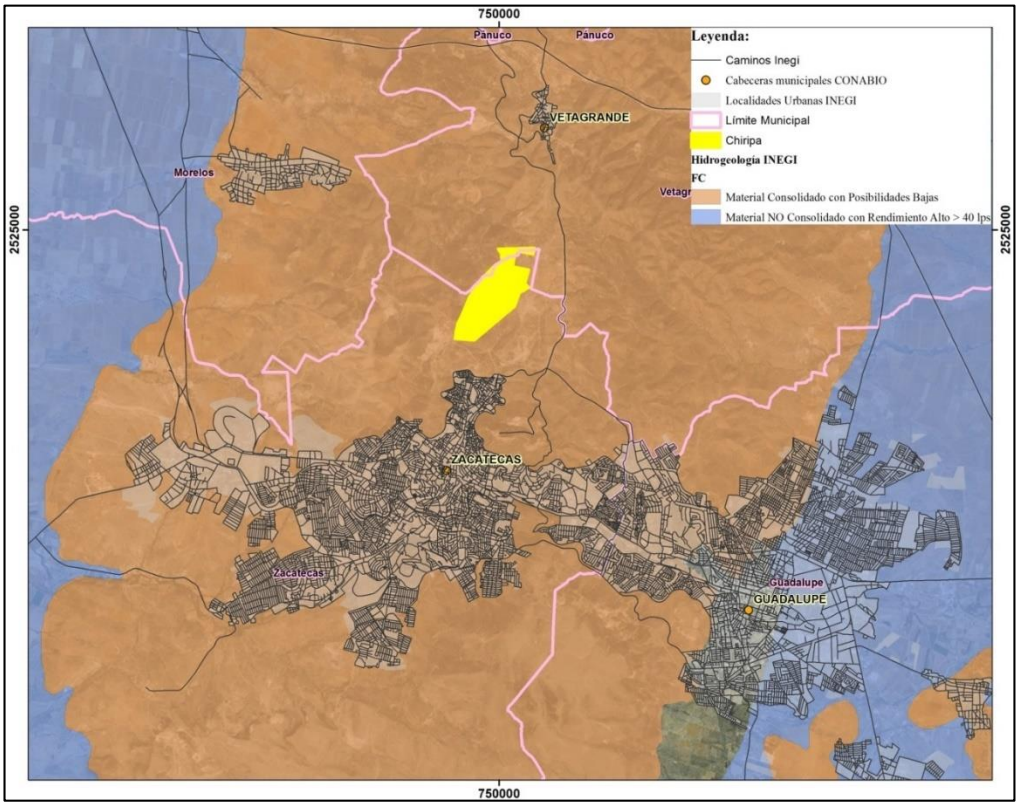
La clasificación de unidades geohidrológicas presentadas por INEGI, toma en cuenta las características físicas de la roca, así como la de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolos en dos grupos: material consolidado y no consolidado, con posibilidades bajas, medias, o altas de funcionar como acuífero.

La totalidad del predio del Proyecto Chiripa se encuentra sobre una región hidrogeológica de Material Consolidado con posibilidades bajas, que por sus características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitadas de contener agua. Lo anteriormente descrito se detalla en la siguiente figura:

[21] Los polígonos de Voronoi es un método estadístico de interpolación geométrica basado en la distancia euclidiana, son formados al unir diferentes puntos entre sí y trazar las mediatrices de los segmentos de unión.

[22] Diario Oficial de la Federación, (2018). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Calera (3225), Estado de Zacatecas.
https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3225.pdf

[23] Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.



Fuente: CONAGUA.

Figura 137. Unidades Hidrogeológicas en el Área del Proyecto.

El terreno localizado en material consolidado correspondiente a roca de baja posibilidad de almacenamiento de agua por baja conductividad y reducida capacidad de almacenamiento, así como ser un área de lomeríos, cerros en porciones altas y con pendientes marcadas sin áreas de retención de agua, se traduce en ausencia de agua y bajo o nulo potencial de afectación al acuífero. El riesgo potencial (no evaluado) para el recurso de agua subterránea corresponde a los flujos y solubilización de metales pesados captados a escala regional y que lleguen a zonas de infiltración.

- **Caracterización Hidráulica del Agua Subterránea en el Medio Fracturado o Volcánico.**

Los sitios potencialmente vulnerables a los efectos negativos de pasivos ambientales de la región, corresponden a las zonas planas con materiales no consolidados, aluvión y áreas de infiltración y niveles someros de aguas freáticas.

En el 2010[24] se realizaron estudios en 79 aprovechamientos (pozos y tiros), de los cuales 11 fueron ubicados en el medio granular (acuífero Calera) y 68 tiros en el medio fracturado o volcánico, localizados dentro y en el área de influencia del predio Chiripa – La Gloria. Se cuantificó la profundidad total, la elevación del nivel estático y fueron calculados los gradientes hidráulicos. La siguiente tabla contiene los estadígrafos de las elevaciones del nivel estático y del gradiente hidráulico y en el **Plano PL-08** está representado el gradiente hidráulico calculado en los aprovechamientos localizados en los medios granular y fracturado.

Tabla 31. Parámetros Hidráulicos en los Medios Granulares y Fracturados.

Parámetro	Aprovechamientos		Diferencias (valores promedio)
	Pozos (medio granular)	Tiros (medio fracturado)	
Número de Aprovechamientos Incluidos en el Presente Estudio	21	15	----
Elevación del nivel estático (msnm).			
Promedio	2,137.4	2,560.6	423.2
Mínimo	1,980.0	2,525.2	
Máximo	2,214.3	2,593.1	
Gradiente hidráulico			
Promedio	0.69	4.30	3.61
Mínimo	0.0	0.0	
Máximo	2.37	33.22	14.0
Dirección del flujo hidráulico preferencial	E-W	No definido	----

De acuerdo con la información contenida en la tabla anterior, en términos promedio, existe una diferencia de 432 m en los niveles piezométricos registrados en el medio granular y el fracturado. Esta diferencia piezométrica y las características fisiográficas descritas con anterioridad, indican la existencia de dos sistemas hidráulicos diferentes. Además, en el medio fracturado fueron registrados gradientes hidráulicos máximos 14 veces mayores y flujos preferenciales no definidos, estos elementos revelan que en el medio fracturado el agua subterránea se encuentra encajonada o colgada debido a la muy limitada transmisibilidad presente en el medio fracturado o volcánico, estas son características propias de los acuitardos. Estos aprovechamientos no son de interés con fines de explotación

[24] Estudio realizado por Capstone Gold en el 2010.

debido a su limitada capacidad hidráulica. Lo anterior fue demostrado mediante pruebas de bombeo realizadas en el tiro Mendelevio, localizado en el extremo noroeste del predio Chiripa – La Gloria. Estos resultados indicaron que durante toda la etapa del bombeo se registró abatimiento del nivel estático y no fueron afectados los niveles de los tiros vecinos.

- **Caracterización de la Condición del Agua Subterránea.**

Con el objetivo de conocer la condición del agua subterránea del medio fracturado subyacente fueron obtenidas y analizadas muestras de agua en 10 tiros localizados dentro del predio y en el área noroeste del sitio (panel ubicado en el margen superior izquierdo del **Plano PL-09** anexo a este Manifiesto de Impacto Ambiental).

Es importante señalar que los tiros son antiguas obras de exploración minera a cielo abierto que en algunas ocasiones alcanzan diámetros hasta de 3.5 m. Están ubicados en zonas mineralizadas, de tal forma que la roca exhibida, y en su caso el agua subterránea, han estado expuestos durante varias décadas[25] a condiciones de oxidación de los sulfuros de hierro y cobre principalmente contenidos en la roca, lo que produce generación de drenaje ácido, disminución del pH del agua, y como consecuencia, incremento en la capacidad para disolver elementos que están contenidos en los depósitos sulfurosos, tales como: cobre, zinc, molibdeno, plata, mercurio, arsénico, cadmio y plomo. De acuerdo con lo anterior, el agua contenida en los tiros no tiene la calidad para ser utilizada para uso y consumo humano.

El agua subterránea subyacente se encuentra en medios fracturados volcánicos constituyendo acuitardos o remansos de aguas colgadas con capacidad hidráulica muy limitada, de tal forma que no son un recurso de importancia para su explotación industrial minera. De acuerdo con lo anterior, no constituyen un acuífero en los términos establecidos en el apartado II del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales (LAN)[26]. El agua subterránea contenida en los tiros no puede ser utilizada para uso y consumo humano, por esta razón, los

[25] Se considera que algunos tiros tienen una antigüedad de más de 150 años que fueron construidos.

[26] Ley de aguas Nacionales. Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2016. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf

resultados analíticos fueron comparados con los límites máximos permisibles (LMP) señalados en la Tabla 3 de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, utilizada para riego agrícola.

La siguiente tabla resumen contiene los principales estadígrafos de los resultados analíticos registrados en las muestras de agua subterránea.

Tabla 32. Principales Estadígrafos de los Resultados del Muestreo del Agua Subterránea.

Elemento	Nivel Máximo (mg/l) a)	Concentración (mg/l) b)				[C] >NM b)	
		Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Número	Porciento
Arsénico	0.1	ND	0.26	0.17	0.17	1	10
Cobre	0.2	0.01	0.10	0.01	0.03	0	0
Fierro	5.0	0.05	23.3	0.48	5.3	2	20
Plomo	5.0	ND	0.03	0.02	0.02	0	0
Zinc	2.0	0.09	9.9	1.08	1.8	2	20
Sulfatos	130.0	73.1	1,603.3	1,055.3	953.1	9	90
Solidos Disueltos Totales	500.0	236.0	2,832.0	1,966.0	1,753.0	9	90

a) Valores de referencia señalados en la Tabla 1 de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, considerando el uso del agua para riego agrícola.
b) Valores calculados con base en los resultados y base de datos contenidos en los **Anexo 8.7**.
c) Número y porciento de resultados analíticos que superan el Nivel Máximo, señalado en la norma de referencia.

De acuerdo con el contenido de la tabla anterior y del **Plano PL-09**, de las 10 muestras de agua analizadas, en algunas las concentraciones de As (1/10), Fe (2/10) y Zn (2/10) fueron superiores al Nivel Máximo establecido.

De forma adicional, en el 90% de las muestras analizadas (9/10), las concentraciones de sulfatos y sólidos disueltos totales fueron considerablemente superiores a los LMP. En este mismo sentido, el valor promedio de la conductividad eléctrica (CE) fue de 2,097 µS/cm, parámetro estrechamente relacionados con la concentración de iones en solución. Con fines de comparación, el rango de CE de muestras de agua del acuífero Calera es de 330 a 780 µS/cm. El conjunto de estos resultados sugiere el establecimiento de procesos de oxidación de los sulfuros de hierro y de otros metales, generación de iones de hidrógeno, disminución del pH del agua y el establecimiento de procesos de lixiviación de especies metálicas a partir de las superficies rocosas.

Para el caso del As, los resultados de la muestra que corresponde al tiro Kriptón, situado en la parte oriente de la presa de jales, la concentración de este metaloide fue superior al valor

de referencia (**Plano PL-09**). Lo anterior sugiere una posible influencia de los jales mineros sobre el agua subterránea.

Con el objetivo de evaluar la influencia de la presa de jales sobre la calidad del agua del acuífero fracturado subyacente, se realizó el análisis de vulnerabilidad de acuerdo con el método GOD descrito en el Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003[27] (NOM-141). En la siguiente figura puede apreciarse en Modelo Conceptual obtenido:

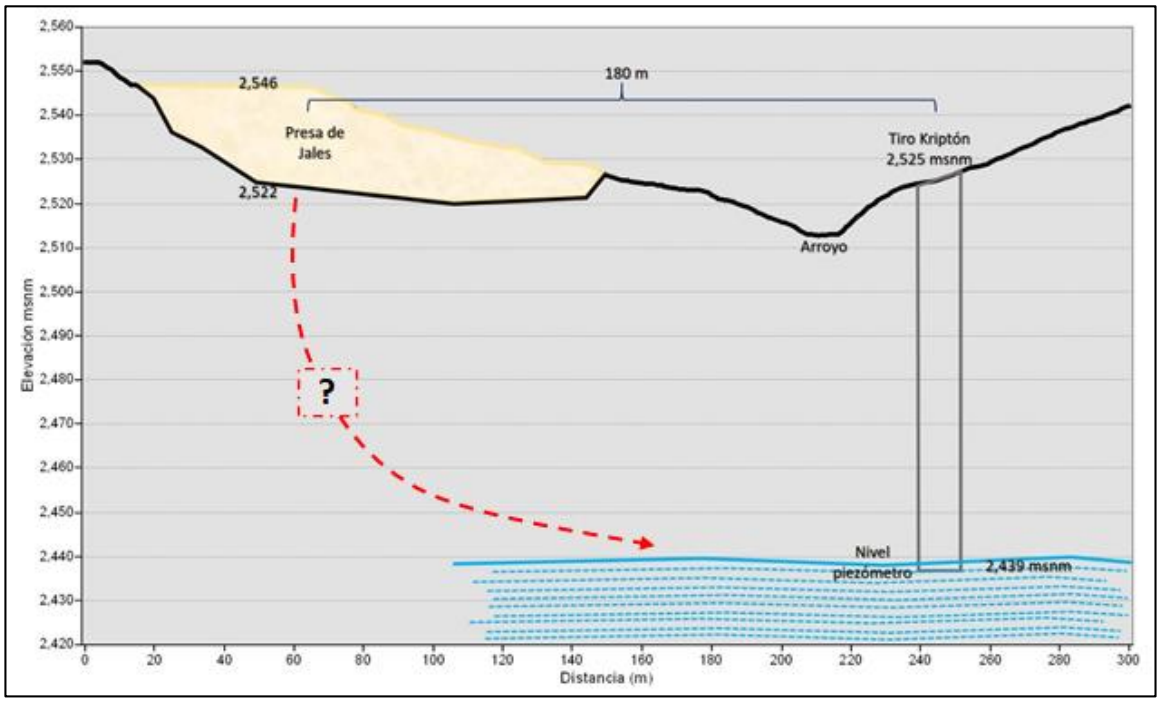


Figura 138. Modelo Conceptual. Lixiviación de Presa de Jales y Afectación de la Zona Saturada del Tiro Kriptón.

Sin embargo, con relación a la presencia de As en el agua subterránea, la CONAGUA (2019)[28], publicó en los resultados del estudio técnico del acuífero Calera, que en algunas regiones se identificaron concentraciones de arsénico en el agua subterránea por arriba de la normatividad aplicable. Lo anterior podría indicar que la presencia de elevadas

[27] Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presa de jales.

[28] Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se dan a conocer los resultados de estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Calera, clave 3225, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológica-Administrativa VII, Cuencas Centrales del norte. http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5572271&fecha=13/09/2019.

concentraciones de arsénico en el agua subterránea es un fenómeno natural y no necesariamente está relacionado con la disposición in situ de suelo contaminado y escombros de construcción. En el **Anexo 07** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye en formato digital los resultados del muestreo realizado a las aguas subterráneas indicadas del sitio.

Vulnerabilidad del Acuífero.

En el Anexo Normativo 2 de la NOM-141 se describe el método "GOD" para evaluar la vulnerabilidad del acuífero en zonas donde se realiza la disposición in situ de residuos mineros. Fue desarrollado por Foster (1987) y es un método sencillo y sistemático que permite evaluar de manera semicuantitativa la afectación del acuífero debido a la percolación vertical de contaminantes a través de la zona no saturada sin considerar el transporte horizontal en la zona saturada.

Se basa en la asignación de valores en el rango de 0 a 1 a las siguiente tres variables nominadas mediante los acrónimos:

- ✓ **G: ground water ocurrence**. Tipo de acuífero, modo de confinamiento u ocurrencia del agua subterránea.
- ✓ **O: overall aquifer class**. Litología de la zona no saturada. Se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas, como consecuencia, de forma indirecta y relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada.
- ✓ **D: depth to groundwater**. Profundidad del agua subterránea o del acuífero.

La siguiente ecuación permite calcular el Índice de Vulnerabilidad (Vaq) por el método GOD:

Ecuación 8

$$V_{aq} = G \times O \times D$$

Donde:

V_{aq}	Índice de Vulnerabilidad.
G	Valor asignado por el tipo de acuífero.
O	Valor asignado por el tipo de litografía de la zona no saturada.
D	Valor asignado por la profundidad del acuífero.

La NOM-141 establece que si el valor del V_{Aq} calculado es menor a 0.25, el acuífero se considera NO VULNERABLE. Cuando V_{Aq} es mayor a 0.25, el acuífero se considera **"VULNERABLE".**

Los valores del componente referido a la condición de confinamiento hidráulico del agua subterránea en el sitio, se obtuvieron conforme a la siguiente tabla:

El acuífero de la zona de estudio es confinado y semiconfinado, además de que algunos pozos y tiros se encontraban secos, para cada caso particular se le asignó el valor de 0.4 (mayor aporte) y 0, respectivamente

Tabla 33. Valores del parámetro "G" de acuerdo a la condición de confinamiento hidráulico del agua subterránea.

Ocurrencia del agua subterránea	Valor
Ausente	0
Surgente o artesiana	0
Confinada	0.2
Semi-confinada	0.4
Libre o freática	0.6
Subálvea o freática aflorante	1.0

Fuente: Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Los valores para cada tipo de litología se obtuvieron a partir de la tabla presentada a continuación:

Tabla 34. Valores del parámetro "O" de acuerdo a la litología, granulometría y consolidación de estratos sobreyacentes al nivel de las aguas subterráneas

Estratos sobreyacentes			Valor
No consolidadas	Consolidadas		
(sedimentos)	(rocas porosas)	(rocas densas)	
Arcillas lacustres/estuarinas, suelos residuales			0.4
Limos aluviales, loess, till glacial	Lutitas, pizarras		0.5
Arenas aluviales y fluvioglaciales	Limolitas, toba volcánica	Formaciones ígneas metamórficas y volcánicas antiguas	0.6

Tabla 34. Valores del parámetro "O" de acuerdo a la litología, granulometría y consolidación de estratos sobreyacentes al nivel de las aguas subterráneas

Estratos sobreyacentes			Valor
No consolidadas	Consolidadas		
(sedimentos)	(rocas porosas)	(rocas densas)	
Arena eólica	Areniscas		0.7
Gravas aluviales y eluviales		Lavas recientes	0.8
	Caliche, calcarenitas		0.9
		Calcretitas y calizas karstificadas	1.0

Fuente: Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003

En relación a las variaciones de la litología de la zona somera, se encontraron principalmente dos tipos de estratos; Lib: Indiferenciado Ígneo Básico y Ksed: Cretácico Sedimentario. El estrato Lib representa una formación consolidada de rocas densas, específicamente de formaciones ígneas metamórficas y volcánicas antiguas; por lo que para esos casos el valor de "O" = 0.6. Para el caso de Ksed, está asociado a sistemas consolidados de rocas porosas, tales como las lutitas y pizarras, por lo que para los pozos y tiros con esas características el valor del parámetro "O" es 0.5.

Cabe mencionar que para el método GOD, diferentes tipos de litologías, su aporte en la vulnerabilidad es el mismo.

Para asignar los valores del parámetro "D", se considera la condición del agua subterránea del medio fracturado subyacente. Para cada profundidad se le asigna el valor "D" descrito en la siguiente tabla:

Tabla 35. Valores del parámetro "D" de acuerdo a la profundidad del nivel de las aguas subterráneas (Fuente: Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003).

Profundidad	Valor
Mayor a 50 m	0.6
Entre 20 y 50 m	0.7
Entre 5 y 20 m	0.8
Menor a 5 m	0.9

En la siguiente tabla se enlistan los pozos y tiros, así como las propiedades asociadas a los parámetros del método GOD y sus respectivos valores, en negritas se señala el pozo Kriptón el cual presenta valores por encima del LMP para el Arsénico.

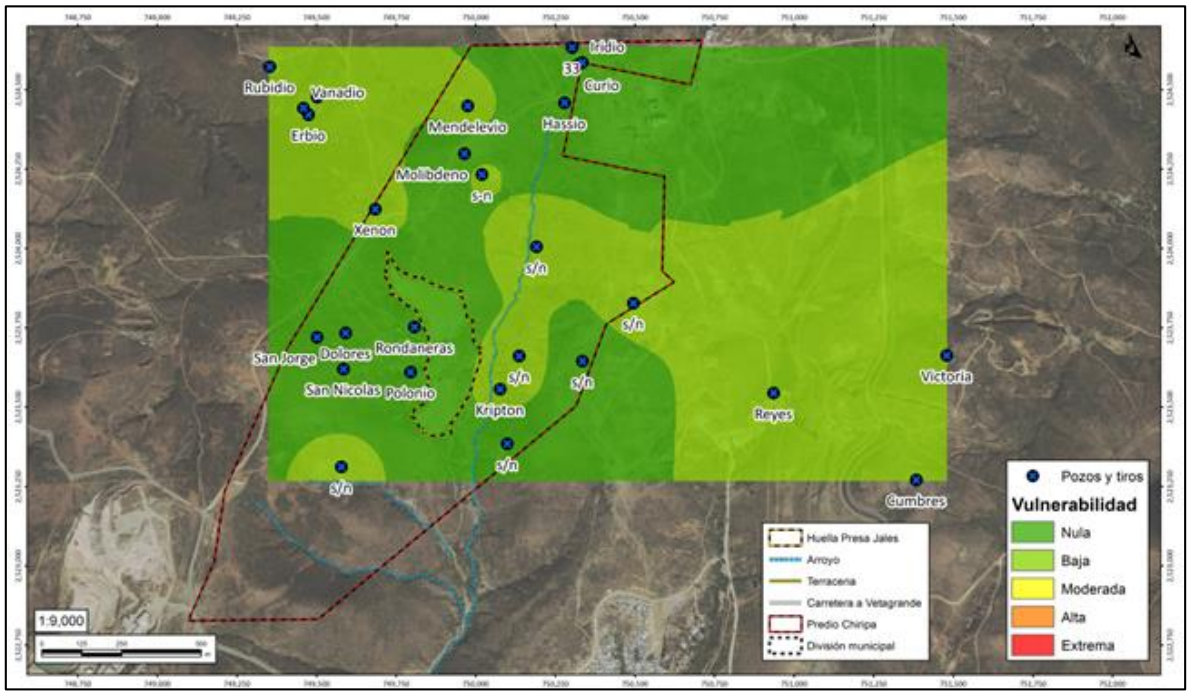
Tabla 36. Características de los parámetros GOD de los pozos del acuífero de la zona de estudio.

ID Pozo	Nombre	Grado de Confinamiento (G)		Ocurrencia del sustrato suprayacente (O)		Distancia al nivel del agua subterránea, m (D)		Vulnerabilidad V_{aq} = (G)(O)(D)	
		Propiedad	Valor	Propiedad	Valor	Propiedad	Valor	V_{aq}	Vulnerable
70	s/n	Ausente	0.0	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	140.0	0.6	0.0	No
84	Kripton	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	85.9	0.6	0.144	No
59	s/n	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	50.0	0.7	0.168	No
57	s/n	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	21.0	0.7	0.00	No
61	s/n	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	42.2	0.7	0.140	No
63	s/n	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	25.3	0.7	0.168	No
65	Hassio	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	4.5	0.9	0.00	No
77	Curio	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	34.5	0.7	0.140	No
82	Iridio	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	150.0	0.6	0.00	No
33	33	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	140.0	0.6	0.00	No
98	Xenon	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	54.3	0.6	0.120	No
97	Cobalto	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	21.0	0.7	0.140	No
100	Cumbres	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	72.8	0.6	0.120	No
101	Victoria	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	36.4	0.7	0.140	No
99	Reyes	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	6.0	0.8	0.160	No
96	Mendelevio	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	56.2	0.6	0.144	No
87	Molibdeno	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	12.0	0.8	0.00	No
67	s-n	Semi-confinada	0.4	Lutitas, pizarras	0.5	55.2	0.6	0.120	No
94	San Jorge	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	150.0	0.6	0.00	No
78	Dolores	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	150.0	0.6	0.000	No
95	San Nicolas	Ausente	0.0	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	150.0	0.6	0.00	No
90	Polonio	Ausente	0.0	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	56.0	0.6	0.00	No
92	Rondaneras	Ausente	0.0	Lutitas, pizarras	0.5	150.0	0.6	0.00	No
72	s/n	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	45.1	0.7	0.168	No

Tabla 36. Características de los parámetros GOD de los pozos del acuífero de la zona de estudio.

ID Pozo	Nombre	Grado de Confinamiento (G)		Ocurrencia del sustrato suprayacente (O)		Distancia al nivel del agua subterránea, m (D)		Vulnerabilidad V_{aq} = (G)(O)(D)	
		Propiedad	Valor	Propiedad	Valor	Propiedad	Valor	V_{aq}	Vulnerable
102	Rubidio	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	25.5	0.7	0.168	No
103	Erbio	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	13.8	0.8	0.192	No
104	Vanadio	Semi-confinada	0.4	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6	10.5	0.8	0.192	No

En cada uno de los tiros evaluados el Índice de Vulnerabilidad (V_{aq}) no sobrepasó el límite de 0.25 indicado en la NOM-141, por esta razón, se considera que el **ACUITARDO SUBYACENTE NO ES VULNERABLE**. Muy probablemente, las concentraciones de Fe, Zn y As, que sobrepasaron los valores de referencia en algunos tiros, están relacionados con procesos de oxidación – lixiviación debido a la exposición de las rocas con alto contenido de sulfuros y del agua a los factores ambientales. En la siguiente figura está representado la distribución de los valores del Vaq en los diferentes tiros evaluados.

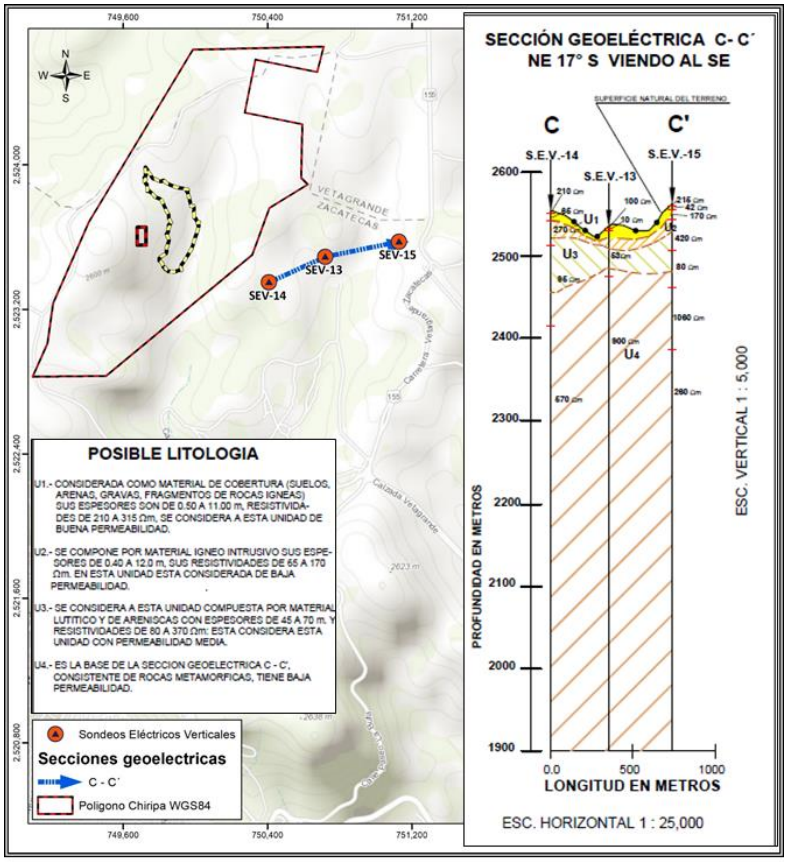


Fuente: Estudio de Vulnerabilidad del Acuífero.

Figura 139. Vulnerabilidad del Acuífero. Resultados del Modelo GOD.

- **Análisis Geoeléctrico.**

Asimismo, se realizó un estudio geoeléctrico en la zona de la mina Cozamin y los alrededores, se ejecutaron 15 sondeos eléctricos verticales (SEV), de 500 m de profundidad teórica (Figura 56). Con estos resultados se construyeron cuatro secciones geoeléctricas. En particular, la sección C – C´ fue elaborada considerando los SEV 13, 14 y 15 ubicados en la porción oriente del predio Chiripa – La Gloria, la cual tiene un rumbo NE 17° SW y fue construida en dirección SE. En esta sección se identificaron las siguientes 4 unidades geoeléctricas (ver siguiente figura):



Fuente: Estudio Geolectrico.

Figura 140. Vulnerabilidad del Acuífero. Resultados del Modelo GOD

- ✓ **Unidad I.** Está compuesta por materiales de cobertura (suelos, arenas, gravas y fragmentos de rocas ígneas), con espesores de 0.5 a 11.0 m y resistividades de 210 a 315 ohm-m. Se considera que posee buena permeabilidad.

- ✓ **Unidad 2.** Compuesta por material ígneo intrusivo, con espesores de 0.4 a 12 m y resistividades de 210 a 315 ohm-m. Se considera que esta unidad posee baja permeabilidad.
- ✓ **Unidad 3.** Compuesta por material lutítico y arenoso, con espesores de 45 a 70 m y resistividades de 80 a 370 ohm-m. Se considera que posee permeabilidad media.
- ✓ **Unidad 4.** Se considera que esta unidad es la base conformada por rocas metamórficas y posee baja permeabilidad.

Los resultados de este estudio indicaron que ninguna de las anteriores unidades existe posibilidades de recursos hidrológicos de importancia.

Con relación a la geohidrología local, las diferencias en la elevación del nivel estático, el gradiente y el flujo hidráulico preferencial fueron indicativos de que agua subterránea en el medio fracturado volcánico que subyace en la zona donde se localiza el predio Chiripa – La Gloria, se encuentra encajonada o forma acuitardos. Esta información fue corroborada mediante pruebas de bombeo realizadas en el tiro Mendelevio, los resultados de esta evaluación fueron descritos en el apartado VI.3 del Informe Geohidrológico contenido en el **Anexo 04** del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

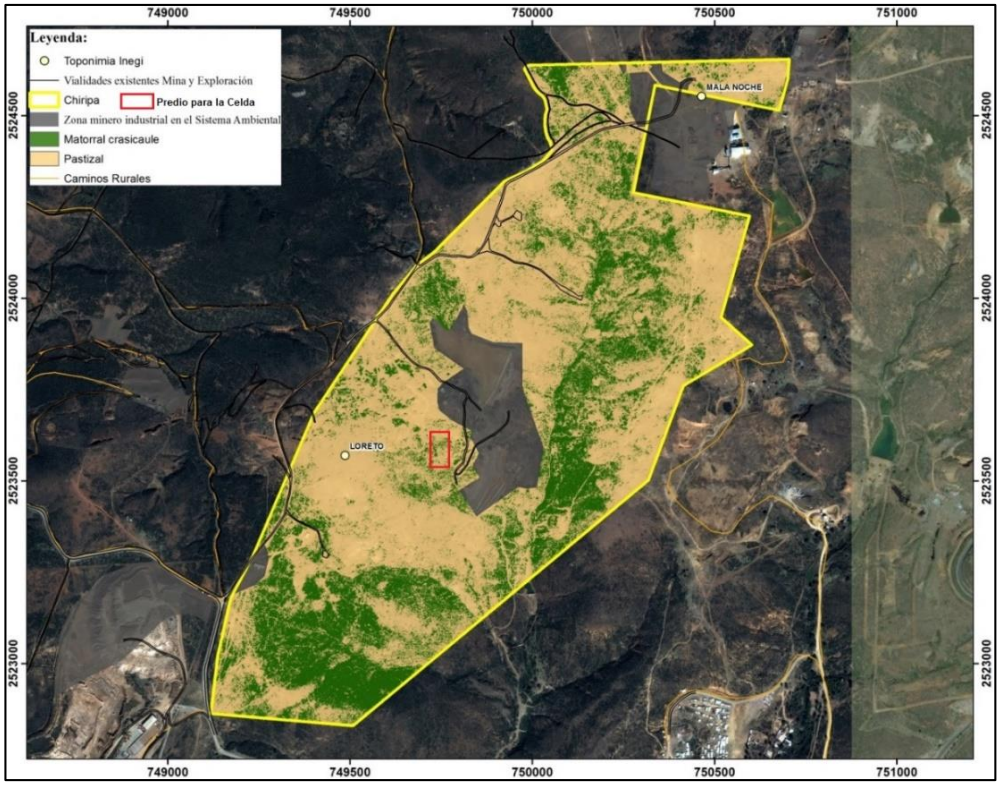
En resumen, las evidencias técnicas indican que debido a las características del medio volcánico fracturado el agua subterránea que subyace en el predio Chiripa – La Gloria constituye acuitardos o aguas colgadas o encajonadas, con capacidad hidráulica limitada y no es susceptible de ser explotado.

IV.2.2. Aspectos Bióticos.

IV.2.2.1. Vegetación.

La caracterización de la vegetación presente en el predio del Proyecto se realizó con base en la información proporcionada por INEGI a través de la clasificación de Rzedowski y la capa de uso de suelo y vegetación Serie V de INEGI. Todo esto fue complementado con la información existente generada por los distintos estudios ambientales realizados en la zona del predio,

generando la siguiente Figura con la distribución de los tipos de vegetación presentes en el predio.



Fuente: Elaboración propia con base en Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie V.

Figura 141. Vegetación en el Predio Chiripa – La Gloria.

Con base en lo anterior se identificó que dentro del predio se presentan 2 tipos de vegetación: Matorral crasicaule y pastizal, los cuales se describen a continuación:

- **Matorral Crasicaule.**

Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su rango de distribución marcaria los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos.

El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta

como cubierta vegetal de plantas del género *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*. Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

Las reforestaciones y estabilización del sitio con cubierta vegetal, considera como base a las especies localizadas en el sitio y con evidente tolerancia a metales: nopaleras, jarilla, gatuño y juncos. Otras especies podrán ser incorporadas para brindar una mayor diversidad y/o servicios ambientales, una vez que se logre una adecuada estabilización del sitio para restitución, cierre y remediación del sitio. Estas especies podrán incluir: huisache, mezquite, pino, yuca, agave, lechuguilla, etc.

- **Pastizal.**

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio

natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Por otra parte, el predio del Proyecto Chiripa presenta distintos tipos de coberturas en su vegetación encontrándose coberturas Cerradas, Abiertas y Dispersas en la totalidad del predio. Como se puede observar en la siguiente figura, la cobertura Cerrada se presenta principalmente en las porciones Sur y Este del predio con manchas al Oeste y Norte en menor proporción; sin embargo, la cobertura Abierta es la que predomina en el predio, presentándose en todas las porciones del mismo, a excepción de la porción Central (ya que es su uso es minero y se encuentra desprovisto de vegetación).



Fuente: Elaboración propia con base en Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie V.

Figura 142. Cobertura de Vegetación en el Predio Chiripa – La Gloria.

En una menor proporción del predio se encuentra manchas de vegetación dispersa al Suroeste y Noreste del mismo, siendo esta vegetación la de menor ocupación en el predio del Proyecto Chiripa.

Como parte de los trabajos de campo realizados para la identificación de este importante aspecto biótico del sitio del proyecto en estudio, se identificó que las especies de flora que se encuentran en el predio en estudio abarcan un total de 31 especies distintas distribuidas en 12 familias. A continuación, se presenta la siguiente tabla con el listado de especies identificadas en el predio Chiripa- La Gloria:

Tabla 37. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Asteraceae	*Ageratina scorodonioides* (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	
2		*Alloispermum integrifolium* (DC.) H. Rob.	Arbusto amarillo	
3		*Barkleyanthus salicifolius* (Kunth) H. Rob. & Brettell	Jarilla de arroyo	
4		*Brickellia laciniata* A. Gray	Jarilla	
5		*Piqueria trinervia* Cav.	Hierba de San	
6		*Pseudognaphalium canescens* (DC.) Anderb.	Gordolobo	
7		*Tagetes minuta* L.	Anís	
8		*Tagetes lunulata* Ortega	Cempualillo	
9	Cactaceae	*Opuntia cantabrigiensis* Lynch	Nopal cuijo	
10		*Opuntia leucotricha* DC.	Nopal duraznillo	
11		*Opuntia robusta* J.C. Wendl.	Nopal tapón	
12		*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal cardón	
13		*Stenocactus heteracanthus* (Muehlenpf.) A. Berger ex A.W. Hill	Biznaga cerebro	
14	Commelinaceae	*Tradescantia crassifolia* Cav.	Hierba gallito	
15	Convolvulaceae	*Dichondra argentea* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Oreja de ratón plateado	
16	Fabaceae	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engorda cabra	
17		*Dalea foliolosa* (Aiton) Barneby	Limoncillo	
18		*Dalea lutea* (Cav.) Willd.	Dalea amarilla	
19		*Mimosa aculeaticarpa* Ortega	Gatuño	
20	Lamnaceae	*Salvia greggii* A. Grey	Salvia	
21	Orobanchaceae	*Castilleja tenuiflora* Benth.	Cola de borrego	
22	Poaceae	*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Steud.	Pasto navajita	
23		*Eragrostis lugens* Nees	Zacate llorón	
24		*Muhlenbergia tenuifolia* (Kunth) Kunth	Zacate espinilla	
25		*Peyritschia pringlei* (Scribn.) S.D. Koch	Zacate	

Tabla 37. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
26	Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis* (Willd.) Proctor	Helecho	
27		*Cheilanthes myriophylla* Desv.	Helecho	
28	Rhamnaceae	*Adolphia infesta (*Kunth) Meisn.	Junco	
29	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schltdl.	Trompetilla	
30		*Hedyotis wrightii* (A. Gray) Fosberg	Blanquita	
31	Solanaceae	*Solanum nigrum* L.	Hierba mora	

En las siguientes imágenes puede apreciarse la vegetación identificada y característica del predio Chiripa – La Gloria:













Fuente: Elaboración propia

Figura 143. Vegetación Característica en el Predio Chiripa – La Gloria.

Cabe hacer mención que ninguna de las especies identificadas en el predio en estudio se encuentra listada en alguna categoría con status dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

La vegetación del sitio presenta una composición similar a terrenos aledaños sin actividad mineras del pasado y la principal diferencia respecto a terrenos apreciados en la zona, corresponde a la densidad aparente y cobertura. El predio, por obvias razones, presenta espacios con ausencia de vegetación en depósitos superficiales, espacios con vegetación establecida en parches (matorrales abiertos) y áreas con alta densidad de vegetación (matorrales cerrados).

La vegetación en el sitio, asciende a un nivel de importancia superior al uso forestal y vida silvestre al ser evidente su papel como estabilizador de suelo, retención de sedimentos mineralizados y control natural para contención de suelos afectados por metales pesados, llegando a desarrollar vegetación madura en áreas con acumulación de sedimentos mineros (tepetate y jales).

IV.2.2.2. Fauna.

En los respectivo a Fauna dentro del predio del Proyecto Chiripa se encuentra una relación de 39 especies faunísticas entre los distintos grupos zoológicos. Estas especies están distribuidas en 12 distintas órdenes y 21 Familias entre reptiles, aves y mamíferos, sin contar con presencia de especies de anfibios.

En la siguiente se presenta el listado de especies del predio del Chiripa – La Gloria.

Tabla 38. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria.

ANFIBIOS				
NO HAY				
REPTILES				
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre común**	**NOM-059**
Squamata (Suborden Lacertilia)	Phrynosomatidae	*Cnemidophorus marmoratus*	Huico	-
		Sceloporus scalaris	Lagartija	-
Squamata (Suborden	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Chicoteadora	A
		Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	A
AVES				
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre común**	**Permane**
Galliformes	Odonthoparidae	*Callipepla squamata*	Codorniz Escamosa	R
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote	R
		Cathartes aura	Zopilote aura	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	R
	Pandionidae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	R
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara Quebrantahuesos	R
		Falco sparverius	Cernícalo americano	R
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	R
		Zenaida macroura	paloma huilota	R
		Columbina inca	Tórtola cola larga	R
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos Norteño	R
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero Mexicano	R
		Colaptes auratus	Carpintero de pechera	R
		Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	R
	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	R
		Sayornis saya	Papamoscas Llanero	M
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	R
	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Chivirín Saltarroca	R
		Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto	R
		Troglodytes aedon	Salta pared	R
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	M
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle Norteño	R
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche Pico Curvo	R
	Emberezidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero Garganta Negra	R
		Spizella atrogularis	Gorrión Barba Negra	R
		Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	R
		Calamospiza melanocorys	Gorrión Ala Blanca	M

Tabla 38. Listado de Especies de Flora en el predio Chiripa – La Gloria.

		Melozone fusca	Toquí Pardo	R
	Icteridae	*Icterus parisorum*	Bolsero tunero	R
	Fringilidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	R
MAMIFEROS				
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre común**	**Tipo de Registro**
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	H, Rp
Carnívora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	E, Rp, O
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	E, Rp
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre	O
		Sylvilagus floridanus	Conejo	O, Ex, Ct

IV.2.3. Paisaje.

En general, el sitio y los alrededores en donde se pretende llevar a cabo el proyecto CDFIS correspondiente al predio Chiripa – La Gloria está conformado en la actualidad con por porciones de uso de suelo minero y uso de suelo forestal con la presencia de matorral crasicaule y pastizales. En la porción central del predio y unas pequeñas machas al este y norte del predio se presenta el uso de suelo minero, esto dado por las actividades de esta índole que se han realizado con anterioridad como ya se ha descrito en este Manifiesto de Impacto Ambiental. La porción de superficie restante del predio se cataloga como forestal y se mantiene fuera de las actividades antropogénicas a su alrededor. En función a esto se observa en general un paisaje con elementos ambientales apreciables como lo son la vegetación que forma parte del mismo con un buen estado de conservación en una zona semidesértica con diferentes elevaciones altitudinales; esto ha propiciado que, toda vez que las actividades mineras no se llevan a cabo desde hace más de 20 años, el predio se encuentra en un proceso avanzado de recuperación de todos sus elementos ambientales que incluyen, tal como ya se indicó, de la vegetación, la fauna, los elementos hídricos entre otros. Es por esto que en sí el paisaje principal del sitio corresponde a un predio rural en el cual los elementos naturales prevalecen, aunque sin que se aprecien elementos paisajísticos extraordinarios que le confieran un valor ambiental importante en función a su grado de alteración existente por la realización de actividades de naturaleza minera-industrial.

Conforme a lo anterior y considerando que el predio a ocupar para el desarrollo del proyecto denominado CDFIS presenta una superficie relativamente reducida de 5,000 m^2 con respecto

a la totalidad que abarca del predio Chiripa – La Gloria, que el sitio no presenta actualmente vegetación y, de igual manera, el programa de trabajo contemplado para el desarrollo del mismo abarca un periodo de 6 meses en el cuál si se presentará un cambio en el paisaje, sin embargo la clausura del proyecto y la posterior reforestación contemplada para tal efecto retornarán al sitio a su paisaje actual, por lo que se considera que el proyecto en estudio no alteraría de manera significativa la visibilidad, calidad y fragilidad del paisaje debido a que el sitio ya presenta un grado de alteración importante en las características físicas del mismo. Por tal motivo, el proyecto buscaría un aprovechamiento pleno de una superficie seleccionada contribuyendo a mejorar la sanidad del entorno ya que promovería la eliminación de manera segura y conforme a la legislación ambiental vigente de elementos tóxicos remanentes que impactan en forma negativa a los elementos naturales existentes en la zona.

IV.2.4. Medio Socioeconómico.

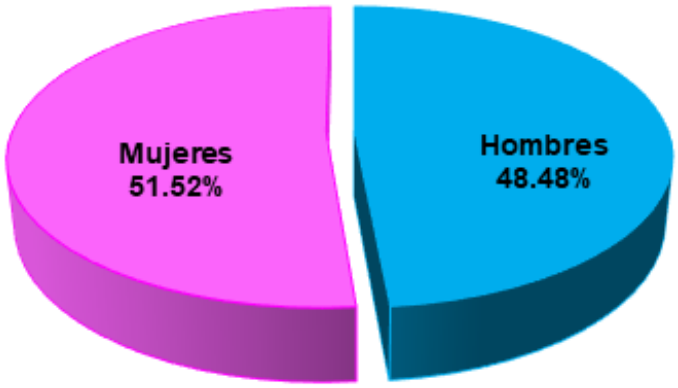
El sitio del proyecto denominado CDFIS correspondiente al predio Chiripa – La Gloria forma parte del municipio de Zacatecas del estado del mismo nombre.

En este contexto, el Sistema Ambiental definido para el proyecto denominado CDFIS correspondiente a la Microcuenca Zacatecas abarca la totalidad de la cabecera municipal y estatal de Zacatecas, el análisis correspondiente al medio socioeconómico para el presente proyecto abarcará a al municipio indicado, particularizando hacia las zonas cercanas al predio del proyecto a efecto de contar con información más detallada sobre el entorno social imperante.

Dicho análisis se realizó tomando en cuenta lo publicado por el INEGI en sus más recientes Censos Poblaciones y Encuestas que se encuentren disponibles.

IV.2.4.1. Demografía.

El área de estudio, con base en la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI presenta una población de 146,147 habitantes de los cuales 70,855 (48.48%) son hombres y 75,292 (51.52%) son mujeres (ver siguiente gráfica).



Fuente: Elaboración propia con a partir de INEGI (2015).

Figura 144. Población presente en el Municipio de Zacatecas según sexo.

La relación de hombres a mujeres es de 94.3 dada su composición entre habitantes del género masculino y del femenino.

La densidad de población es de 330 hab/km^2.

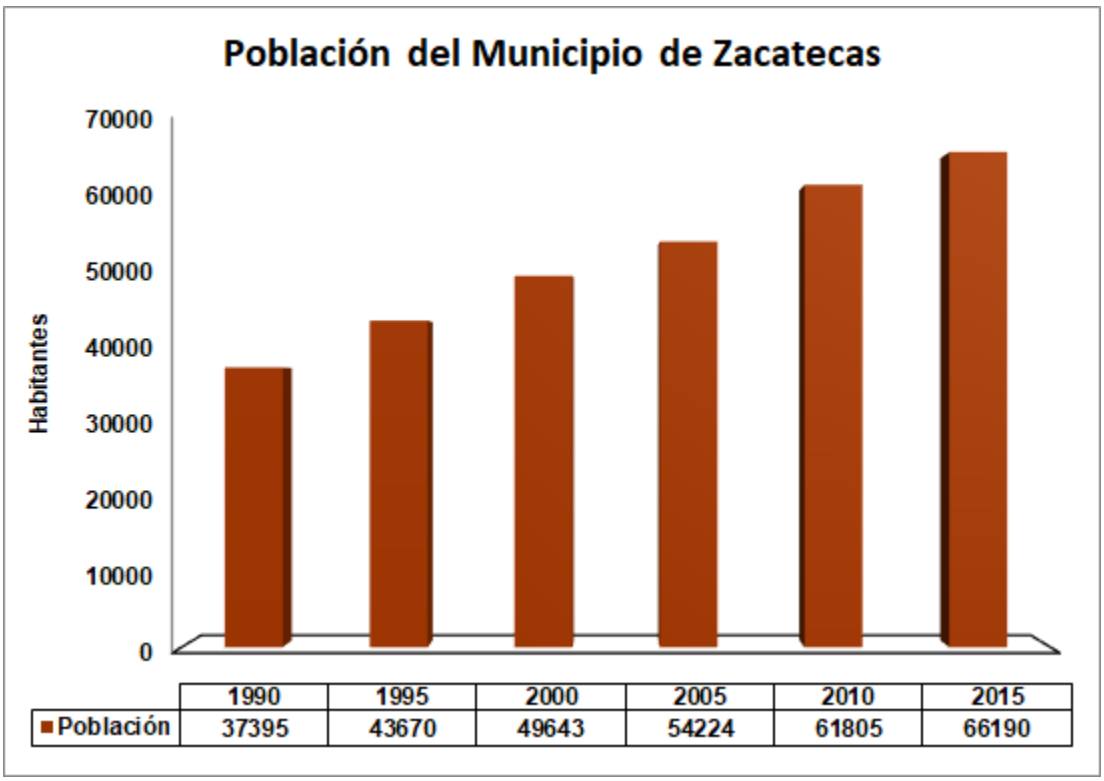
Históricamente, en la siguiente tabla se incluye los datos de población total en el municipio de Zacatecas desde el año 1980 hasta el 2015:

Tabla 39. Población Histórica del Municipio de Zacatecas (1980-2005).

Año	Mujeres	Hombres	Total
1980	45,694	43,113	88,807
1990	56,212	52,344	108,556
1995	61,290	57,452	118,742
2000	64,406	59,493	123,899
2005	68,723	63,312	132,035
2010	71,879	66,297	138,176
2015	75,292	70,855	146,147

Fuente: INEGI (1980-2015).

Conforme a la siguiente gráfica, desde el año de 1980 al 2015, la población total del municipio de Zacatecas se ha incrementado en un 64.57%.

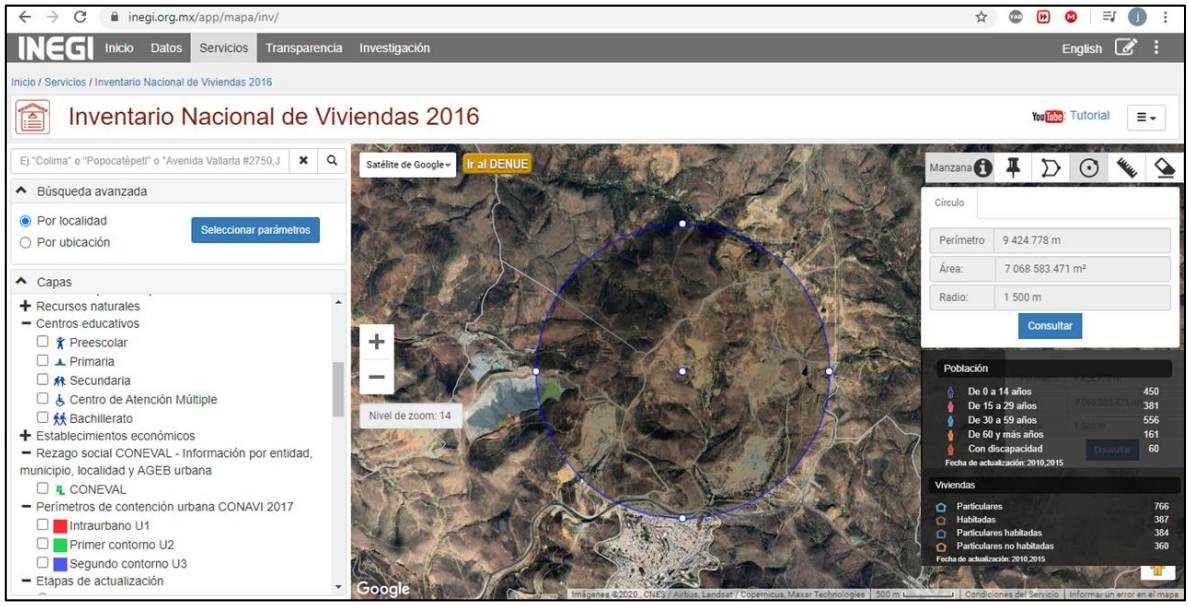


Fuente: Censos de Población y Vivienda 1980, 1990, 2000 y 2010. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Figura 145. Dinámica Poblacional del Municipio de Zacatecas.

Asimismo, la razón de dependencia es de 53.9, es decir, 54 personas se encuentran en situación de dependencia por cada 100 productivas, lo que refleja cierta carga para la población activa o en su defecto un importante nivel de improductividad en la población. Destaca el caso de Genaro Codina que registra una razón de dependencia de 75.8, creciendo desde 73 que registraba en 2010.

Para el caso del proyecto, de acuerdo al Inventario Nacional de Viviendas 2016 (INV 2016), tomando un radio de 1,500 metros a partir del centro del predio del proyecto, en el área existe una población aproximada de 1,608 personas con un total de 744 viviendas. En la siguiente figura se aprecia dicha información.



Fuente: Inventario Nacional de Viviendas, 2016, INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/).

Figura 146. Población en las cercanías del predio del proyecto (radio de 1.5 kilómetro).

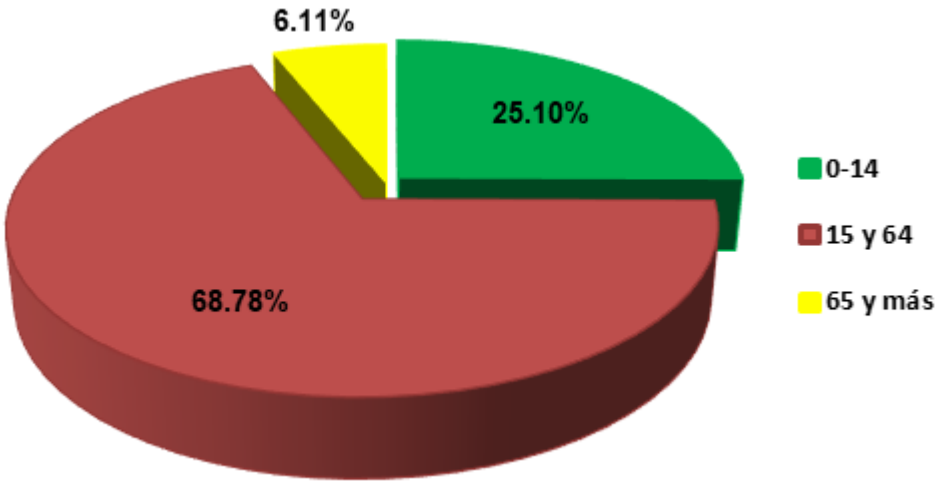
Esto representa una baja cantidad de población existente en un radio significativo lo cual se explica toda vez que el predio en estudio se localiza en una zona rural minera donde no se promueve el crecimiento de núcleos poblacionales en función a la ocupación existente en los usos de suelo.

IV.2.4.2. Estructura de Población por Edad.

En el Sistema Ambiental (Microcuenca Zacatecas) para el año 2015 conforme a información del INEGI, 36,690 personas tenían entre 0-14 años lo que representa el 25.10% de la población de dicha área. El 68.78% equivalentes a 100,526 personas contaban con una edad de entre 15 y 64 años de edad y por último la población de rango de edad de 65 y más era de 8,931 personas equivalentes al 6.11% de la población del SA.

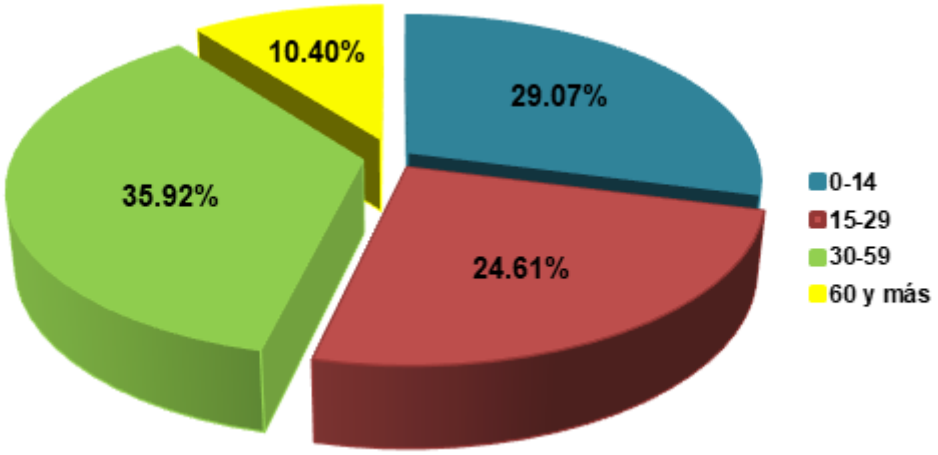
Ahora bien, tomando en cuenta el INV 2016, éste nos dice que en la zona del proyecto existe una población de 450 personas de entre 0-14 años, 381 personas tienen entre 15-29 años, 556 personas de entre 30-59 años y finalmente 161 personas de 60 y más años. En las siguientes figuras se describe en forma gráfica la estructura poblacional de los habitantes

tanto de la microcuenca Zacatecas como la que habita en un radio de 1.5 kilómetro del sitio del proyecto seleccionado para la CDFIS:



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI (2015).

Figura 147. Estructura de población por edad en la Microcuenca Zacatecas.



Fuente: Elaboración propia a partir de INV 2016.

Figura 148. Estructura de población por edad en radio de 1.5 kilómetros del predio de la CDFIS.

IV.2.4.3. Natalidad y Mortalidad Fecundidad.

La Fecundidad está definida como el fenómeno de la procreación humana efectiva, es decir, los hijos nacidos vivos en el seno de una población determinada.

A este respecto, la zona de estudio de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI de acuerdo a la información recabada por las localidades del área de estudio, ésta presenta un promedio de hijos nacidos vivos de 2.65.

IV.2.4.4. Migración.

Zacatecas es una entidad con tradición migratoria, los recursos recibidos por conceptos de remesas, han sido significativos para las familias y para la dinámica económica de las comunidades y municipios.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, en el periodo 2010 – 2015 retornaron un total de 1,304 migrantes representando esto El 10.4% de los migrantes de retorno en el Estado.

Asimismo, para el periodo 2010-2015 en el municipio de Zacatecas hubo un total de 2,038 viviendas receptoras de remesas cuyo monto de dichas remesas se estimó en 63.1 millones de dólares.

IV.2.4.5. Vivienda.

El municipio de Zacatecas al tratarse de una zona con mayor grado de urbanización, dado que concentra la capital del Estado, se entiende que se sea la región con los mayores indicadores en materia de vivienda.

La concentración y crecimiento poblacional de los últimos cinco años ha impactado en el aumento de viviendas particulares habitadas, cuyo mayor crecimiento se ha concentrado en los tres municipios más poblados: Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas; sin embargo, en valores relativos, Guadalupe con 23.3% y Trancoso con 22.4% son los que mayor crecimiento han tenido.

El total de viviendas particulares habitadas en el 2015 fue de 40,236. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.63.

	% Hogares con jefatura femenina			Viviendas partículares habitadas			Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas		
Municipio	2010	2015	Gráfico	2010	2015	Gráfico	2010	2015	Gráfico
Zacatecas	27.14	30.22		35,388	40,236		3.82	3.63	

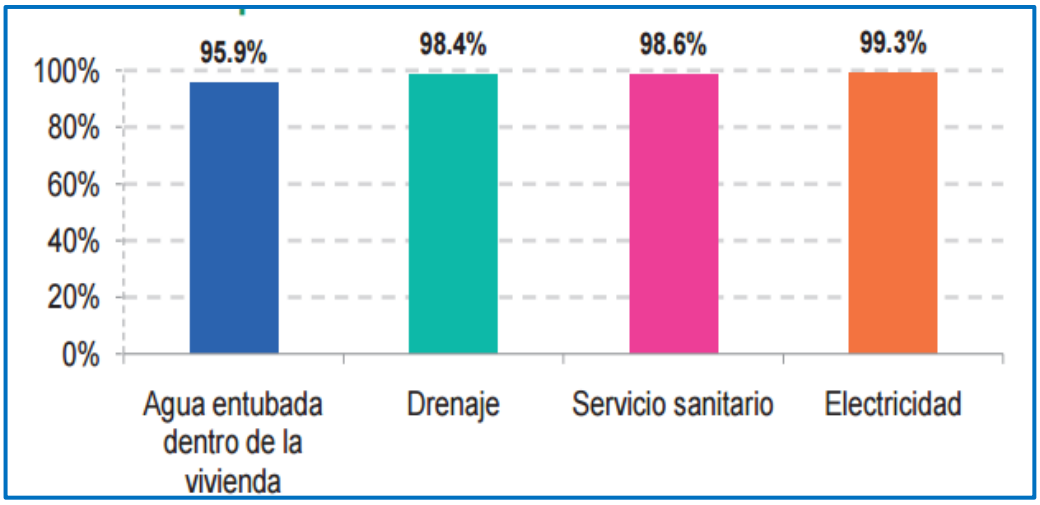
Fuente: Censo de Población 2010 e Encuesta Intercensal 2015.

Figura 149. Indicadores de habitación de viviendas en el municipio de Zacatecas 2010 – 2015.

Aunado al número de ocupantes de las viviendas, la calidad de los materiales es fundamental para medir el nivel de la calidad de vida. En este sentido y en lo referente al material de los pisos en el municipio de Zacatecas, el 78.7% de las viviendas cuenta con piso de mosaico, madera u otro recubrimiento, 20.54% con piso de cemento o firme y solo el 0.25% mantiene piso de tierra.

En referencia al material y resistencia de los techos en las viviendas, el municipio de referencia reporta un 95.69 % de viviendas con losa de concreto o viguetas con bovedillas, 3.14 % materiales de lámina, madera o tejamanil, 0.23 % con teja o terrado con viguería y 0.23 % con material de desecho o lámina de cartón.

De cada 100 viviendas, 98 cuentan con drenaje. Se muestra a continuación una gráfica con la disponibilidad de servicios en la vivienda en el municipio de Zacatecas:



Fuente: INEGI, 2010.

Figura 150. Disponibilidad de servicios en la vivienda en el municipio de Zacatecas.

IV.2.4.6. Servicios.

- **Vías de Acceso y Carreteras.**

Se distinguen tres corredores conformados por los ejes estructuradores que comunican de extremo a extremo al área urbana de Zacatecas-Guadalupe. El primero se conforma por la calzada Héroes de Chapultepec, boulevard Adolfo López Mateos, calzada José López Portillo y calzada Revolución; el segundo, por la carretera panamericana, calles San Marcos, Petróleos Mexicanos, Obrero Mundial e Himalaya, Ejército Mexicano, paseo Francisco García Salinas y vialidad Arroyo de la Plata; y el tercero, por el libramiento de tránsito pesado o Bicentenario. Otro corredor vial de notable importancia es el integrado por los paseos Díaz Ordaz y la Bufa, la calzada Solidaridad y la avenida Pedro Coronel.

Además de las vialidades citadas, existen otras que no tienen gran dimensión longitudinal ni transversal y presentan varios casos, un trazo irregular y variaciones de sección. No obstante, se consideran como principales debido al elevado número de vehículos y peatones que las transitan y a la cantidad de servicios que se emplazan a lo largo de su trazo. Estas vialidades son: avenidas Quebradilla, Torreón, González Ortega, Hidalgo, Juárez, Ramón López Velarde, y las calles: Fernando Villalpando, Cinco Señores, Juan de Tolosa, Tacuba, Guerreo en Zacatecas; y avenidas Las Flores, México, Pedro Coronel y calles Heroico Colegio Militar, José María Rodríguez en Guadalupe.

El principal problema en este rubro es la permanente congestión vehicular en la zona del centro histórico de Zacatecas debido a la concentración de comercios y servicios públicos y privados en una reducida porción de la mancha urbana.

La vía férrea México-Ciudad Juárez atraviesa la conurbación de Guadalupe a Zacatecas, esta acusa deficiencias de diseño que han provocado descarrilamientos, además ha sido incorporada plenamente en el área urbana lo que incrementa el riesgo para población que reside en los alrededores, así como para el marcado tráfico vehicular.

- **Medios de Comunicación.**

El municipio de Zacatecas está integrado con todos los servicios entre los que se encuentran diferentes medios de comunicación de teléfono, telégrafo, entre otros, los cuales son los siguientes:

- ✓ Diarios: El Sol de Zacatecas, la Jornada Zacatecas, Imagen, El diario NTR, Página 24 Zacatecas, entre otros.
- ✓ Revistas: Revista directorio, revista 400, Gloria González Silva-revistas, Rita Martínez Montelongo-Cv de revistas y periódicos, Grupo Editorial Zacatecas S.A de C.V., entre otros.
- ✓ Canales de televisión: Canal 9 Zacatecas, Tv Zac la mejor, Canal 15 Zacatecas, Azteca 13 Zacatecas, Azteca 7 Zacatecas, entre otros.
- ✓ Estaciones de Radio: Radio Alegría, radio mexicana, radio fresnillo, radio Zacatecas Gobierno del Estado, estero plata, entre otros.

- **Red de Abastecimiento, Alcantarillado y Tratamiento de Agua.**

Para abastecer a la Conurbación Zacatecas-Guadalupe de agua potable se dispone de seis sistemas; éstos se ubican y describen en el cuadro que a continuación se presenta.

Sistemas de abastecimiento

Sistema	Ubicación	Elemento (s) de Captación	Capacidad instalada (litros / segundo)
Bañuelos	10 Km. al sur de la ciudad de Guadalupe, en las inmediaciones de la comunidad homónima.	Nueve pozos Más Tres de reserva	93.70
San Ramón	5 Km. al sur de la ciudad de Guadalupe, en las inmediaciones de la comunidad homónima.	Cinco pozos	64.07
Benito Juárez	18 Km. al sudoeste de la ciudad de Zacatecas, en las inmediaciones de la comunidad homónima.	Ocho pozos Más Dos de reserva	272.13
La Joya	20 Km. al noroeste de la ciudad de Zacatecas, al sur de la zona industrial Calera.	Diez pozos Más Tres de reserva	201.83
La Fe	Nordeste de la ciudad de Guadalupe.	Dos pozos	17.20
La Zacatecana	Oriente de la ciudad de Guadalupe.	Una galería filtrante	10.58

Fuente: Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Conurbación de Zacatecas- Guadalupe 2004-2030.

Figura 151. Sistema de Abastecimiento en el área conurbada de Zacatecas.

Es oportuno señalar que previamente a su distribución, el agua recibe tratamiento de potabilización a base de cloro.

Actualmente en el 97.7% de la vivienda de Zacatecas se cuenta con el servicio de agua potable.

- **Drenaje**

La cobertura de la red de drenaje en la ciudad de Zacatecas es del 95.10%. Para la evacuación de aguas residuales y pluviales se dispone en la Conurbación Zacatecas-Guadalupe de un sistema de drenaje mixto que descarga el 80% de su volumen en el extremo oriente de Guadalupe en el cauce del arroyo de la Plata por el que se desplaza a través de colectores para atravesar por las inmediaciones de las comunidades de Martínez Domínguez y Osiris donde desde finales del año 2013 opera la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Osiris.

Dicha planta es la número 74 instalada en el estado, y la mayor por su capacidad; con su operación aportará 16.8 por ciento al caudal de agua tratada en Zacatecas. La PTAR Osiris trata las aguas del 80 por ciento de la Ciudad de Zacatecas y el 100 por ciento de la Ciudad de Guadalupe, además de cuatro localidades de este último municipio, Martínez Domínguez, Cieneguitas, Osiris y San Jerónimo, así como de Sauceda de la Borda, comunidad de Veta grande. El proceso de tratamiento se realiza a través de un sistema a base de lodos activados de burbuja fina, para tratar 600 litros por segundo. El agua tratada cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 en cuanto a calidad, por lo cual podrá ser utilizado en riego agrícola de plantas de tallo alto, así como en procesos industriales, como enfriamiento; además, en el riego de parques y jardines. Los lodos que se producirán serán comercializados como composta para el mejoramiento de suelos agrícolas.

- **Electricidad**

Para suministrar energía eléctrica en la zona del municipio de Zacatecas, se dispone de tres subestaciones ubicadas de la siguiente manera: la primera al sur de la comunidad de Cieneguillas, la segunda en la ciudad de Zacatecas y la tercera en la comunidad de Martínez Domínguez. La distribución de energía eléctrica es básicamente a través de cableado aéreo, a excepción de la del centro histórico de Zacatecas, donde es subterráneo. En la ciudad capital, la Escondida, Picones, El Orito y Brachos, las áreas electrificadas representan el 94.8% del total.

- **Equipamiento para el Manejo de los Residuos.**

En materia ambiental, Zacatecas ocupa el penúltimo lugar en capacidad instalada para el manejo de residuos peligrosos, sólo arriba de Yucatán, los residuos peligrosos contaminan el agua, aire, y suelo con implicaciones de afectaciones para el medio ambiente y para las personas. En la Entidad la existencia de instalaciones para el manejo adecuado de los residuos peligrosos es muy baja, hay un acumulado de 3 toneladas/año de capacidad instalada autorizada para el manejo de residuos peligrosos (periodo 2000-2010).

En el Estado de Zacatecas 56 municipios cuentan con el servicio de solo recolección y disposición final de residuos y dos de los municipios cuentan con un tratamiento después de

contar con su disposición final, los dos municipios que cuentan con el servicio de tratamiento son Calera y Villa de Cos, constatando así que en el municipio de Zacatecas solo se recolecta y cuenta con disposición final (INEGI, 2010). EL Promedio diario recolectado en para el Estado de Zacatecas es de 1,052,540 Kilogramos. Siendo para el municipio de Zacatecas una recolección de manera diaria de 150,000 kilogramos. En el estado de Zacatecas se tienen 57 sitios de disposición final, 7 rellenos sanitarios y 50 tiraderos a cielo abierto.

Actualmente en el municipio de Zacatecas se cuenta con un relleno Sanitario Intermunicipal, el cual se encuentra en la parte oriental de la cabecera municipal de Vetagrande, Zacatecas, en los límites con el municipio de Guadalupe, Zacatecas. El acceso al predio es por un camino de brecha a 1.8 km al poniente de la carretera Guadalupe-Vetagrande. Se localiza en el ejido Sauceda de la Borda. Es importante mencionar que para el año del 2014 este Relleno Sanitario Intermunicipal recibía un aproximado de 350 toneladas por día provenientes de los cuatro municipios antes mencionados. Dicho relleno tiene una superficie de 5 ha (primera etapa), de 25 ha para el desarrollo actual y futuro del relleno. Este relleno recibe residuos de la zona conurbada de Zacatecas, Guadalupe, Morelos y Vetagrande.

- **Educación y Cultura**

En el municipio de Zacatecas brinda servicios escolares importantes para toda su población en todos los grados académicos. En la siguiente tabla se presenta la cantidad de escuelas de educación básica en la zona estudiada:

	Preescolar	Primaria	Secundaria	Profesional Técnico	Bachillerato	Especial	Normal	Total
Zacatecas	73	66	41		21	15	2	218

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Zacatecas http://www.seduzac.gob.mx/estadistica/municipios/municipios.php.

Figura 152. Escuelas de Educación Básica en el Municipio de Zacatecas al inicio del ciclo escolar 2015 – 2016.

Para el caso de bachillerato y educación especial, mantiene niveles similares a Zacatecas y Guadalupe; finalmente para el caso de escuelas normales, las dos existentes en la región, se concentran en la capital del Estado.

Zacatecas y Fresnillo concentran las principales escuelas de Educación Superior, al contar ambos municipios con las sedes de sus respectivas Universidades Autónomas, además de que, en el caso de Zacatecas, se cuenta con el Instituto Tecnológico Regional. Asimismo, en los últimos años ha proliferado principalmente en la Zona Metropolitana Zacatecas-Guadalupe, la instalación de universidades privadas de prestigio diversificado.

En materia de bibliotecas, se registra existencia en los municipios de Calera, Genaro Codina, Enrique Estrada, Vetagrande y Zacatecas, en donde además se encuentra el Instituto Zacatecano de Cultura, que constituye la institución que articula la policía cultural del Estado, entendiéndola como un complemento fundamental de la educación.

En este sentido, la mayor parte de los inmuebles destinados a usos culturales en la región, se concentran en Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas; en ellos existe una gran cantidad de museos y librerías inmuebles de tipo religioso, dentro de los que destaca el Santuario del Santo Niño de Atocha, ubicado en Plateros y cuya afluencia, ascienda aproximadamente a 1.5 millones de peregrinos al año, siendo el tercer santuario de devoción católica en el país.

Destacan además vestigios de haciendas de la época colonial, así como monumentos y lugares históricos y plazas y jardines públicos, dentro de los que, por su importancia, destaca la Plaza de Armas de la capital zacatecana.

Un aspecto importante en materia cultural es la declaratoria del Centro Histórico de la ciudad de Zacatecas como Patrimonio Cultural de la Humanidad, obtenida en 1993 debido a las peculiaridades de su traza urbana y su valor dentro de la historia de México. Asimismo, destaca la integración de los municipios de Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas, dentro de los trazos del Camino Real de Tierra Adentro y la Ruta de la Plata.

El espectáculo cultural más importante del Estado, se desarrolla en la región: el Festival Cultura Zacateas, evento artístico que nació en 1987 y se celebra durante la Semana Santa con actividades de literatura, música, pintura, danza, y cine, entre otras, mismas que se concentran en su mayor parte en la capital.

Son estos los elementos culturales más importantes de la región, que se constituyen a su vez como pilares fundamentales para fortalecer la cultura educativa de la región y potenciar su desarrollo económico.

- **Centros de Salud.**

La distribución de los hospitales públicos y privados se concentra en el centro y norte de la Ciudad de Zacatecas, en la zona intermedia y en el centro de Guadalupe. Dentro del equipamiento urbano en el municipio de Zacatecas y Guadalupe, se encuentran los siguientes subsistemas de salud: Servicio de salud de Zacatecas, Clínica Hospital ISSSTE, Hospital General (ISSSTE), Clínica de Medica Familiar (ISSSTE), Unidad de Medicina Familiar (IMSS), Hospital General (IMSS).

Al mismo tiempo en la zona urbana del municipio de Zacatecas se encuentra el Hospital Santa Elena, el Centro Médico la Plata, Cruz Roja Zacatecas, Hospital San José, Médica Santa Teresita, Policlínica Sierra de Alicia.

En la siguiente tabla se enlistan los servicios de salud ubicados en el municipio de Zacatecas:

Municipio	Institución	Tipo	Cantidad
Zacatecas	IMSS	Centro de Salud	1
		Hospital General	1
		Unidad Médica de Atención Ambulatoria	1
		Unidad de Medicina Familiar	1
	IMSS-PROSPERA	Unidad Médica Rural	2
		Unidad Médica Urbana	1
	ISSSTE	Unidad de Medicina Familiar	1
		Consultorio Auxiliar	2
		Hospital General	1
	PGR	Consultorio de Medicina General	1

Fuente: Datos de los Servicios de Salud de Zacatecas, 2016.

Figura 153. Unidades Médicas en el Municipio de Zacatecas según régimen de atención.

- **Parques, Jardines y Zonas de Recreo.**

Parte fundamental en el aspecto de promoción del desarrollo social de la ciudadanía, es la generación y mantenimiento de espacios para la recreación. Son estos, espacios para el

fomento del desarrollo físico y mental de la población, apoyo evidente en las funciones de promoción de la salud y la promoción y organización comunitaria.

Dentro de la zona urbana se encuentran diferentes zonas de recreo, de entre las cuales destacamos la presencia de algunos parques y jardines representativos de la ciudad.

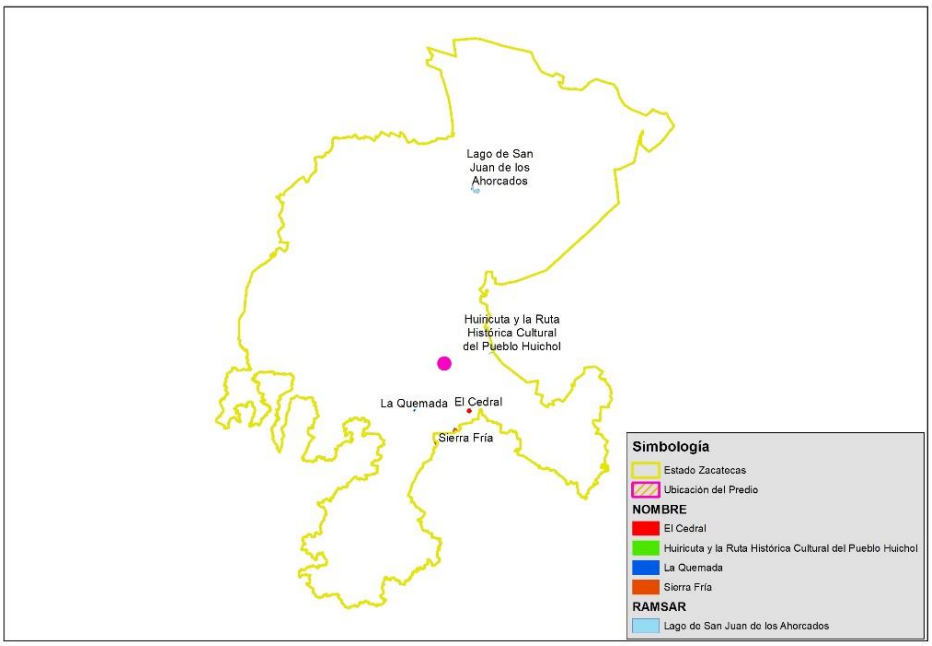
Entre las principales plazas y jardines en Zacatecas se encuentra la plaza “Alameda García de la Cadena”, la cual se encuentra adornada con álamos, sauces y moreras para marcar en dónde termina la ciudad. La plaza Bicentenario, el cual fue hecho para rememorar lo que fue Zacatecas cien años atrás, dicha plaza tiene un espectáculo de fuentes bailarinas y hermosos jardines.

El Jardín Independencia, fue construido a principios del siglo XIX, también conocida como la plaza Villareal. Es un muy buen lugar para convivencia familiar, tiene un excelente ambiente y está rodeado de una gran variedad de comercios.

Parque la Encantada, este parque recreativo cuenta con una superficie total de 10 hectáreas de bosque en ladera de pinos y eucaliptos, de la cual un kilómetro de circunferencia lo conforma el lago artificial que tiene una profundidad de 8 metros en promedio, cuenta con 3 islotes ambientados con vegetación natural, pista de atletismo que rodea el lago, se cuenta en este parque con cafetería, áreas verdes, en el embalse antes mencionado se tienen distintas especies de peces, gansos europeos y patos de diversas especies, se tiene además un zoológico con distintas especies de fauna silvestre.

Entre otras plazas para convivencia se encuentran la plaza de armas, plazuela de García, Plazuela Francisco Goitia, Plaza Bicentenario, Plazuela Miguel Auza, Plaza Revolución. Otros parques que se tienen son el Parque General Enrique Estrada, la ruta del vía crucis (teleférico en el cerro de la bufa), Ruinas La Quemada, sin dejar de mencionar algunos otros espacios de recreo como el centro histórico de Zacatecas, casa municipal de la cultura, el observatorio Meteorológico, acueducto el cubo, museo Francisco Goitia, museo de Ciencias, mirador del callejón Nolasco, museo de la inquisición, museo del arte abstracto, entre algunos otros.

Cabe hacer mención que en las cercanías del proyecto no se localizan monumentos históricos-artísticos y/o arqueológicos tal como puede observarse en la siguiente figura:



Fuente: Gobierno del Estado de Zacatecas.

Figura 154. Monumentos históricos-artísticos y arqueológicos del Estado de Zacatecas.

Es importante mencionar que en varios fraccionamientos se tienen pequeños parques que son responsabilidad del municipio, pero en algunos de ellos no se les da el mantenimiento continuo y esto provoca que algunos de los juegos no estén en óptimas condiciones para usar y por otro lado, dichos parques riegan sus áreas verdes de manera frecuente, provocando que tengan una imagen con la vegetación seca y en mal estado.

En la siguiente tabla se presentan las unidades económicas de recreación y deportes en el municipio de Zacatecas:

	Bares Cantinas y Similares	Billares	Boliches	Cafeterías, fuentes de sodas, neverías, refresqueras y similares	Casas de juegos electrónicos	Centros Nocturnos, discotecas y similares	Restaurantes	Servicios de preparación de alimentos para consumo inmediato	Grutas, parques naturales y otros	Museos	Parques acuáticos y balnearios	Parques de diversiones y temáticos	Centros de acondicionamiento físico, clubes deportivos y campos	Otros servicios recreativos	Total
Zacatecas	65	5	1	67	14	10	763	69	1	9		2	50	3	**1059**

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, 2017.

Figura 155. Unidades Económicas de Recreación y Deportes en la Región.

De esta manera, nuevamente se configura como la región con mayor equipamiento de espacios de recreación y deportes.

- **Actividades Económicas.**

Para el año 2015, se muestran que la economía de los municipios conurbados (Zacatecas-Guadalupe), sigue concentrándose en el sector terciario, con un poco más de 7 de cada 10 habitantes que laboran en actividades de este tipo. Por otra parte, la menor concentración de población a nivel sectorial corresponde al municipio de Zacatecas, en donde solo el 1.9% de la población se dedica a actividades primarias.

Se muestra a continuación una figura con respecto a la población ocupada por sector de actividad económica en el municipio de Zacatecas, con información obtenida de INEGI, 2015.

	% Población ocupada en el sector primario			% Población ocupada en el sector secundario			% Población ocupada en el sector comercio			% Población ocupada en el sector servicios		
Municipio	2010	2015	Gráfico	2010	2015	Gráfico	2010	2015	Gráfico	2010	2015	Gráfico
Zacatecas	2.97	1.92		18.74	19.25		18.70	17.27		58.55	60.12	

Fuente: INEGI (Censo de Población 2010 e Encuesta Intercensal 2015).

Figura 156. Porcentaje de población ocupada por sector de actividad económica en el municipio de Zacatecas.

- **Tipo de Economía.**

Las actividades terciarias son las principales actividades económicas en el municipio y Estado de Zacatecas, seguido de las actividades secundarias y finalmente las actividades primarias. De los 81,845 habitantes que integran la población económicamente activa (conurbación Zacatecas- Guadalupe) 1,206 laboran en el sector primario (agricultura,

ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza), 17,670 en el secundario (minería, electricidad, agua, construcción, industrias) y 62,969 en el terciario, lo que equivale a porcentajes de 1.47%, 21.59% y 76.94% respectivamente.

En el sector secundario destacan las actividades de tipo minero y manufactura del sector automotriz.

La PEA por sector se acentúa en la Zona Metropolitana Zacatecas-Guadalupe en donde la concentración en el sector terciario llega a 77.39 y 70.43% respectivamente, mientras que la del sector primario se reduce a 1.92 y 2.97%.

Unidades Económicas.

La Región Centro del Estado donde se ubica el municipio de Zacateca concentra la mayor parte de la actividad económica del Estado. Así integra al 46.5% de las Unidades Económicas a nivel estatal; a su vez, esto lleva a que el 63% del valor agregado central bruto y el 62% de la producción total bruta del Estado, se genere en la Región Centro. En la siguiente tabla se detallan las unidades económicas en la zona en estudio:

Municipio	Unidades económicas	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Producción bruta total (millones de pesos)
Estatal	**51,864**	**50,238.97**	**94,345.73**
Zacatecas	7,152	5,149.58	10,284.04

Fuente: INEGI (Censos Económicos 2014).

Figura 157. Unidades Económicas, Valor Agregado Censal y Producción Bruta Estatal y Municipal.

Al interior de la región, la Zona Metropolitana Zacatecas-Guadalupe, concentra el 53% de las unidades económicas, alcanza un valor censal bruto de 8,839.3 MDP y una producción bruta total de 18,951.27.

Cabe mencionar que los municipios de Calera, Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas, concentran la mayor parte las unidades económicas del sector de comercio (incluyendo abasto) y servicios en la región, mientras que Fresnillo, aquellas del sector industrial. Además, en predomina la existencia de micro y pequeñas empresas dentro de la estructuración de la

planta productiva del Estado; estas representan poco más del 98.5% de las unidades económicas de la región.

Población Económicamente Activa.

En cuanto a las características económicas, tomando en cuenta que el salario mínimo en el municipio de zacatecas, se tiene la siguiente información: De cada 100 personas de 12 años y más, 54 participan en las actividades económicas; de cada 100 de estas personas 96 tienen alguna ocupación. En la siguiente figura, se observa los porcentajes de la población económicamente activa y la población ocupada.

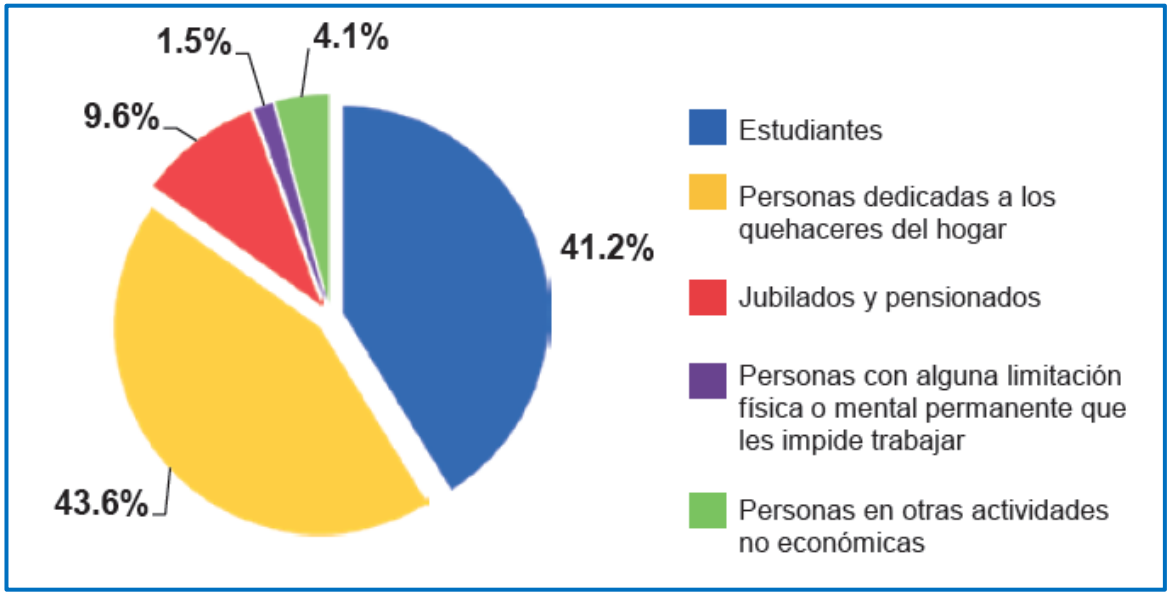
Población de 12 años y más	Total	Hombres	Mujeres
Económicamente activa:	54.4%	70.8%	39.8%
Ocupada:	96.1%	95.2%	97.5%
No ocupada:	3.9%	4.8%	2.5%

Fuente: INEGI, 2010.

Figura 158. Información económica de la población de 12 años y más.

La población No económicamente activa en este aspecto es de cada 100 personas de 12 años y más, 45 no participan en las actividades económicas, de ese total (45%), 28.8% son hombres y 59.9% son mujeres.

En la siguiente figura se muestra la distribución de la población de 12 años y más no económicamente activa según tipo de actividades.



Fuente: INEGI, 2010.

Figura 159. Distribución de la población de 12 años y más no económicamente activa según tipo de actividades.

Empleo Formal.

La Región Centro concentra buena parte de la actividad económica del Estado, agrupa en consecuencia, una parte sustancial de los trabajadores asegurados en el Estado. De acuerdo con cifras del Sistema de Información para el Desarrollo Económico de Zacatecas, el municipio que mayor número de empleos (medidos a partir del total de asegurados permanentes) concentran en el Estado y la región, es Zacatecas con 49,087 registrados a diciembre de 2016; en la siguiente tabla puede observarse la cantidad de trabajadores asegurados en el IMSS entre los años 2010 a 2016:

	2010	2016	Variación Absoluta	Variación Relativa
Zacatecas	45,931	49,087	3,156	6.9

Fuente: Sistema de Información para el Desarrollo Económico de Zacatecas, con base en cifras del IMSS.

Figura 160. Trabajadores asegurados en el IMSS, diciembre 2010-diciembre 2016 en el Municipio de Zacatecas.

IV.2.5. Diagnóstico Ambiental.

De acuerdo a las características del área de influencia del proyecto y las propias del predio (dimensión, presencia o ausencia de recursos bióticos como flora y fauna, abióticos como

recursos hídricos superficiales como arroyos y cuerpos de agua, así como subterráneos, edafológicos, paisajísticos, etc.), se observa que dicho predio presenta elementos ambientales de importancia para el mantenimiento de las características del sistema ambiental descrito en el presente apartado.

Particularmente por las condiciones del escenario actual, el cual ya existía antes de considerar la promoción y desarrollo del proyecto en estudio CDFIS, el Sistema Ambiental ya había sido afectado por la intervención humana y es mantenido también mediante esta intervención con usos prevalecientes prioritariamente de tipo industrial al tratarse de una zona determinada para tal efecto.

De lo descrito con anterioridad en cuanto a la flora nativa es observable que en razón a la previa realización de actividades de aprovechamiento minero en el predio Chiripa – La Gloria, este importante recurso ambiental ha sido alterado en forma histórica derivado de la ocupación de espacios para la construcción de infraestructura industrial, el uso de espacios para caminos interiores en el citado predio, la ocupación de áreas para el almacenamiento de recursos minerales, insumos y residuos y en general por el desarrollo de actividades productivas que indiscutiblemente tuvieron importantes impactos ambientales durante esta etapa productiva tales como la eliminación de la misma de recursos edáficos, la sustitución de especies, la contaminación por presencia de metales pesados y otros. Actualmente dichas actividades no se llevan a cabo en dicho sitio lo que ha generado una recuperación de la masa vegetacional natural en general con los cambios en las especies que fueron oportunistas para asentarse al ser más aptas, lo cual en términos generales se considera positivo toda vez que esto genera la recuperación de la fauna silvestre, la reducción en la erosión hídrica y eólica, el incremento de la masa vegetal que promueve la producción de oxígeno y la reducción de las emisiones que inducen el efecto invernadero, etc., así como los beneficios y servicios ambientales que brinda hacia los asentamientos humanos cercanos al predio en estudio. Un aspecto importante en el tema de flora es que el proyecto en estudio CDFIS no promoverá conforme a su naturaleza la afectación, remoción, eliminación y/o sustitución de la flora

existente por lo que no impactará en forma significativa a este importante elemento ambiental del Sistema analizado.

En materia de hidrología superficial y conforme a la descripción realizada con anterioridad, se identificó que el predio Chiripa – La Gloria no presenta corrientes permanentes o intermitentes, sin embargo si existen corrientes de tipo efímeras (que solo llevan agua cuando hay lluvias en la zona), las cuales se originan en su porción central del predio; estas corrientes fluyen en época de lluvias desde su zona más alta en dirección sur para unirse más adelante a un cauce mayor para posteriormente dirigirse por debajo de los municipios y zonas urbanas de Zacatecas y Guadalupe hasta la presa El Saladillo a las afueras de la zona urbana de Guadalupe que forma parte del Sistema Ambiental. A pesar de la naturaleza intermitente de dichas corrientes y toda vez que la de mayor escurrimiento ha sido alterada en su conformación por las actividades mineras realizadas anteriormente, principalmente por obras para contener el transporte superficial por escurrimiento de residuos hacia fuera del predio Chiripa – La Gloria, esto ha sido un factor importante para inducir y promover el desplazamiento hacia fuera del predio de los residuos de naturaleza minera que se encuentran en el predio en estudio a través de la red hidrológica intermitente hacia el entorno exterior. Dado que dichos residuos se encuentran distribuidos en el entorno abierto del predio Chiripa – La Gloria y en función a la topografía del predio cuyas pendientes se dirigen hacia estas corrientes, esto muy probablemente ha contribuido a amplio el alcance de los sitios contaminados lo que ha inducido a establecer, como medida de contención, barreras físicas sobre el cauce intermitente. Es por lo anterior que, conforme al análisis de la hidrología superficial del predio, así como del Sistema Ambiental del proyecto en estudio, este recurso ha sido uno de los que ha experimentado mayores afectaciones en materia ambiental en función a la existencia de elementos contaminantes (residuos mineros) en la zona lo que con el tiempo ha promovido y alterado la inocuidad de las corrientes pluviales debido al aporte de los contaminantes existentes, siendo por tanto necesaria el desarrollo de acciones que reduzcan los aportes hacia dichas corrientes hídricas.

Otro aspecto ambiental importante conforme al Inventario Ambiental del Sistema descrito radica en el recurso suelo que, para este diagnóstico, incluiría tanto a los recursos edáficos y geológicos, para los cuales y de conformidad con los estudios realizados para determinar el grado de contaminación por remanentes mineros, determinó que el predio Chiripa – La Gloria presenta sitios con presencia de materiales y residuos que pueden sobrepasar en algunas áreas los límites máximos permisibles de dichos contaminantes en el suelo hasta una profundidad promedio de hasta 0.25 metros, por lo que dichos estudios concluyen que existen diferentes niveles de contaminación en suelo en el predio de la empresa promovente que, conforme a la legislación ambiental vigente, deben ser reducidos en su concentración a través de procedimientos ambientalmente y legalmente viables, como lo son, para el caso del proyecto en estudio, el retiro y remoción del suelo que sea identificado como alterado con remanentes mineros así como su aislamiento permanente del ambiente utilizando infraestructura de confinamiento subterráneo que asegure en el tiempo que los metales contaminantes y nocivos tanto para el entorno natural y socioeconómico sean retenidos y aislados a largo plazo.

Otros aspectos importantes identificados conforme al Inventario Ambiental realizado para el Sistema en estudio que abarca, además de zonas de uso y aprovechamiento minero, la zona urbana de la ciudad de Zacatecas conurbada con el municipio de Guadalupe ubicada hacia el sur del predio Chiripa – La Gloria. Este importante emplazamiento urbano de la región central del país presenta, de manera similar a otras ciudades, retos ambientales que incluyen la generación de importantes volúmenes de residuos, contaminación del aire tanto por actividades de movilidad y actividad industrial y minera, generación de aguas residuales, ocupación de espacios naturales por el crecimiento urbano poblacional y de infraestructura para el desarrollo de actividades productivas. No obstante lo anterior, la zona circundante al predio Chiripa – La Gloria presenta una baja densidad de población toda vez que en dicho predio y sus alrededores cuenta con usos de suelo predominantemente de tipo minero y forestal con poca aptitud para posibles asentamientos humanos dada la topografía e infraestructura urbana poco desarrollada, por lo que se considera que el medio social no

tenga afectaciones o impactos derivados del proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

Como resultado del Diagnóstico Ambiental mediante el análisis y la compilación del Inventario realizado es notorio que el Sistema Ambiental presenta una importante variabilidad en cuanto a elementos ambientales que integra tanto elementos naturales como urbanos. El predio Chiripa – La Gloria, sobre el cuál se pretende llevar a cabo un amplio programa de remediación ambiental para reducir y eliminar vestigios de residuos contaminados potencialmente peligrosos generados por antiguas actividades mineras, presenta en la actualidad una importante recuperación de sus elementos ambientales naturales, principalmente en su flora y consecuentemente, también en la fauna que subsiste en función al recurso vegetal y edáfico en proceso de recuperación, esto influenciado por la sucesión y cambios que ha experimentado el predio a consecuencia de las actividades mineras realizadas con anterioridad. Es también un hecho que el predio tenga remanentes de metales pesados tóxicos en diferentes áreas del mismo a niveles en los que se considera es necesario llevar a cabo actividades de limpieza y remediación de dichos residuos a efecto de promover cambios positivos tanto para dicho predio como para el entorno circundante y para el mismo Sistema Ambiental al reducir y eliminar en forma paulatina riesgos ambientales en materia de toxicología que han afectado tanto al suelo, al agua, a la flora y fauna y que promuevan en el mediano y largo plazo la recuperación así como, en un momento dado, el posible aprovechamiento sustentable del mismo.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.

La identificación de los impactos ambientales se considera el aspecto medular en un estudio de evaluación de un proyecto en materia ecológica. En ella se lleva a cabo el análisis e integración de toda la información descriptiva y de diagnóstico generada en los aspectos inherentes a la actividad a llevar a cabo tales como la naturaleza del proyecto, los medios natural y socioeconómico en donde incidirá en forma directa o indirecta así los aspectos de planeación y legislación que inciden sobre la zona o región de interés. El reto es generar y contar un panorama claro para la estimación y predicción de las afectaciones positivas, pero principalmente adversas que promoverá el proyecto en el corto, mediano y largo plazo en los medios anteriormente indicados.

Para esto, se cuentan con metodologías de naturaleza sistémica que permiten, bajo un esquema de trabajo multidisciplinario y participativo por parte del equipo encargado del estudio, de los promoventes del proyecto, así como de las autoridades y la ciudadanía, la identificación y valorización de los impactos a efecto de determinar la viabilidad ambiental del mismo. Con esto, también es necesario e indispensable construir y desarrollar las acciones que permitan prevenir, mitigar o en su caso compensar las afectaciones ambientales que puedan presentarse en apego estricto a la legislación ambiental de los 3 niveles de gobierno que le sea aplicable.

Bajo este esquema, es posible darle la viabilidad y la sustentabilidad a los proyectos que son sometidos a este procedimiento legal en beneficio del entorno natural y socioeconómico en el que se pretende integrar.

Metodología.

El objetivo principal de este capítulo es identificar y valorar los impactos ambientales, partiendo del estado en que se encuentra actualmente el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, y el estado que generarían las obras y actividades que éste implica durante y después de su ejecución; evaluando los impactos derivados de ello.

Metodología para evaluar los impactos ambientales.

Para evaluar los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, se utilizó como base una matriz de doble entrada del tipo impacto-ponderación. Los pasos de la metodología utilizada son los siguientes:

1.- Identificación y descripción de las acciones o agentes causales de los impactos negativos al medio ambiente.

2.- Identificación de los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

3.- Construcción de la Matriz de Interacciones Agente Causal-Recurso impactado

4.- Identificación y descripción de los posibles impactos negativos

5.- Matriz impacto-ponderación. Una vez identificadas las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y valoración de las mismas. Se realiza la valoración de los impactos a través de la construcción de una matriz de impacto-ponderación, para determinar la importancia del impacto, de acuerdo a parámetros y valores establecidos previamente.

6.- Posteriormente se integra la Matriz de Impacto-Recurso.

7.- Análisis de los impactos ambientales por componente ambiental

De acuerdo a la metodología descrita, ésta nos permite identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio, para posteriormente, obtener una valoración de los mismos y poder determinar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos.

V.2. Identificación de las acciones susceptibles o agentes causales de impactos negativos al ambiente.

La identificación de las acciones susceptibles de generar impactos ambientales será llevada a cabo en base a la descripción de los procesos de construcción y de operación y uso de las instalaciones requeridas para la CDFIS conforme al proyecto de diseño descrito en los apartados anteriores:

Acciones:

- **Construcción:** Consistente en la construcción del proyecto de disposición final de los escombros y suelo contaminado existente en el predio Chiripa – La Gloria, sistema de monitoreo de lixiviados y demás infraestructura cuyo desglose de actividades se describe a continuación:

    1. Rehabilitación de caminos de acceso.
    2. Habilitación de almacén temporal de materiales e instalaciones provisionales.
    3. Trazo, delimitación y nivelación del área de excavación de la CDFIS.
    4. Excavación del área de la CDFIS.
    5. Construcción del sistema de monitoreo de lixiviados.
    6. Instalación del sistema de impermeabilización con geomembrana.
    7. Instalación de geotextil no tejido.
    8. Conformación de abroches.

- **Operación:** Las actividades necesarias para la utilización de la CDFIS como sitio de confinamiento de escombros y suelo contaminado, así como de mantenimiento tanto preventivas como correctivas necesarias para la adecuada operación de la infraestructura que incluyen:

    9. Depósito de materiales en la CDFIS.
    10. Estabilización de materiales contaminados con cemento.
    11. Esparcido y compactación de materiales contaminados en la CDFIS.
    12. Construcción del sistema de monitoreo intermedio de los materiales estabilizados.
    13. Colocación de cubierta de suelo cemento (conformación de capas).
    14. Cierre de la CDFIS con geomembrana y capa de geotextil.

15. Instalación de cubierta de cierre de la CDFIS con base de suelo vegetal.

16. Plantación y mantenimiento de especies nativas.

17. Mantenimiento de caminos de acceso e interiores de la CDFIS.

18. Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos.

- **Clausura:** Se incluye en este apartado la descripción de las actividades a realizar una vez concluida la etapa de operación de la CDFIS:

19. Mantenimiento de infraestructura de la CDFIS.

20. Monitoreo de pozos de lixiviación y estabilización.

Identificación de los factores del medio ambiente susceptibles de ser impactados.

Todos los factores o parámetros que constituyen el medio ambiente pueden verse afectados en mayor o menor medida por las acciones humanas. Sin embargo, por las características de este proyecto hemos de considerar los siguientes recursos o elementos del medio natural:

- **Agua superficial:** Incluye el análisis de las corrientes superficiales perenes s en la zona de influencia del proyecto que pueden ser afectadas en su drenaje, flujo y calidad.

1. Calidad físico-químico-biológica.

2. Escorrentía natural.

- **Agua subterránea:** Aspecto de suma relevancia dado el valor que posee como recurso natural, se tomarán en cuenta las características y actividades que pueden afectar la dinámica hidráulica, el flujo así como las alteraciones en su calidad.

3. Calidad físico-químico-biológica.

4. Infiltración natural.

- **Suelo:** En este factor se incluyen aspectos tales como la geomorfología de las áreas a ocupar, la afectación a la fertilidad y su calidad, el daño por compactación, así como al uso actual y potencial como una aptitud. Este factor juega un papel importante

como indicador de impacto, ya que el uso de suelo, al verse modificado, representará cambios significativos en diversos elementos naturales tanto físicos como bióticos.

5. Uso actual.
6. Fertilidad
7. Estructura/Compactación.
8. Perdida de suelo.
9. Contaminación.

- **Atmósfera:** Un factor ambiental trascendental es la atmósfera, ya que esta puede verse afectada en su calidad por la emisión de contaminantes nocivos para el ambiente y la población; entre dichas emisiones pueden identificarse:

10. Calidad del aire (Partículas suspendidas).
11. Calidad del aire (Gases y olores).
12. Cambio Climático (Gases de efecto invernadero).
13. Emisiones de ruido.

- **Geología-Geomorfología**: En función a las importantes modificaciones que se realizarán a la conformación geológica del predio seleccionado para la construcción y operación de la CDFIS es indispensable identificar los impactos a que será sometido en este elemento ambiental natural, incluyendo las siguientes variables:

14. Relieve.
15. Estratigrafía.

- **Flora Silvestre:** La eliminación o afectación indirecta de la cobertura vegetal puede causar cambios significativos en el paisaje existente, posibles modificaciones en la temperatura del área, así como en la escorrentía superficial de la zona.

16. Vegetación Natural.

- **Fauna Silvestre:** La dependencia de la fauna hacia otros factores como son el suelo, el agua y la vegetación, hacen de ésta un indicador de impacto de suma importancia en el desarrollo de las diferentes etapas de los proyectos que se localizan en zonas no urbanas.

  17. Comunidad de vertebrados e invertebrados.

- **Paisaje:** Aspecto fundamental de análisis en razón a la naturaleza del proyecto en razón a las variaciones que pudiera sufrir el entorno a lo largo del tiempo en función con las interacciones entre los patrones espaciales y los distintos procesos ecológicos, en los que muy a menudo se deja sentir el impacto del hombre.

  18. Estética del paisaje.

- **Medio social:** Incluye los aspectos inherentes al ámbito social de la localidad como lo es la población, su calidad, de vida, la promoción de la infraestructura, la urbanización, la salud pública y la economía local.

  19. Generación de empleo.

  20. Salud.

  21. Economía local.

  22. Seguridad.

  23. Opinión pública.

Derivado de la definición y descripción de las principales actividades a realizar para el desarrollo del proyecto en Estudio así como de la identificación de los principales indicadores ambientales que conforman el entorno del área de estudio del proyecto, a continuación se presenta la Matriz Agente Causa – Recurso Natural Impactado misma que será la base para la identificación y valoración de los impactos ambientales tanto positivos como negativos que serán posibles de generarse por el proyecto mismo:

Tabla 40. Matriz Agente Causal – Recurso Impactado.

Etapa	Actividad	Agua Superficial	Agua subterránea	Suelo	Atmósfera	Geología y Geomorfología	Flora Silvestre	Fauna Silvestre	Paisaje	Medio Socio-Económico
Construcción	Rehabilitación de caminos de acceso	*		*	*		*	*	*	*
	Habilitación de almacén temporal e instalaciones provisionales								*	*
	Trazo, delimitación y nivelación del área de excavación de la CDFIS			*	*			*	*	*
	Excavación del área de la CDFIS	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Construcción del sistema de monitoreo de lixiviados		*	*					*	*
	Instalación del sistema de impermeabilización con geomembrana.	*	*	*	*				*	*
	Instalación de geotextil no tejido	*	*	*	*				*	*
	Conformación de abroches		*	*	*				*	*
Operación y Mantenimiento	Depósito de materiales en la CDFIS	*	*	*	*	*		*	*	*
	Estabilización de materiales contaminados con cemento		*	*	*	*		*	*	*
	Esparcido y compactación de materiales contaminados en la CDFIS.		*	*	*	*		*	*	*
	Construcción del sistema de monitoreo intermedio de los materiales estabilizados.		*	*	*			*	*	*
	Colocación de cubierta de suelo-cemento (conformación de capas).		*	*	*			*	*	*

Tabla 40. Matriz Agente Causal – Recurso Impactado.

Etapa	Actividad	Agua Superficial	Agua subterránea	Suelo	Atmósfera	Geología y Geomorfología	Flora Silvestre	Fauna Silvestre	Paisaje	Medio Socio-Económico
	Cierre de la CDFIS con geomembrana y capa de geotextil.	*	*	*	*			*	*	*
	Instalación de cubierta de cierre de la CDFIS con base de suelo vegetal	*	*	*	*			*	*	*
	Plantación y mantenimiento de especies nativas	*	*	*	*		*	*	*	*
	Mantenimiento de caminos de acceso e interiores de la CDFIS	*	*	*	*			*		*
	Mantenimiento de vehículos, mantenimiento y equipos.	*	*	*	*					*
Clausura del Sitio	Mantenimiento de infraestructura de la CDFIS.	*	*	*	*			*		*
	Monitoreo de pozos de lixiviación y estabilización.		*	*						*

V.3. Identificación y descripción de los impactos ambientales.

Tomando como base la matriz del punto anterior se identificaron las interacciones por recurso impactado identificando su agente causal generándose para tal efecto la siguiente matriz donde se relacionan cada una de ellas en forma más detallada:

Tabla 41. Matriz de Interacciones Agente Causal – Recursos Ambientales.

MATRIZ AGENTE CAUSAL - RECURSO AMBIENTAL		CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN										CLAUSURA DEL SITIO		TIPO DE INTERACCIÓN		
		Rehabilitación de caminos de acceso	Habilitación de almacén temporal e instalaciones provisionales	Trazo, delimitación y nivelación del área de la CDFIS	Excavación del área de la CDFIS	Construcción del sistema de monitoreo de lixiviados	Instalación del sistema de impermeabilización con geomembrana	Instalación de geotextil no tejido	Conformación de abroches	Depósito de materiales en la CDFIS	Estabilización de materiales contaminados con cemento	Esparcido y compactación de materiales contaminados en la CDFIS	Construcción del sistema de monitoreo intermedio de los materiales estabilizados	Colocación de cubierta de suelo-cemento (conformación de capas)	Cierre de la CDFIS con geomembrana y capa de geotextil	Instalación de cubierta de cierre de la CDFIS con base de suelo vegetal	Plantación y mantenimiento de especies nativas	Mantenimiento de caminos de acceso e interiores de la CDFIS	Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos	Mantenimiento de infraestructura de la CDFIS	Monitoreo de pozos de lixiviación y estabilización	Negativos	Positivos	Total de Interacciones a cada Elemento
AGUA SUPERFICIAL	Calidad físico-químico-biológica	X			X											X	X	X	X	X		6	1	7
	Escorrentía natural	X			X		X	X		X					X	X	X	X		X		8	2	10
	Cauces naturales (Contaminación)	X	X		X					X								X				4	1	5
AGUA SUBTERRÁNEA	Calidad físico-químico-biológica				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	4	10	14
	Infiltración natural				X		X	X	X					X	X	X						7	0	7
SUELO	Uso actual				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	14	1	15
	Fertilidad				X												X					1	1	2
	Estructura / Compactación	X		X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				13	0	13
	Perdida de Suelo	X			X											X	X	X				3	2	5
	Calidad (contaminación)	X																X	X			3	0	3
ATMÓSFERA	Calidad del Aire (Partículas Suspendidas)	X		X	X					X	X	X	X	X	X	X		X		X		12	0	12
	Calidad del Aire (Gases y Olores)	X		X	X					X	X	X	X	X		X		X				10	0	10
	Cambio Climático (Gases de efecto invernadero)	X		X	X					X		X	X	X		X	X	X				9	1	10
	Emisiones de ruido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		19	0	19
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Relieve				X					X		X		X	X							5	0	5
	Estratigrafía				X					X	X	X		X								5	0	5
FLORA SILVESTRE	Vegetación natural	X		X	X												X	X				4	1	5
FAUNA SILVESTRE	Comunidad de vertebrados e invertebrados	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		12	1	13
PAISAJE	Estética del paisaje		X	X	X				X	X				X	X	X	X					8	1	9
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	20	20
	Salud	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		18	0	18
	Economía local	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			0	18	18
	Seguridad	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		17	0	17
	Opinión pública				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	2	13	15
	TOTAL																					184	73	257

X: IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS
X: IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS

Como puede observarse en la Matriz de análisis de los Agentes Causales comparativamente con los Recursos o Indicadores Ambientales que pueden ser impactados por dichos agentes, fue posible identificar un total de 257 posibles interacciones para el proyecto en análisis, siendo 184 de estas de naturaleza negativa o de deterioro o afectación hacia el ambiente, así como 73 de tipo positivo benéficas para el entorno o bien que podrían mitigar la intensidad de una o varias de las interacciones negativas identificadas.

En materia de agua superficial durante todo el desarrollo del proyecto en estudio se identificaron un total de 22 interacciones siendo 18 de estas negativas y 4 positivas mientras que para el recurso hídrico subterráneo son totalizadas 21 interacciones, 11 negativas y 10 positivas.

Para el recurso o indicador suelo fue posible identificar un total de 38 interacciones causales y receptoras siendo de estas 34 negativas y 4 positivas mientras que para la geología y geomorfología del sitio se contabilizaron un total de 10 interacciones todas estas negativas. Cabe hacer mención que preliminarmente se considera que, estos 2 recursos son los más afectados por lo que sería el desarrollo del proyecto principalmente en sus etapas de preparación, construcción y operación dado que los recursos edáficos y geológicos serán eliminados y sustituidos por materiales contaminados con metales.

En lo referente a la posible afectación a la calidad atmosférica por el desarrollo del proyecto en estudio se identificaron un total de 51 interacciones, 50 de estas positivas y 1 de naturaleza negativa.

En materia de flora silvestre, al considerarse el sitio del proyecto en la actualidad no cuenta con vegetación natural, pero sin embargo el entorno cuenta con dicho tipo de flora, se contabilizaron un total de 4 interacciones, 3 de ellas negativas y 1 de carácter positivo en tanto que para la fauna silvestre se tendrían hasta 12 interacciones negativas Y 1 positiva.

En factor de la estética del paisaje en función a la superficie, naturaleza y vida útil del proyecto también es un factor de suma importancia que totaliza 8 interacciones de carácter negativo y solo 1 de naturaleza positiva prácticamente al concluir el mismo y promover el

retorno al uso de suelo actual del mismo con la recuperación de los niveles topográficos afectados por la construcción del socavón de la SCFIS y la recuperación de la cubierta vegetal del sitio.

Finalmente, para los sectores social y económico del sitio se identificaron un total de 88 interacciones, 37 negativas y 51 positivas, reflejando esto principalmente la generación d empleos en la zona así como los beneficios intrínsecos del proyecto como una estrategia importante para reducción de los niveles tóxicos existentes en la actualidad en el predio Chiripa – La Gloria a causa de la disposición inadecuada de residuos acontecida por las anteriores actividades de aprovechamiento de recursos mineros.

A continuación, conforme a las etapas de desarrollo del proyecto, se procede a realizar, en base a las interacciones resultantes en la Matriz elaborada para tal efecto, la identificación de los impactos ambientales que pueden generarse como consecuencia de las diferentes acciones del proyecto en forma pormenorizada; en esto se tendrá como prioritario la identificación de los impactos negativos (alteraciones indeseables al ambiente) que podrían derivarse del desarrollo del proyecto en estudio toda vez que los impactos positivos (benéficos para el entorno) son deseables y se espera que se presenten durante la realización del mismo:

Tabla 42. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Construcción de la CDFIS.

CONSTRUCCIÓN		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
Agua superficial	• Calidad físico-químico-biológica. • Escorrentía. • Conformación de cauces naturales.	• Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales de agua superficial afectando la calidad del recurso. • Afectación a las escorrentías naturales y patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS. • Modificaciones en el volumen de las escorrentías y dirección del drenaje natural de la zona. • Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas.
Agua subterránea	• Calidad físico-químico-biológica. • Infiltración natural.	• Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona por la construcción de la CDFIS y su impermeabilización con materiales sintéticos. • Generación de aguas residuales por servicios sanitarios proporcionados para los trabajadores.
Suelo	• Contaminación. • Uso actual. • Estructura/Compactación. • Erosión. • Fertilidad	• Eliminación de la cubierta edáfica superficial y estratos subterráneos en el sitio de construcción de la CDFIS. • Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados. • Modificación en la estructura y nivel de compactación del suelo durante la nivelación, conformación e impermeabilización de la CDFIS. • Generación de posibles procesos erosivos por retiro de la cubierta edáfica en el área de construcción de la CDFIS. • Incremento de los patrones de erosión por el retiro del suelo orgánico en el área de construcción de la CDFIS. • Alteración de la fertilidad del sitio por eliminación del suelo orgánico del sitio. • Posible contaminación del suelo por la operación de los vehículos automotores, maquinaria y equipo de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por el personal laboral.

CONSTRUCCIÓN		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
		• Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas.
Atmósfera	• Calidad del Aire (partículas suspendidas). • Calidad del Aire (gases y olores) • Cambio Climático (gases de efecto invernadero). • Emisiones de ruido.	• Emisión de partículas a la atmósfera por el movimiento de tierras y operación de la maquinaria de construcción. • Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa. • Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa. • Emisiones de ruido por uso y operación de maquinaria de construcción.
Geología y Geomorfología	• Relieve. • Estratigrafía.	• Modificación de la topografía del sitio por la eliminación del suelo existente, así como por las excavaciones para la construcción de la CDFIS. • Eliminación del estrato pétreo tanto superficial como subterráneo del sitio del proyecto.
Flora Silvestre	Vegetación natural	Afectación de la cobertura vegetal natural.
Fauna Silvestre	Comunidad de vertebrados e invertebrados.	Afectación y desplazamiento a la fauna localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat.
Paisaje	Estética del paisaje	• Modificación del paisaje puntual de la zona por eliminación de suelo y excavaciones para conformación de la CDFIS • Modificación del paisaje puntual a causa de las actividades de construcción y el uso de maquinaria pesada.
Medio socioeconómico	• Generación de empleo. • Salud. • Economía local. • Seguridad.	• Generación de empleos temporales para esta etapa del proyecto. • Posibles afectaciones a la salud de los trabajadores en caso de accidentes laborales. • Ingresos puntuales por la generación de empleos durante esta etapa

CONSTRUCCIÓN		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
	• Opinión pública.	• Posibles afectaciones a la seguridad de los trabajadores en caso de accidentes laborales. • Posibles opiniones adversas por afectación a las condiciones naturales del sitio.

Tabla 43. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Operación del Sitio de la CDFIS.

OPERACIÓN		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
Agua superficial	• Calidad físico-químico-biológica. • Escorrentía. • Conformación de cauces naturales.	• Posible arrastre de materiales pétreos y materiales contaminados sobre escorrentías y cauces naturales de agua superficial afectando la calidad del recurso. • Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS • Modificaciones en el volumen de las escorrentías y dirección del drenaje natural de la zona. • Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas.
Agua subterránea	• Calidad físico-químico-biológica. • Infiltración natural.	• Posible contaminación del agua subterránea por infiltración de lixiviados o percolados hacia el subsuelo. • Generación de aguas residuales por servicios sanitarios y limpieza de instalaciones. • Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona debido a la impermeabilización y disposición de materiales contaminados en la CDFIS.
Suelo	• Contaminación. • Uso actual. • Estructura/Compac-tación. • Erosión. • Fertilidad	• Posible contaminación del suelo por operación de maquinaria de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. • Modificación en el uso de suelo por operación de la CDFIS. • Modificación en la estructura y nivel de compactación del suelo por el confinamiento de materiales contaminados en la CDFIS. • Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas. • Recuperación de la cubierta edáfica y disminución del grado erosivo del sitio • incremento de la tasa de fertilidad por recuperación de la cubierta edáfica.
Atmósfera	• Calidad del Aire (partículas suspendidas).	• Emisión de partículas a la atmósfera por el depósito de suelos contaminados y escombros, estabilización de los mismos, así como por la operación de la maquinaria de construcción.

OPERACIÓN		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
	• Calidad del Aire (gases y olores) • Cambio Climático (gases de efecto invernadero). • Emisiones de ruido.	• Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa. • Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa. • Emisiones de ruido el depósito de suelos contaminados y escombros, así como por la operación de la maquinaria de construcción.
Geología y Geomorfología	• Relieve. • Estratigrafía.	• Modificación sostenida de la topografía del sitio por la disposición subterránea de materiales contaminados durante la operación y mantenimiento de la CDFIS. • Modificación sostenida de la conformación estratigráfica del sitio por el confinamiento de materiales contaminados durante la operación de la CDFIS.
Flora Silvestre	Vegetación Natural	Recuperación de la cubierta vegetal utilizando especies nativas de la zona
Fauna Silvestre	Comunidad de vertebrados e invertebrados.	Afectación y desplazamiento a la fauna silvestre localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat.
Paisaje	Estética del paisaje	Modificación del paisaje puntual de la zona por la disposición final de materiales contaminados, así como por la realización de actividades asociadas a la operación de la CDFIS.
Medio socioeconómico	• Generación de empleo. • Salud. • Economía local. • Seguridad. • Opinión pública.	• Generación de empleos temporales para esta etapa del proyecto. • Posibles afectaciones a la salud de los trabajadores en caso de accidentes laborales. • Ingresos puntuales por la generación de empleos durante esta etapa. • Posibles afectaciones a la seguridad de los trabajadores en caso de accidentes laborales • Posibles opiniones adversas por manejo y disposición final de materiales contaminados.

Tabla 44. Impactos Ambientales Identificados en la Etapa de Clausura del Sitio de la CDFIS.

CLAUSURA		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
Agua superficial	• Calidad físico-químico-biológica. • Escorrentía.	• Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales de agua superficial afectando la calidad del recurso. • Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación del predio de la CDFIS. • Modificación en el volumen de las escorrentías y dirección del drenaje natural de la zona. • Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas.
Agua subterránea	• Calidad físico-químico-biológica. • Infiltración natural.	• Posible contaminación del agua subterránea por infiltración de lixiviados o percolados hacia el subsuelo. • Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona debido a la cobertura y modificación de la estratigrafía y compactación del sitio del proyecto
Suelo	• Contaminación. • Uso actual. • Estructura/Compactación. • Erosión. • Fertilidad	• Posible contaminación del suelo por operación de maquinaria de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos durante las acciones de mantenimiento de la infraestructura de la CDFIS. • Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados. • Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas • Recuperación de la cubierta edáfica y disminución del grado erosivo del sitio • Incremento de la tasa de fertilidad por recuperación de la cubierta edáfica.
Atmósfera	• Calidad del Aire (partículas suspendidas).	• Emisión de partículas a la atmósfera por el movimiento de tierras y operación de la maquinaria de construcción. • Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.

CLAUSURA		
Indicador Ambiental	**Subcomponentes**	**Descripción del Impacto Ambiental Identificado**
	• Calidad del Aire (gases y olores) • Cambio Climático (gases de efecto invernadero). • Emisiones de ruido.	• Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa. • Emisiones de ruido por uso y operación de maquinaria de construcción.
Fauna Silvestre	• Comunidad de vertebrados e invertebrados.	Afectación temporal a la fauna por la realización de actividades de mantenimiento y monitoreo en la CDFIS.
Paisaje	• Estética del paisaje	Modificación del paisaje puntual de la zona por recuperación de suelo y cubierta vegetal en el sitio del proyecto.
Medio socioeconómico	• Generación de empleo. • Salud. • Economía local. • Seguridad. • Opinión pública.	• Generación de empleos temporales para esta etapa del proyecto. • Posibles afectaciones a la salud de los trabajadores en caso de accidentes laborales. • Ingresos puntuales por la generación de empleos durante esta etapa. • Posibles afectaciones a la seguridad de los trabajadores en caso de accidentes laborales. • Posibles opiniones favorables por afectación a las condiciones naturales del sitio

Una vez identificados los impactos ambientales que incidirían sobre los diferentes indicadores ambientales en función a las diversas actividades que se realizarían durante la vida útil del proyecto, se puede observar que de ellos algunos abarcarán una temporalidad permanente y estarán presentes durante todas las etapas del proyecto mientras que otros se presentarán con motivo de la acción que sea ejecutada y no se observarán más una vez concluida esta. Es por lo anterior que, para facilitar el análisis de estos, así como para determinar con base en su importancia medidas de mitigación efectivas y duraderas en el tiempo, a continuación, se llevará a cabo una integración de los mismos que abarque la totalidad del tiempo en que se presenten entre otros importantes atributos que caracterizarían su importancia durante el desarrollo de proyecto en estudio.

V.4. Matriz impacto-ponderación.

Una vez identificadas los posibles impactos, se llevará a cabo una estimación y valoración de los mismos. Para llevar esto a cabo se realiza la valoración de los impactos a través del diseño de una Matriz de Impacto - Ponderación, para determinar la importancia del impacto, de acuerdo a una serie de atributos y valores descritos más adelante. La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas. Dicha Metodología se basa en la propuesta por Vicente Conesa Fernández - Vitora (1997).

Así, una vez identificados dichos impactos, para su valoración de importancia se considerarán los siguientes:

Atributos:

1. **Magnitud (M) (grado de destrucción que promovería el impacto ambiental en valoración mediante la siguiente cualificación):**

   - **Mínima:** Aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor ambiental considerado.

- **Media:** Aquel cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles Notable y Mínimo.
- **Notable:** Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio ambiente, que produce o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.

2. Extensión (Ex) (área de influencia).

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.

- **Puntual:** Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado (área de desarrollo del proyecto) nos encontramos ante un impacto puntual.
- **Parcial:** Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en la totalidad del predio donde se ubica el desarrollo del proyecto estudiado.
- **Regional:** El efecto no admite una ubicación precisa y tiene una influencia generalizada, en áreas adyacentes al predio, como pudiera ser la afectación de una cuenca hidrográfica.

3. Evidencia (E).

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que trascurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

- **Inmediato – Corto plazo:** Es inmediato cuando el plazo de manifestación del impacto aludido al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado es mínimo (inferior a un año).
- **Mediano Plazo:** Si aparece en un período que va de 1 a 5 años
- **Largo Plazo:** Si el efecto tarda en evidenciarse en más de 5 años.

4. **Persistencia (temporalidad o duración) (PE).**

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Puede ser:

- **Fugaz:** Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año.
- **Temporal:** Si el efecto dura entre 1 y 10 años.
- **Permanente:** Si el efecto tiene una duración superior a los 10 años.

5. **Recuperabilidad (RC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de medidas correctoras:

- **Recuperable:** Si es totalmente recuperable de manera inmediata o a mediano plazo.
- **Mitigable:** Si es parcialmente recuperable.
- **Irrecuperable:** Alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como la humana.

6. **Reversibilidad (RV)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que se deja de actuar sobre el medio. Puede ser:

- **Reversible a corto plazo:** Si se autorrecupera en un período de tiempo mínimo (inferior a un año).
- **Reversible a mediano plazo:** Que se recupera en un lapso de tiempo que va de 1 a 5 años.

- **Irreversible**: Si el efecto generado por impacto ambiental es irreversible.

7. **Sinergia (SI)**

Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Puede ser:

- **Simple**: Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.
- **Sinergismo moderado:** Cuando una acción actuando sobre un factor, tiene un sinergismo moderado con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.
- **Altamente sinérgico**: Cuando una acción actuando sobre un factor, tiene un sinergismo alto con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.

8. **Acumulación (incremento progresivo) (AC)**

Aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto. Puede ser:

- **Simple:** Cuando no produce efectos acumulativos.
- **Acumulativo:** Cuando el efecto es acumulativo.

9. **Efecto (EF)**

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto o sea la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser:

- **Indirecto (Secundario):** Su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario.

- **Directo:** Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

10. Periodicidad (PR)

Este atributo puede ser:

- **Discontinuo:** Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.
- **Periódico:** Aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- **Continuo:** Aquel cuyo efecto se manifiesta través de alteraciones regulares en su permanencia.

11. Signo.

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

V.5. Determinación de la importancia del impacto.

Con base en los atributos descritos con anterioridad, se estimará la Importancia del Impacto Ambiental con base en la siguiente escala de valoración:

Tabla 45. Atributos y Valoración.

Atributo	Tipo	Valor
Magnitud (**M**)	Mínima Media Notable	1 2 4
Extensión (**Ex**)	Puntual Parcial Regional	1 2 4
Evidencia (**E**)	Corto plazo Mediano plazo Largo plazo	1 2 4
Persistencia (**PE**)	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4

Tabla 45. Atributos y Valoración.

Atributo	Tipo	Valor
Recuperabilidad (**RC**)	Recuperable Mitigable Irrecuperable	1 2 4
Reversibilidad (**RV**)	Reversible a corto plazo Reversible a mediano plazo Irreversible	1 2 4
Sinergia (**SI**)	Sinergismo simple Sinergismo moderado Sinergismo alto	1 2 4
Acumulación (**AC**)	Simple Acumulativo	1 4
Efecto (**EF**)	Indirecto Directo	1 4
Periodicidad (**PR**)	Discontinuo Periódico Continuo	1 2 4

Utilizándose para tal efecto la siguiente formula:

Importancia del Impacto (I) = (±) 3M + 2EX + RC + E + PE + RV + SI + AC + EF + PR

De acuerdo a la escala de valores, la importancia de los impactos ambientales identificados adquiere valores de que van desde las 13 a 90 unidades, por lo para determinar el orden de importancia se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 46. Categorización de la Ponderación de la Importancia.

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
I ≤ 15	Irrelevante	
16 ≤ I ≤ 30	Moderado	
31 ≤ I ≤ 45	Severo	
I > 46	Crítico	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo		

V.6. Matriz de impacto – ponderación (de importancia del impacto).

La ponderación es un proceso que permite detectar la importancia relativa de cada uno de los impactos potenciales, en función de sus características. Para la ponderación de la importancia y trascendencia de los impactos identificados y descritos en el inciso anterior y de acuerdo a los parámetros descritos en la metodología, se conformó la matriz de importancia misma que una vez llevado el ejercicio de integración se identificaron finalmente un total de 34 grandes impactos cuyo análisis se considera altamente prioritario y que representan los aspectos clave de atención de proyecto en análisis:

Tabla 47. Matriz de Impacto – Ponderación (Importancia).

Impactos	Ponderación de los Impactos										Importancia	Tipo
	M	EX	E	PE	RC	RV	SI	AC	EF	PR		
Agua Superficial												
Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales intermitentes de agua superficial afectando la calidad del recurso	1	2	1	1	1	2	1	1	4	4	-22	Moderado
Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS	1	2	1	1	1	2	1	1	4	4	-22	Moderado
Modificación en el volumen de las escorrentías naturales del sitio	1	2	1	1	1	2	1	1	4	4	-22	Moderado
Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas	1	2	1	1	1	2	1	1	4	4	-22	Moderado
Agua Subterránea												
Contaminación del agua por servicios sanitarios proporcionados para los trabajadores y limpieza de instalaciones	1	1	1	1	2	1	1	1	4	2	-18	Moderado
Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona por el retiro de la cubierta superficial y los estratos subterráneos, la construcción de la CDFIS, su impermeabilización con materiales sintéticos, compactación y por la disposición de materiales estabilizados en el sitio	1	1	1	4	4	4	1	1	4	4	-28	Moderado
Posible contaminación del agua subterránea por infiltración de lixiviados o percolados hacia el subsuelo	2	4	4	4	4	4	1	1	4	4	-40	Severo

Impactos	Ponderación de los Impactos										Importancia	Tipo
	M	EX	E	PE	RC	RV	SI	AC	EF	PR		
Agua Superficial												
Suelo												
Posible contaminación del suelo por la operación de los vehículos automotores, maquinaria y equipo de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por el personal laboral	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Moderado
Incremento de los patrones de erosión por el retiro del suelo orgánico en el área de construcción de la CDFIS	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	-19	Moderado
Alteración de la fertilidad del sitio por eliminación del suelo orgánico del sitio	2	2	1	4	1	1	1	1	4	4	-27	Moderado
Eliminación de la cubierta edáfica superficial y estratos subterráneos en el sitio de construcción de la CDFIS	2	2	1	4	1	1	1	1	4	4	-27	Moderado
Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados	1	2	1	4	4	4	1	1	4	4	-30	Moderado
Modificación en la estructura y nivel de compactación del suelo durante la nivelación, conformación, impermeabilización y depósito de materiales contaminados de la CDFIS	2	1	1	4	4	4	1	1	4	4	-31	Moderado
Generación de posibles procesos erosivos por retiro de la cubierta edáfica en el área de construcción de la CDFIS	1	1	1	4	2	2	1	1	4	4	-24	Moderado
Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	-20	Moderado

Impactos	Ponderación de los Impactos										Importancia	Tipo
	M	EX	E	PE	RC	RV	SI	AC	EF	PR		
Agua Superficial												
Atmósfera												
Emisión de partículas a la atmósfera por el movimiento de tierras, depósito y estabilización de materiales y operación de la maquinaria y vehículos de construcción automotores	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Moderado
Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Moderado
Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	-18	Moderado
Emisiones de ruido por movimiento de tierras, excavaciones, depósito de suelos contaminados y escombros, así como por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Moderado
Geología y Geomorfología												
Modificación de la topografía del sitio por la eliminación del suelo existente, así como por las excavaciones para la construcción de la CDFIS	1	2	1	1	1	1	1	1	4	4	-21	Moderado
Eliminación del estrato pétreo tanto superficial como subterráneo del sitio del proyecto	1	1	1	4	4	4	1	1	4	4	-28	Moderado
Modificación sostenida de la topografía del sitio por la disposición subterránea de materiales contaminados durante la operación y mantenimiento de la CDFIS	1	2	1	1	1	1	1	1	4	4	-21	Moderado
Modificación sostenida de la conformación estratigráfica del sitio por el confinamiento de materiales contaminados durante la operación y mantenimiento de la CDFIS	2	2	1	4	4	4	1	1	4	4	-33	Severo

Impactos	Ponderación de los Impactos										Importancia	Tipo
	M	EX	E	PE	RC	RV	SI	AC	EF	PR		
Agua Superficial												
Flora Silvestre												
Afectación a la cobertura vegetal natural de las áreas construcción y aledañas a la CDFIS	1	1	1	2	2	4	1	1	1	1	-18	Moderado
Fauna Silvestre												
Afectación y desplazamiento a la fauna localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	-17	Moderado
Paisaje												
Modificación del paisaje puntual de la zona por eliminación de suelo y excavaciones para conformación de la CDFIS	2	1	1	1	1	2	1	1	4	4	-23	Moderado
Modificación del paisaje puntual a causa de las actividades de construcción y el uso de maquinaria pesada	2	1	1	1	1	2	1	1	4	4	-23	Moderado
Modificación del paisaje puntual de la zona por la disposición final materiales contaminados, así como por la realización de actividades asociadas a la operación de la CDFIS	2	1	1	2	1	2	1	1	4	4	-24	Moderado
Medio Socioeconómico												
Afectación a la salud de los trabajadores	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	-17	Moderado
Afectación a la seguridad de los trabajadores	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	-17	Moderado
Opinión pública adversa	1	4	1	2	1	1	2	1	4	1	-24	Moderado

De los 31 impactos que generará el proyecto, 29 de ellos serán de tipo moderado mientras que 2 alcanzarán el carácter de severo no identificando impactos considerados como compatibles ni tampoco críticos, esto en razón al grado de la afectación cuantificada de los recursos naturales existentes en la zona, así como a la temporalidad que se estima de vida útil para el proyecto estudiado.

No obstante lo anterior, se prevé que la implementación de medidas de prevención, mitigación, control y compensación de impactos propuestas en el siguiente capítulo para todos los impactos ambientales identificados, permitirá reducir sus posibles efectos adversos sobre el medio biótico y abiótico de la zona de estudio.

V.7. Descripción de los Impactos Ambientales Identificados.

Las etapas de construcción y operación de la CDFIS localiza en el municipio de Zacatecas, son las etapas que, según la identificación y ponderación de impactos ambientales generan la mayor cantidad y severidad de los mismos, esto por las actividades de excavaciones, cortes que se pretenden llevar a cabo para lograr el nivel de profundidad de optimo así como por la disposición de materiales contaminados con niveles de toxicidad significativos y escombro de construcción afectando esto a elementos ambientales importantes tales como el agua, atmosfera, suelo, flora, fauna entre otros. Sin embargo, se implementarán la mayor cantidad de medidas de mitigación posibles, para prevenir y controlar los daños que estas acciones pudieran llegar a generar en el medio ambiente.

De estos impactos, a continuación, se describen detalladamente los impactos significativos identificados, esto con base en el factor o atributo ambiental que afectan:

V.7.1. Medio Físico.

- **Agua Superficial.**

Las aguas superficiales son aquellas producidas por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma correntosa, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

Las aguas superficiales de la zona de estudios, presentan un patrón de escurrimientos que fluye por las bajadas naturales de agua hacia el centro del predio Chiripa - La Gloria; su cauce principal es el denominado Arroyo La Chiripa cuyo cauce se localiza en la porción central del predio indicado al cuál se le suman como afluentes diferentes escurrimientos intermitentes, constituyendo esto los principales elementos de este atributo ambiental.

En este contexto y conforme a lo analizado, se considera que, por las actividades de la etapa de construcción y operación de la CDFIS, es posible que derivado de las operaciones del movimiento del material edáfico y pétreo en diferentes zonas del predio Chiripa – La Gloria los materiales sueltos remanentes que hayan sido desalojados de su estrato firme pueden ser arrastrados tanto por efecto del viento como de la lluvia a los escurrimientos intermitentes y hacia el Arroyo La Chiripa causando azolve y saturación de los espacios de flujo de agua, pudiendo afectar esto también al flujo y los patrones normales de las escorrentías, modificando el volumen y, en un momento dado, la dirección de los drenajes naturales ya existentes. de la se presenten modificaciones en el volumen de la precipitación y la dirección del drenaje natural, resultado en diversos impactos que conforme a la ponderación llevada a cabo tienen una importancia moderada

- **Agua Subterránea.**

Las aguas subterráneas se forman a partir de la infiltración de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales, viajan en forma vertical por la fuerza de la gravedad, generalmente hasta encontrar un piso impermeable, y luego discurren horizontalmente hasta desaguar en los colectores mayores que la llevaran al mar para reiniciar su ciclo. En este tránsito se alojan en los espacios intersticiales de los sedimentos del subsuelo y formar los yacimientos de agua subterránea los cuales en la actualidad son fundamentales para el suministro de centros de población y sectores productivos que no cuentan con recursos hídricos superficiales o pluviales, como es el caso del Municipio de Zacatecas. En función de su composición se determina su calidad para los distintos aprovechamientos.

También es importante recordar que la geología de la zona de estudio está conformada por un basamento sedimentario con estratos de roca ígnea del cretácico, cuyo acuífero, según los estudios realizados para determinar su vulnerabilidad, esta resultó, conforme a los parámetros de la NOM-041, con un acuitardo subyacente no vulnerable. Es por lo anterior que se considera que, aún si se presentaran impactos ambientales adversos, principalmente lixiviados de los materiales a depositar en la CDFIS que percolaran aun venciendo con las barreras artificiales descritas en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se cuenta tanto con estratos y profundidades que evitarían que dichos contaminantes llegasen al acuífero de la zona.

No obstante lo anterior, toda vez que para la construcción de la CDFIS es necesario eliminar los estratos pétreos y edáficos y sustituirlos por diferentes materiales (suelo contaminado y escombros) y por los insumos para su estabilización (cemento y arcilla), un impacto irreversible es la afectación de los patrones normales de infiltración de agua toda vez que el proyecto promoverá que los estratos prevalecientes, una vez concluido el depósito de los materiales, funjan como una barrera que evitará la infiltración en dicho espacio ocupado.

Otro impacto identificado es el posible riesgo infiltración de lixiviados percolados por los materiales contaminados que serán depositados los cuales pueden fluir hacia el subsuelo, siendo esto uno de los impactos más importantes a considerar; es por esto que durante la etapa de construcción, las características físicas, químicas y biológicas de las aguas subterráneas pueden ser mantenidas considerando que el proyecto de la CDFIS implica la colocación correcta de una geomembrana y geotextil y un sistema colector de lixiviados con el fin de evitar futuros problemas de contaminación por escurrimiento de lixiviados evitando la modificación de la calidad del agua subterránea. Aunado a esto con el monitoreo permanente de las aguas subterráneas y de la migración de lixiviado, así como con la supervisión permanente de la hermeticidad de la geomembrana, será posible detectar la presencia de fugas y tomar las acciones para reparar los daños, evitando el flujo contaminante.

Por lo anterior y una vez clausurada la CDFIS el monitoreo se convierte en una medida fundamental como seguimiento de la operación de la celda operacional y así contrarrestar efectos negativos que se llegaran a derivar, por lo cual el monitoreo de las aguas subterráneas, así como la migración de los lixiviados representa un efecto benéfico significativo, para prevenir que la infiltración de lixiviados por fugas pueda contaminar estas aguas.

Finalmente, otro impacto identificado será la generación de aguas residuales, principalmente de tipo sanitario, siendo el origen de estas los servicios que deberán ser provistos para los trabajadores que colaborarán durante todas las etapas de desarrollo de la CDFIS, las cuales se generarán principalmente por el uso de los sanitarios portátiles y las actividades de aseo personal, debiendo para tal efecto implementar acciones para el manejo adecuado de dichos residuos evitando su disposición inadecuada en sitios no autorizados.

- **Suelo.**

El suelo del predio en estudio presenta en la actualidad una alteración al no contar con estrato vegetal superficial esto derivado de las actividades de producción minera llevadas a cabo con anterioridad; en otros sitios, como lo es el caso de las áreas identificadas con presencia de metales pesados, esta condición es severa y requiere ser atendida en forma eficaz a efecto de evitar la dispersión de los mismos hacia otras áreas.

Entre los principales impactos ambientales que generarán conforme las actividades a realizar como parte del proyecto es la eliminación de este recurso en el área seleccionada para la construcción de la CDFIS misma que abarca una superficie de 5,000 m^2. Este impacto es irreversible, pero es mitigable ya que como parte de la clausura se repondrá la cubierta afectada con arcilla y material pétreo limpio. Aunado a esto y como consecuencia, la fertilidad de dichas zonas también se prevé será alterada en forma negativa

Derivado de la remoción de la capa de suelo, posible impacto identificado que puede generarse es una modificación e incremento en los niveles de erosión en las áreas que serán ocupadas para el desarrollo de las actividades del proyecto en estudio; por la eliminación y

la afectación a llevar a cabo, la erosión tanto de naturaleza eólica y también hídrica se pueden presentar de manera temporal, por lo que es de suma importancia realizar en el menor tiempo posible la conformación y disposición final de los materiales contaminados en la CDFIS para mitigar dichos efectos de forma más efectiva.

En conjunto con los perfiles estratigráficos o geológicos, principalmente en la zona de la CDFIS, un impacto que se presentará será el incremento en el grado de compactación en los estratos indicados, toda vez que esto es indispensable para el éxito de la disposición final asegurar un nivel de compactación optimo que permita garantizar la inmovilización y optimización de los espacios en el interior de la celda; este aumento en la compactación tiene un aspecto positivo a futuro ya que promoverá el que no se presenten infiltraciones que generen lixiviados en los materiales depositados.

Otro impacto ambiental identificado como moderado es que el sitio de la celda cambiará de manera permanente su uso de suelo toda vez que pasará de uso y aprovechamiento minero a sitio de confinamiento de materiales contaminados con metales pesados, lo cual tendrá un carácter de irreversible ya que este permanecerá como tal a largo plazo y se integrará a las futuras actividades que se realicen en el predio Chiripa – La Gloria. Este impacto conforme a su implicación y características se ponderó como moderado.

Finalmente, para este importante elemento ambiental es el riesgo de que de manera puntual y focalizada puedan generarse derrames de combustibles y lubricantes necesarios para la operación de la maquinaria de construcción, equipos y vehículos automotores por accidentes y manejo inadecuado de los mismos por parte del personal laboral que será requerido para el desarrollo de los trabajos en la CDFIS.

- **Atmósfera.**

El espacio de la atmósfera terrestre es caracterizado por una composición química gaseosa, vital para los seres vivos. En ella se verifican diversos intercambios gaseosos y procesos químicos en un espacio delimitado virtualmente por los sistemas del relieve que limitan los efectos de las corrientes eólicas.

Por otra parte, los vehículos y maquinaria de combustión interna que emplean gasolina o diésel, generan gases constituidos principalmente por óxidos de nitrógeno, monóxido y bióxido de carbono (gas de efecto invernadero), así como restos de hidrocarburos no quemados. En el área seleccionada para el desarrollo de la CDFIS se presenta una baja concentración de gases contaminantes, la cual depende de su lejanía relativa a centros urbanos de población donde se presentan altos flujos vehiculares, así como zonas industriales.

Varias acciones a realizar involucran la remoción, desplazamiento de materiales que propician la emisión de partículas que afectan de manera adversa la calidad del aire, toda vez que también influye la acción eólica. En el predio y en sus inmediaciones, se verá influenciada en la etapa de construcción de la CDFIS por diversas acciones, como en lo que respecta a partículas suspendidas (PS), en especial polvos por las tareas de limpieza, excavaciones y carga de materiales pétreos entre otros. Sin embargo, la alteración provocada en la concentración de partículas es temporal y mitigable, resulta en un impacto adverso mitigable, atenuando los efectos con actividades de riego de las fuentes generadoras de estas partículas. De igual manera, las actividades que involucran la operación de maquinaria y equipo generaran ruido, en particular por la utilizada para realizar la excavación de la celda, presentando un impacto moderado, sin embargo, a pesar de ser adversos es mitigable, con la aplicación de una serie de medidas de seguridad para los vehículos y para el personal.

En la operación de la CDFIS se espera un aumento se aumenta la concentración de las partículas suspendidas con carácter moderado significativo mitigable influenciado por el tránsito de los vehículos que transportan los residuos de escombros y suelo contaminado los cuales emiten o levantan polvo por su rodamiento sobre caminos de acceso e interiores; la descarga, distribución y compactación de los residuos así como la adición de los materiales estabilizantes promoverán el incremento de partículas desprendidas por los materiales contaminados a disponer; la colocación de las diversas capas de materiales pétreos y el efecto del viento favorecen en la formación de nubes de polvo. Por lo anterior, el mantenimiento de los caminos de acceso e interiores que se darán constantemente, así como

la humidificación de los mismos, así como durante el depósito y compactación de los materiales contaminados, será una acción que resultará en un evento benéfico significativo, para la disminución de partículas suspendidas.

La operación de la maquinaria y de los vehículos que realicen las operaciones de descarga de los materiales a disponer y los que circulen por el interior de la CDFIS ocasionará la generación de ruido que permanecerá mientras trabajen los equipos, generando un impacto moderado, el cual se presentara de manera intermitente y mitigable.

- **Geología y Geomorfología.**

Como consecuencia de Las actividades de construcción de la CDFIS se presentarán impactos ambientales derivados principalmente por el retiro total de los estratos edáficos y pétreos del sitio del proyecto hasta una profundidad de hasta 6.3 metros, lo cual generará modificaciones temporales en la topografía del sitio del proyecto toda vez que sí bien este factor será alterado, conforme se vayan realizando las operaciones de ocupación del socavón con los materiales contaminados a disponer, finalmente se recuperará el nivel del sitio una vez habilitado la cubierta final de cierre de la CDFIS, por lo que este impacto es reversible y de ponderación moderada.

Un impacto severo que modificará la conformación estratigráfica del predio seleccionado para la CDFIS será la excavación requerida para el citado proyecto y la sustitución del estrato por suelos contaminados y escombros de construcción, impacto que se considera irreversible ya que el objetivo del proyecto es mantener a largo plazo dichos remanentes a nivel subterráneo a efecto de aislarlos del ambiente exterior. A causa de dicha irreversibilidad, así como los cambios en los patrones de infiltración y el riesgo de lixiviación en caso de alguna falla en la impermeabilización artificial a llevar a cabo, dicho impacto fue ponderado como Severo.

- **Flora Silvestre.**

En cuanto al sitio del proyecto para la construcción de la CDFIS, este en la actualidad no presenta vegetación ya que anteriormente fue utilizado para la realización de actividades

mineras, no teniéndose por tal motivo impactos adversos para este importante atributo ambiental de la zona. Para mitigar lo anterior se tiene contemplada la implementación de medidas de compensación con la plantación de especies nativas del sitio a efecto de recuperar a futuro la vegetación natural conforme al entorno de la zona.

- **Fauna Silvestre.**

La fauna característica de la zona está representada por especies de mamíferos de diversas tallas como el conejo, liebre, tlacuache, coyote, zorra gris, lagartija, culebra, chicoteadora, huico y diversas aves que incluyen codornices, zopilote, paloma, correcaminos, gorriones entre otras.

El predio Chiripa – La Gloria conforma un hábitat donde se desarrollan actividades de alimentación y reproducción de mamíferos, reptiles, así como una diversidad importante de invertebrados entre otras especies. Con la nivelación, limpieza, corte y excavaciones que se realizaran en la etapa de construcción del proyecto, se afectarán de manera significativa estas condiciones, obligándolos a migrar para buscar nuevas zonas de alimentación y reproducción, sin embargo una vez concluya la etapa operativa y se lleva cabo la recuperación de la cubierta vegetal y, sobre todo, no se lleve a cabo la ocupación de los espacios del predio en estudio por parte del personal a cabo de los trabajos a realizar, se estima que la fauna retornará en forma paulatina al sitio para ocupar los espacios que fueron afectados de manera temporal. De igual manera, algunas especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; conforme a este importante aspecto, se tendrá especial cuidado en dañar cualquier tipo de ejemplar que sea encontrado en los sitios que serán ocupados para el desarrollo del proyecto en estudio.

- **Ecosistema y Paisaje.**

Todos los rasgos del entorno interactúan entre sí, manteniendo un equilibrio de relaciones que conforman el ecosistema. En ambientes humanos destaca la estética del paisaje que se entiende como la imagen o panorámica, agradable o no grata que ofrece un ambiente

determinado y que resulta de la integración de los diferentes elementos naturales o inducidos por el hombre.

Por su parte, el hábitat es el espacio vital en el cual se asientan y desarrollan las diversas especies vegetales y animales. El predio en cuestión es un hábitat cuya fisonomía y condiciones naturales originales todavía no han sido alteradas en forma significativa.

Durante la construcción y operación del proyecto en estudio, se generarán diversos efectos adversos significativos por las acciones de corte y excavaciones del predio, modificando la estética del paisaje y el hábitat de manera moderada, destacando que una vez terminada la vida útil de la CDFIS se clausurara el sitio y se implementaran acciones para la rehabilitación del sitio, a través de la plantación de especies nativas para la reincorporación de los elementos ambientales paisaje, flora y fauna.

Por las actividades propias de la operación de confinamiento de materiales contaminados se impacta desfavorablemente la estética del paisaje, minimizando estos efectos con la colocación de una cubierta sobre los materiales distribuidos y compactados en la celda, generando de esta manera un impacto benéfico de carácter amplio.

En las etapas de construcción, operación y clausura, la plantación de especies nativa tendrá un efecto de gran importancia a fin de mejorar la estética del paisaje de la infraestructura municipal y de sus inmediaciones.

El mantenimiento a las instalaciones implica los cuidados y limpieza en la zona de la celda. Con ello se promueve que la imagen estética del sitio y sus alrededores sea agradable, generando efectos que se consideran benéficos significativos.

V.7.2. Medio Socioeconómico.

Ambos componentes socioeconómicos definen los rasgos poblacionales de la comunidad y las diversas manifestaciones de la misma, tales como tipo de economía, estado de salud, seguridad, etc.

Las 4 etapas del proyecto presentan acciones con efectos significativos en cuatro elementos ambientales: generación de empleo, salud pública, seguridad y opinión pública. Durante la

etapa de construcción, operación, clausura y monitoreo, la contratación de mano de obra implica beneficios significativos, al generar empleos en el ámbito local y fortalecer los empleos en el ámbito regional relacionados con la contratación de personal técnico especializado para asegurar que las características constructivas de la CDFIS sean las adecuadas para su buen funcionamiento.

Por la naturaleza del proyecto, dados los riesgos que pueden derivarse, deben existir los cuidados y seguridad necesaria para evitar estos hechos, en especial por las actividades que presentan un control de ingeniería; en la etapa de construcción correspondientes a la colocación de geomembrana, sistema colector de lixiviados así como de monitoreo de los mismos. Estas acciones benefician significativamente, directa e indirectamente a los pobladores cercanos, evitando así la contaminación de acuíferos que pudiesen darse durante la operación. De igual manera con esto se reduce la posibilidad de enfermedades en la localidad.

Un impacto identificado como parte de la afectación al medio socioeconómico es el relacionado con la salud y seguridad de los trabajadores; con motivo de la realización de las operaciones que involucran el uso y manejo de maquinaria de construcción y vehículos automotores de carga y transporte, la carga de grandes volúmenes de material pétreo (suelo contaminado y escombros), los trabajos a niveles de profundidad significativa así como el manejo de los combustibles para el funcionamiento de los equipos automotores indicados, se tendrán durante las etapas de desarrollo del proyecto en estudio riesgos de que se presenten accidentes laborales con el personal y con el equipamiento, lo cual puede afectar la salud de los trabajadores; dichos riesgos deberán ser contemplados, atendidos y supervisados a través de medidas de seguridad, buenas prácticas y capacitación permanente a efecto de reducir la ocurrencia de los mismos.

Asimismo, otro impacto relacionado con el anterior en el tema de salud incide en los riesgos relacionados con el manejo de los materiales contaminados, conforme al análisis realizado, de naturaleza toxica dado el contenido de metales pesados en los suelos contaminados, razón por la cual se deberán implementar medidas de protección y procedimientos claros

para el manejo seguro de los mismos por pare del personal laboral comisionado para tal efecto.

Finalmente, la operación de infraestructura relacionada con la disposición de suelos contaminados y escombros de construcción puede derivar en una opinión pública negativa, siendo significativa para este proyecto por parte de la población y medios de comunicación, principalmente por el confinamiento de los mismos, sin embargo, si se realiza un manejo adecuado de estos remanentes, no debe generarse una mala opinión.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El presente capítulo propone las medidas preventivas, mitigación, control y/o compensación que se consideran más apropiadas para atender los impactos a través de distintas modalidades de actuación, esto es mitigación, control, restauración y restitución. Cuando el tipo de impacto lo permite se valora la eficacia de la medida planteada pues es posible hacer esto en todos los casos, debido a que existen impactos ambientales cuya valoración depende de un conjunto de criterios cualitativos.

El presente proyecto tendrá tanto efectos negativos como positivos sobre el ambiente a nivel local sin repercusiones a escala regional toda vez que involucra una serie de acciones en las cuales pueden resultar afectados de manera negativa los diversos componentes físicos y biológicos del ecosistema si no se aplican medidas preventivas y de mitigación.

Es prioritario considerar las posibles modificaciones que se generarán en el proceso de desarrollo del proyecto, disminuyendo al máximo sus efectos desde el planteamiento y diseño del proyecto hasta su futura operación, con adecuadas y eficientes medidas preventivas y de mitigación de impactos a los ambientes natural y social.

Con base a la identificación de los impactos y el análisis de cada interacción de las diferentes actividades con cada uno de los elementos del ambiente, y tomando como referencia cada actividad del proyecto mencionadas en el presente estudio, a continuación, se describen las medidas de prevención, mitigación, control y compensación de los impactos generados para cada una de las etapas del proyecto denominado CDFIS:

Tabla 48. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Construcción de la CDFIS.

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Agua superficial	Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales intermitentes de agua superficial afectando la calidad del recurso	Moderado	• Las operaciones de retiro de la cubierta edáfica y excavación del predio para el socavón durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se almacenará temporalmente la tierra y estratos pétreos removidos utilizando para tal efecto áreas aledañas de baja pendiente del predio, para evitar su arrastre por lluvias hacia el cauce del arroyo La Chiripa. • Se evitará causar azolves en el arroyo La Chiripa, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Durante toda la etapa de construcción
	Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS	Moderado	• La construcción de la CDFIS estará estrictamente limitada a las superficies a ocupar evitando la realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • Se prohibirá cualquier tipo de actividad que altere la conformación y cauce natural del Arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes.	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Se respetará en forma estricta la delimitación del Arroyo La Chiripa con base en lo establecido por la CONAGUA. • Se conservará y protegerá la vegetación riparia del arroyo. • Se prohibirá la disposición final de aguas residuales u otros residuos sobre el cauce del arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes.	
	Modificación en el volumen de las escorrentías naturales del sitio	Moderado	• Las operaciones de retiro de la cubierta edáfica y excavación del predio para el socavón durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso con maquinaria sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se almacenará temporalmente la tierra y estratos pétreos removidos utilizando para tal efecto áreas aledañas de baja pendiente del predio, para evitar su arrastre por lluvias hacia el cauce del arroyo La Chiripa. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Durante toda la etapa de construcción
	Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el	Moderado	• Las operaciones de retiro de la cubierta edáfica y excavación del predio para el socavón durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
	sitio del proyecto y zonas aledañas		evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se almacenará temporalmente la tierra y estratos pétreos removidos utilizando para tal efecto áreas aledañas de baja pendiente del predio, para evitar su arrastre por lluvias hacia el cauce del arroyo La Chiripa. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	
Agua subterránea	Contaminación del agua por servicios sanitarios proporcionados para los trabajadores y limpieza de instalaciones	Moderado	Se habilitarán sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores que serán rentados a una empresa especializada para su operación y limpieza permanente.	Durante toda la etapa de construcción
	Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona por el retiro de la cubierta superficial y los estratos subterráneos, la construcción de la CDFIS, su impermeabilización con materiales sintéticos, compactación del sitio	Moderado	• La construcción de la CDFIS estará estrictamente limitada a la superficie a ocupar evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • Se evitará el paso de la maquinaria pesada fuera de las áreas que serán preparadas como parte de la presente etapa.	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Suelo	Posible contaminación del suelo por operación de maquinaria de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos	Moderado	• Se contará con contenedores adecuados para la recolección de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. • Los residuos sólidos urbanos serán canalizados por una empresa especializada hacia su disposición final en el Relleno Sanitario de Zacatecas. • Los residuos de manejo especial serán en la medida de lo posible separados por tipo en contenedores habilitados para tal efecto y serán canalizados para su reciclaje y aprovechamiento a centros de acopio debidamente autorizados por la entidad ambiental competente. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos como residuos peligrosos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	Durante toda la etapa de construcción
	Modificación en la estructura y nivel de compactación del suelo durante la conformación e, impermeabilización de la CDFIS	Moderado	No mitigable.	Durante toda la etapa de construcción
	Incremento de los patrones de erosión por el retiro del suelo orgánico durante la de construcción de la CDFIS	Moderado	• Las obras a realizar en esta etapa estarán estrictamente limitadas a la superficie a ocupar para la construcción de la CDFIS evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas.	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• La construcción de la CDFIS estará estrictamente limitada a la superficie a ocupar evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • El suelo que será retirado como parte de las actividades de construcción será conservado en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura en el sitio durante la etapa de clausura de la CDFIS. • Como parte de las obras previas a la clausura del sitio se llevará a cabo la compactación y nivelación sobre las cotas aledañas a la CDFIS con material edáfico obtenido de la limpieza de las áreas de trabajo del mismo habilitando como parte de la cobertura final tierra vegetal fértil para promover la recuperación de la flora afectada con anterioridad, así como para disminuir los niveles de erosión que pudieron generarse durante la etapa de operación del proyecto • Se llevará a cabo la plantación de especies nativas de la zona sobre una capa de suelo fértil que cubrirá la CDFIS una vez concluida su etapa de operación.	
	Alteración de la fertilidad del sitio por eliminación del suelo orgánico del sitio	Moderado	El suelo y los materiales pétreos de estratos subterráneos que serán retirados como parte de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS serán conservados en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			de cobertura ya sea en el sitio de la CDFIS o en un predio cercano.	
	Eliminación de la cubierta edáfica superficial y estratos subterráneos en el sitio de construcción de la CDFIS	Moderado	El suelo y los materiales pétreos de estratos subterráneos que serán retirados como parte de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS serán conservados en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura ya sea en el sitio de la CDFIS o en un predio cercano.	Durante toda la etapa de construcción
	Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados	Moderado	• La modificación en el uso actual del terreno se considera un impacto no mitigable en el corto y mediano plazo, sin embargo, a largo plazo podrá mitigarse una vez clausurada la CDFIS la cual se integrará a las actividades futuras a realizar en el predio Chiripa – La Gloria. • El suelo y los materiales pétreos de estratos subterráneos que serán retirados como parte de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS serán conservados en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura ya sea en el sitio de la CDFIS o en un predio cercano.	Durante toda la etapa de construcción
	Generación de posibles procesos erosivos por retiro de la cubierta edáfica en el área de construcción de la CDFIS	Moderado	• Las obras a realizar en esta etapa estarán estrictamente limitadas a la superficie a ocupar para la construcción de la CDFIS evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas.	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• El suelo que será retirado como parte de las actividades de construcción será conservado en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura en el sitio durante la etapa de clausura de la CDFIS. • Como parte de las obras previas a la clausura del sitio se llevará a cabo la compactación y nivelación sobre las cotas aledañas a la CDFIS con material edáfico obtenido de la limpieza de las áreas de trabajo del mismo habilitando como parte de la cobertura final tierra vegetal fértil para promover la recuperación de la flora afectada con anterioridad, así como para disminuir los niveles de erosión que pudieron generarse durante la etapa de operación del proyecto • Se llevará a cabo la plantación de especies nativas de la zona sobre una capa de suelo fértil que cubrirá la CDFIS una vez concluida su etapa de operación.	
	Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas		• Las obras a realizar en esta etapa estarán estrictamente limitadas a la superficie a ocupar para la construcción evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos como residuos peligrosos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Atmósfera	Emisión de partículas a la atmósfera por el movimiento de tierras y operación de la maquinaria de construcción.	Moderado	• Se humedecerá con agua tratada de reúso las áreas de trabajo donde se lleve a cabo movimientos de tierra, así como caminos y el predio mismo durante esta fase constructiva. • La tierra y suelo que pudieran ser removidos se almacenarán temporalmente humedeciéndolos periódicamente para evitar su arrastre por el viento. • Los vehículos de carga con materiales pétreos serán habilitados con lonas que eviten la dispersión de polvos. • Se restringirán las velocidades de los vehículos de carga que circulen sobre zonas sin pavimentar con un máximo de 20 Km/hr. • Se realizará al término de cada día la limpieza de las áreas de trabajo	Durante toda la etapa de construcción
	Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	Durante toda la etapa de construcción
	Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	
	Emisiones de ruido por uso y operación de maquinaria de construcción	Moderado	• Las actividades que involucren la emisión de ruido se llevarán a cabo estrictamente en horarios diurnos. • La maquinaria, equipo de construcción y vehículos automotores estarán sujetos a un permanente programa de mantenimiento y preventivo para evitar desperfectos que generen emisiones ostensibles de ruido.	Durante toda la etapa de construcción
Geología y Geomorfología	Modificación de la topografía del sitio por la eliminación del suelo existente, así como por las excavaciones para la construcción de la CDFIS	Moderado	El suelo y los materiales pétreos de estratos subterráneos que serán retirados como parte de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS serán conservados en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura ya sea en el sitio de la CDFIS o en un predio cercano.	Durante toda la etapa de construcción
	Eliminación del estrato pétreo tanto superficial como subterráneo del sitio del proyecto	Moderado	El suelo y los materiales pétreos de estratos subterráneos que serán retirados como parte de las actividades de excavación del socavón de la CDFIS serán conservados en un área con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento para ser posteriormente utilizado como material de cobertura ya sea en el sitio de la CDFIS o en un predio cercano.	Durante toda la etapa de construcción
Flora Silvestre	Eliminación de la cobertura vegetal natural	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación existente en el predio Chiripa – La Gloria.	Durante todas las etapas del proyecto

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Una vez realizada la clausura de la CDFIS, se llevará a cabo una plantación en el sitio con especies de la zona para compensar las afectaciones generadas.	
Fauna Silvestre	Afectación y desplazamiento a la fauna localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación y fauna silvestre existente en el predio Chiripa – La Gloria. • Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, se ahuyentará a la fauna, con ruido sin dañarla o afectarla. En caso de ser necesario, se rescatará y transportará a los individuos de lento movimiento (anfibios y reptiles). • Se ahuyentará a la fauna con ruido al inicio de las actividades diarias. • Se prohibirá dañar, molestar, cazar o capturar a la fauna, teniendo especial cuidado con la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se avistó en el predio, y con las que pudieran ser encontradas en el lugar. • Se brindará capacitación sobre el tema de protección y manejo de la fauna silvestre al personal de las obras de preparación del sitio.	Durante todas las etapas del proyecto
Paisaje	Modificación del paisaje puntual a causa de las actividades de construcción y el uso de maquinaria pesada	Moderado	La presencia de equipos y maquinaria, así como la construcción del socavón será un impacto al paisaje mientras se desarrolla el proyecto, posteriormente se retirarán los equipos y maquinaria requeridos para esta etapa, y se hará limpieza en todo el sitio. Sin embargo, el desmonte y la realización de profundas excavaciones en una porción importante del predio será un impacto permanente en el paisaje mientras no inicie la etapa de clausura y restitución del sitio en la cual se	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			implementará un programa que incluye la nivelación topográfica y la reforestación en las áreas afectadas.	
	Modificación del paisaje puntual de la zona por eliminación de la cubierta vegetal, suelo y excavaciones para conformación de la CDFIS	Moderado	La construcción de la CDDFIS será un impacto al paisaje mientras se desarrolla el proyecto, posteriormente se retirarán los equipos y maquinaria requeridos para esta etapa, y se hará limpieza en todo el sitio. Sin embargo, el desmonte y la realización de profundas excavaciones en una porción importante del predio será un impacto permanente en el paisaje mientras no inicie la etapa de clausura y restitución del sitio en la cual se implementará un programa que incluye la nivelación topográfica y la reforestación en las áreas afectadas.	Durante toda la etapa de construcción
Medio Socioeconómico	Afectaciones a la salud laboral y de la población en caso de accidentes laborales	Moderado	• Todos los trabajadores del sitio contarán con seguro laboral ya sea a través de alguna institución pública o privada. • Se dotará al personal del equipo de seguridad necesario para la realización segura de sus actividades durante esta etapa del proyecto. • Se contará en el sitio con un botiquín de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente.	Durante toda la etapa de construcción
	Desviaciones a la seguridad laboral y de la población	Moderado	• Se capacitará al personal sobre medidas de seguridad y prevención de accidentes previo a la realización de los trabajos de y construcción del proyecto • Se contará con medios de extinción portátiles para el control de cualquier conato de incendio que pudiera presentarse durante esta etapa. • Se habilitarán elementos de señalética y control del tráfico vial a efecto de prevenir accidentes automovilísticos con motivo del movimiento y presencia de maquinaria de construcción, equipo y	Durante toda la etapa de construcción

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			vehículos de carga y de servicios que incluirán señales que indiquen la entrada y salida de vehículos, presencia de hombres trabajando, alternancia en el paso vehículos y en caso necesario de colocarán conos. • El equipo pesado contará con una alarma en reversa para evitar daños por atropellamiento al personal laborar durante esta etapa del proyecto. • El acercamiento a un equipo en funcionamiento se realizará de frente y dentro del rango de visión del operador. • En las zonas de trabajo de la CDFIS solo se contará con personal autorizado y especializado en la zona de trabajo. • Los trabajadores y operadores utilizaran el equipo completo de seguridad y protección de manera permanente durante los horarios de trabajo. • Se colocarán protecciones en todos los mecanismos móviles. • El personal solo utilizará la maquinaria cuando esté protegido y use el equipo de seguridad necesario y de forma adecuada. • Se llevarán a cabo operaciones de humidificación con agua tratada para reúso de las áreas de construcción para reducir la exposición de materiales tóxicos al personal laboral. • Se utilizarán respiradores equipado con filtro de aire HEPA N100, R100 o P100.	

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Como parte de las políticas laborales para este proyecto en particular solo se contratarán trabajadores experimentados • Se contará con estaciones de descontaminación para el personal laboral.	
	Posible opinión publica adversa para el proyecto	Moderado	• Se informará, en su caso a la población que habita en las cercanías al sitio de los pormenores y objetivos del proyecto. • Se contará con un canal permanente de información por parte de la empresa promovente respecto a los avances y cumplimiento en materia ambiental para las personas u organismos interesado en el mismo.	Durante toda la etapa de construcción

Tabla 49. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Operación de la CDFIS.

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Agua superficial	Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales intermitentes de agua superficial afectando la calidad del recurso	Moderado	• Las operaciones de depósito de suelo contaminado y escombros de construción durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo La Chiripa, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Durante toda la etapa de operación
	Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS	Moderado	• La construcción de la CDFIS estará estrictamente limitada a las superficies a ocupar evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • Se prohibirá cualquier tipo de actividad que altere la conformación y cauce natural del Arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes. • Se respetará en forma estricta la delimitación del Arroyo La Chiripa con base en lo establecido por la CONAGUA. • Se continuará conservando y protegiendo la vegetación riparia del arroyo.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Se prohibirá la disposición final de aguas residuales u otros residuos sobre el cauce del arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes.	
	Modificación en el volumen de las escorrentías naturales del sitio	Moderado	• Las operaciones de depósito de suelo contaminado y escombros durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso con maquinaria sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Durante toda la etapa de operación
	Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas	Moderado	• Las operaciones de depósito de suelo contaminado y escombros durante esta etapa del proyecto se realizarán previa humidificación con agua tratada de reusó a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto. • Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Agua subterránea	Contaminación del agua por servicios sanitarios proporcionados para los trabajadores y limpieza de instalaciones	Moderado	• Se habilitarán sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores que serán rentados a una empresa especializada para su operación y limpieza permanente.	Durante toda la etapa de operación
	Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona por la disposición de suelo contaminado estabilizado y escombros de construcción en el sitio	Moderado	No mitigable en esta etapa del proyecto.	Durante toda la etapa de operación
	Posible contaminación del agua subterránea por infiltración de lixiviados o percolados hacia el subsuelo	Severo	• La CDFIS será construida con infraestructura para impermeabilizar el subsuelo mediante dos capas de suelo arcilloso libre de contaminación compactado mejorado con 3% de cemento Portland y una geomembrana de 1500 micras de espesor intercalada y protegida con geotextil (densidad 240 g/m^2), en sus partes superior e inferior, con lo cual se pretende aislar los materiales a confinar. • Los materiales a disponer en el sitio serán estabilizados mediante el uso de cemento portland en una proporción de un 3%. • Se habilitará como parte de la CDFIS un sistema de monitoreo tanto en la parte más profunda del socavón fuera del sistema de impermeabilización, así como dentro del material a depositar el cual estará conformado por una serie de tubos. para colectar posibles lixiviados, así como pozos de monitoreo para evaluar posibles migraciones de los mismos.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Se llevarán a cabo pruebas para verificar la termofusión de la geomembrana, así como pruebas de sellado para garantizar la hermeticidad de la misma. • Se implementará un programa de monitoreo y mantenimiento a 20 años para verificar posibles generaciones y migraciones de lixiviados fuera de la CDFIS, así como para brindar mantenimiento a la infraestructura construida. • Se contarán con procedimientos de acción en caso de que se presenten lixiviados en la CDFIS a efecto de evitar su dispersión y canalización en el subsuelo. • Estará prohibida la disposición final de los materiales contaminados diferentes a los descritos en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental.	
Suelo	Posible contaminación del suelo por operación de maquinaria de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos	Moderado	• Se contará con contenedores adecuados para la recolección de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. • Los residuos sólidos urbanos serán canalizados por una empresa especializada hacia su disposición final en el Relleno Sanitario de Zacatecas. • Los residuos de manejo especial serán en la medida de lo posible separados por tipo en contenedores habilitados para tal efecto y serán canalizados para su reciclaje y aprovechamiento a centros de acopio debidamente autorizados por la entidad ambiental competente. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			como residuos peligrosos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	
	Modificación en la estructura y nivel de compactación del suelo durante la conformación y depósito de materiales contaminados en la CDFIS	Moderado	No mitigable en esta etapa del proyecto.	Durante toda la etapa de operación
	Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados	Moderado	La modificación en el uso actual del terreno se considera un impacto no mitigable en el corto y mediano plazo, sin embargo, a largo plazo podrá mitigarse una vez clausurada la CDFIS la cual se integrará a las actividades futuras a realizar en el predio Chiripa – La Gloria.	Durante toda la etapa de operación
	Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas	Moderado	• Las obras a realizar en esta etapa estarán estrictamente limitadas a la superficie a ocupar para el depósito de suelo contaminado y escombros evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	Durante toda la etapa de operación
Atmósfera	Emisión de partículas a la atmósfera por el depósito de suelos contaminados y escombros, así como por la	Moderado	• Se humedecerá con agua tratada de reúso las áreas de trabajo donde se lleve a cabo movimientos de tierra, así como caminos y el predio mismo durante esta fase de operación.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
	operación de la maquinaria de construcción		• Los vehículos de carga con materiales pétreos serán habilitados con lonas que eviten la dispersión de polvos. • Se restringirán las velocidades de los vehículos de carga que circulen sobre zonas sin pavimentar con un máximo de 20 Km/hr. • Se realizará al término de cada día la limpieza de las áreas de trabajo	
	Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	Durante toda la etapa de operación
	Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	Durante toda la etapa de operación
	Emisiones de ruido por uso y operación de maquinaria de construcción	Moderado	• Las actividades que involucren la emisión de ruido se llevarán a cabo estrictamente en horarios diurnos. • La maquinaria, equipo de construcción y vehículos automotores estarán sujetos a un permanente	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			programa de mantenimiento y preventivo para evitar desperfectos que generen emisiones ostensibles de ruido.	
Geología y Geomorfología	Modificación sostenida de la topografía del sitio por la disposición subterránea de materiales contaminados durante la operación y mantenimiento de la CDFIS	Moderado	• La topografía del sitio será recuperada al nivel de los predios aledaños al sitio donde se ubica la CDFIS una vez que concluya el depósito de suelo contaminado y escombros de construcción con la cubierta final. • En esta etapa del proyecto se llevarán a cabo las operaciones finales de relleno, cobertura, compactación y nivelación de las áreas ocupadas por la disposición final de suelo contaminado y escombros; dicha nivelación se realizará con material edáfico fértil y tierra vegetal en cotas similares a las que presenta el sitio sin alteración y similares a las de los predios vecinos, acciones con lo cual se restaurará la topográfica existente previo a la afectación del predio por el depósito de los materiales descritos en la CDFIS.	Durante toda la etapa de operación
	Modificación sostenida de la conformación estratigráfica del sitio por el confinamiento de materiales contaminados durante la operación y de la CDFIS	Severo	Impacto no mitigable.	Durante toda la etapa de operación
Flora Silvestre	Afectación de la cobertura vegetal natural	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación existente en el predio Chiripa – La Gloria. • Una vez realizada la clausura de la CDFIS, se llevará a cabo una plantación en el sitio con especies de la zona para compensar las afectaciones generadas.	Durante todas las etapas del proyecto

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Fauna Silvestre	Afectación y desplazamiento a la fauna localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación y fauna silvestre existente en el predio Chiripa – La Gloria. • Se ahuyentará a la fauna con ruido al inicio de las actividades diarias. • Se prohibirá dañar, molestar, cazar o capturar a la fauna, teniendo especial cuidado con la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se avistó en el predio, y con las que pudieran ser encontradas en el lugar. • Se brindará capacitación sobre el tema de protección y manejo de la fauna silvestre al personal de las obras de operación de la CDFIS.	Durante todas las etapas del proyecto
Paisaje	Modificación del paisaje puntual de la zona por la disposición final de suelo contaminado y escombros, así como por la realización de actividades asociadas a la operación de la CDFIS	Moderado	La presencia de equipos y maquinaria, así como la construcción del socavón será un impacto al paisaje mientras se desarrolla el proyecto, posteriormente se retirarán los equipos y maquinaria requeridos para esta etapa, y se hará limpieza en todo el sitio. Sin embargo, la realización de profundas excavaciones en una porción importante del predio de la CDFIS, así como la disposición de suelo contaminado y escombros en el sitio será un impacto permanente en el paisaje mientras no inicie la etapa de clausura y restitución del sitio en la cual se implementará un programa que incluye la nivelación topográfica y la reforestación en las áreas afectadas.	Durante toda la etapa de operación
Medio Socioeconómico	Afectaciones a la salud laboral y de la población	Moderado	• Todos los trabajadores del sitio contarán con seguro laboral ya sea a través de alguna institución pública o privada.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Se dotará al personal del equipo de seguridad necesario para la realización segura de sus actividades durante esta etapa del proyecto. • Se contará en el sitio con un botiquín de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente.	
	Desviaciones a la seguridad laboral y de la población	Moderado	• Se capacitará al personal sobre medidas de seguridad y prevención de accidentes previo a la realización de los trabajos de disposición de materiales contaminados y escombros en la CDFIS. • Se contará con medios de extinción portátiles para el control de cualquier conato de incendio que pudiera presentarse durante esta etapa. • Se habilitarán elementos de señalética y control del tráfico vial a efecto de prevenir accidentes automovilísticos con motivo del movimiento y presencia de maquinaria de construcción, equipo y vehículos de carga y de servicios que incluirán señales que indiquen la entrada y salida de vehículos, presencia de hombres trabajando, alternancia en el paso vehículos y en caso necesario de colocarán conos. • El equipo pesado contará con una alarma en reversa para evitar daños por atropellamiento al personal laborar durante esta etapa del proyecto. • El acercamiento a un equipo en funcionamiento se realizará de frente y dentro del rango de visión del operador. • En las zonas de trabajo de la CDFIS solo se contará con personal autorizado y especializado en la zona de trabajo.	Durante toda la etapa de operación

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Los trabajadores y operadores utilizaran el equipo completo de seguridad y protección de manera permanente durante los horarios de trabajo. • Se colocarán protecciones en todos los mecanismos móviles. • El personal solo utilizará la maquinaria cuando esté protegido y use el equipo de seguridad necesario y de forma adecuada. • Se llevarán a cabo operaciones de humidificación con agua tratada para reúso de las áreas de trabajo para reducir la exposición de materiales tóxicos al personal laboral. • Se utilizarán respiradores equipado con filtro de aire HEPA N100, R100 o P100. • Como parte de las políticas laborales para este proyecto en particular solo se contratarán trabajadores experimentados • Se contará con estaciones de descontaminación para el personal laboral.	
	Posible opinión publica adversa para el proyecto	Moderado	• Se informará, en su caso a la población que habita en las cercanías al sitio de los pormenores y objetivos del proyecto. • Se contará con un canal permanente de información por parte de la empresa promovente respecto a los avances y cumplimiento en materia ambiental para las personas u organismos interesado en el mismo.	Durante toda la etapa de operación

Tabla 50. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos durante la Clausura de la CDFIS.

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Agua superficial	Posible arrastre de materiales pétreos sobre escorrentías y cauces naturales intermitentes de agua superficial afectando la calidad del recurso	Moderado	• Se contará con un Programa de Mantenimiento y Monitoreo de la CDFIS el cuál abarcará un periodo mínimo de 20 años a efecto de detectar cualquier desviación en la conformación final de la CDFIS. • Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo La Chiripa, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Afectación a las escorrentías naturales y en los patrones de escurrimiento existentes en el predio, áreas aledañas, así como al cauce del Arroyo La Chiripa por ocupación y modificación del predio de la CDFIS	Moderado	• La construcción de la CDFIS estará estrictamente limitada a las superficies a ocupar evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • Se prohibirá cualquier tipo de actividad que altere la conformación y cauce natural del Arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes. • Se respetará en forma estricta la delimitación del Arroyo La Chiripa con base en lo establecido por la CONAGUA. • Se continuará conservando y protegiendo la vegetación riparia del arroyo. • Se prohibirá la disposición final de aguas residuales u otros residuos sobre el cauce del arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
	Modificación en el volumen de las escorrentías naturales del sitio	Moderado	• Se evitará la ocupación y paso con maquinaria sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Posible afectación a la conformación natural de las escorrentías y cauces naturales existentes en el sitio del proyecto y zonas aledañas	Moderado	• Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos. • Se evitará causar azolves en el arroyo, para respetar su capacidad hidráulica y prevenir los desbordamientos.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
Agua subterránea	Afectación a los patrones normales de infiltración en la zona por la disposición de suelo contaminado estabilizado y escombros de construcción en el sitio	Moderado	No mitigable.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Posible contaminación del agua subterránea por infiltración de lixiviados o percolados hacia el subsuelo	Severo	• La CDFIS será construida con infraestructura para impermeabilizar el subsuelo mediante dos capas de suelo arcilloso libre de contaminación compactado mejorado con 3% de cemento Portland y una geomembrana de 1,500 micras de espesor intercalada y protegida con geotextil (densidad 240 g/m^2), en sus partes superior e inferior, con lo cual se pretende aislar los materiales a confinar. • Los materiales a disponer en el sitio serán estabilizados mediante el uso de cemento portland en una proporción de un 3%.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• Se habilitará como parte de la CDFIS un sistema de monitoreo tanto en la parte más profunda del socavón fuera del sistema de impermeabilización, así como dentro del material a depositar el cual estará conformado por una serie de tubos. para colectar posibles lixiviados, así como pozos de monitoreo para evaluar posibles migraciones de los mismos. • Se llevarán a cabo pruebas para verificar la termofusión de la geomembrana, así como pruebas de sellado para garantizar la hermeticidad de la misma. • Se implementará un programa de monitoreo y mantenimiento a 20 años para verificar posibles generaciones y migraciones de lixiviados fuera de la CDFIS, así como para brindar mantenimiento a la infraestructura construida. • Se contarán con procedimientos de acción en caso de que se presenten lixiviados en la CDFIS a efecto de evitar su dispersión y canalización en el subsuelo. • Se contará con un Programa de Mantenimiento y Monitoreo de la CDFIS el cuál abarcará un periodo mínimo de 20 años a efecto de detectar cualquier desviación en la conformación final de la CDFIS.	
Suelo	Posible contaminación del suelo por operación de maquinaria de construcción que utiliza combustibles y lubricantes fósiles, así como por generación de residuos	Moderado	• Se contará con contenedores adecuados para la recolección de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. • Los residuos sólidos urbanos serán canalizados por una empresa especializada hacia su disposición final en el Relleno Sanitario de Zacatecas.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
	de manejo especial y sólidos urbanos		• Los residuos de manejo especial serán en la medida de lo posible separados por tipo en contenedores habilitados para tal efecto y serán canalizados para su reciclaje y aprovechamiento a centros de acopio debidamente autorizados por la entidad ambiental competente. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos como residuos peligrosos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	
	Modificación al uso actual del predio de la CDFIS de minero a sitio de disposición final de materiales contaminados	Moderado	La modificación en el uso actual del terreno se considera un impacto no mitigable en el corto y mediano plazo, sin embargo, a largo plazo podrá mitigarse una vez clausurada la CDFIS la cual se integrará a las actividades futuras a realizar en el predio Chiripa – La Gloria.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Posible afectación del suelo en áreas exteriores al predio del proyecto por el mantenimiento de las mismas	Moderado	• Las obras a realizar en esta etapa estarán estrictamente limitadas a la superficie a ocupar para el depósito de suelo contaminado y escombros evitando la ocupación y realización de trabajos sobre otras áreas cercanas o aledañas. • En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
Atmósfera	Emisión de partículas a la atmósfera por el depósito de suelos contaminados y escombros, así como por la operación de la maquinaria de construcción	Moderado	• Se humedecerá con agua tratada de reúso las áreas de trabajo donde se lleve a cabo movimientos de tierra, así como caminos y el predio mismo durante esta fase de mantenimiento y monitoreo del sitio de la CDFIS. • Los vehículos de carga con materiales pétreos serán habilitados con lonas que eviten la dispersión de polvos. • Se restringirán las velocidades de los vehículos de carga que circulen sobre zonas sin pavimentar con un máximo de 20 Km/hr. • Se realizará al término de cada día la limpieza de las áreas de trabajo	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Emisiones de gases de combustión generados por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
	Emisiones de gases de efecto invernadero por la operación de la maquinaria de construcción y vehículos automotores utilizados en esta etapa.	Moderado	• Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista. • Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles.	
	Emisiones de ruido por uso y operación de maquinaria de construcción	Moderado	• Las actividades que involucren la emisión de ruido se llevarán a cabo estrictamente en horarios diurnos. • La maquinaria, equipo de construcción y vehículos automotores estarán sujetos a un permanente programa de mantenimiento y preventivo para evitar desperfectos que generen emisiones ostensibles de ruido.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
Flora Silvestre	Afectación de la cobertura vegetal natural	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación existente en el predio Chiripa – La Gloria. • Una vez realizada la clausura de la CDFIS, se llevará a cabo una plantación en el sitio con especies de la zona para compensar las afectaciones generadas. • Se dará mantenimiento permanente a la vegetación plantada en el área de la CDFIS; asimismo se implementará un programa de supervisión, mantenimiento y reposición de individuos que no sobrevivieron el cuál se realizará hasta que la cobertura vegetal tenga la suficiente madurez para sobrevivir por sí misma.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
Fauna Silvestre	Afectación y desplazamiento a la fauna localizada en la zona del predio del proyecto por ocupación y modificación de su hábitat	Moderado	• Se prohibirá cualquier tipo de afectación o aprovechamiento de la vegetación y fauna silvestre existente en el predio Chiripa – La Gloria. • Se ahuyentará a la fauna con ruido al inicio de las actividades de mantenimiento y monitoreo en la CDFIS. • Se dará continuidad a la prohibición de dañar, molestar, cazar o capturar a la fauna, teniendo	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			especial cuidado con la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se avistó en el predio, y con las que pudieran ser encontradas en el lugar; con esto se espera que una vez rehabilitado el sitio y abandonado el lugar, la fauna nativa de manera paulatina podrá apropiarse de las áreas de las que fue desplazada con motivo de la operación de la CDFIS.	
Paisaje	Modificación del paisaje puntual de la zona por eliminación de la cubierta vegetal, suelo, derribo de construcciones antiguas, disposición final de materiales, así como por la realización de actividades asociadas al sitio de disposición final	Moderado	La presencia de equipos y maquinaria, así como la construcción del socavón será un impacto al paisaje mientras se desarrolla el proyecto, posteriormente se retirarán los equipos y maquinaria requeridos para esta etapa, y se hará limpieza en todo el sitio. Sin embargo, la realización de profundas excavaciones en una porción importante del predio de la CDFIS, así como la disposición de materiales contaminados en el sitio será un impacto permanente en el paisaje mientras no inicie la etapa de clausura y restitución del sitio en la cual se implementará un programa que incluye la nivelación topográfica y la reforestación en las áreas afectadas.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio
Medio Socioeconómico	Afectaciones a la salud laboral y de la población	Moderado	• Todos los trabajadores del sitio contarán con seguro laboral ya sea a través de alguna institución pública o privada. • Se dotará al personal del equipo de seguridad necesario para la realización segura de sus actividades durante esta etapa del proyecto. • Se contará en el sitio con un botiquín de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
	Desviaciones a la seguridad laboral y de la población	Moderado	• Se capacitará al personal sobre medidas de seguridad y prevención de accidentes previo a la realización de los trabajos de monitoreo y mantenimiento de la CDFIS. • Se contará con medios de extinción portátiles para el control de cualquier conato de incendio que pudiera presentarse durante esta etapa. • Se habilitarán elementos de señalética y control del tráfico vial a efecto de prevenir accidentes automovilísticos con motivo del movimiento y presencia de maquinaria de construcción, equipo y vehículos de carga y de servicios que incluirán señales que indiquen la entrada y salida de vehículos, presencia de hombres trabajando, alternancia en el paso vehículos y en caso necesario de colocarán conos. • El equipo pesado contará con una alarma en reversa para evitar daños por atropellamiento al personal laborar durante esta etapa del proyecto. • El acercamiento a un equipo en funcionamiento se realizará de frente y dentro del rango de visión del operador. • En las zonas de trabajo de la CDFIS solo se contará con personal autorizado y especializado en la zona de trabajo. • Los trabajadores y operadores utilizaran el equipo completo de seguridad y protección de manera permanente durante los horarios de trabajo. • Se colocarán protecciones en todos los mecanismos móviles.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

Elementos del Medio Ambiente	Impacto Ambiental	Tipo de Importancia	Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación	Periodo de realización
			• El personal solo utilizará la maquinaria cuando esté protegido y use el equipo de seguridad necesario y de forma adecuada. • Se llevarán a cabo operaciones de humidificación con agua tratada para reúso de las áreas de trabajo clausuradas para reducir la exposición de materiales tóxicos al personal laboral. • Se utilizarán respiradores equipado con filtro de aire HEPA N100, R100 o P100. • Como parte de las políticas laborales para este proyecto en particular solo se contratarán trabajadores experimentados • Se contará con estaciones de descontaminación para el personal laboral.	
	Posible opinión publica adversa para el proyecto	Moderado	• Se informará, en su caso a la población que habita en las cercanías al sitio de los pormenores y objetivos del proyecto. • Se contará con un canal permanente de información por parte de la empresa promovente respecto a los avances y cumplimiento en materia ambiental para las personas u organismos interesado en el mismo.	Mantenimiento y Monitoreo del sitio

VI.1. Medidas de prevención, control, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación por residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

Las medidas de mitigación propuestas para el proyecto incluyen las siguientes acciones:

- **Evitar:** acciones no previstas que puedan resultar en impactos adversos y críticos a los recursos naturales fuera o dentro del área del proyecto. Este enfoque es el más apropiado en las fases iniciales del proyecto, cuando se generan los impactos.
- **Minimizar:** implica limitar el grado, extensión, magnitud o duración del impacto, este es el principal enfoque que se tomará durante el desarrollo del proyecto, involucra capacitación y vigilancia durante las etapas de preparación y construcción en el área del proyecto.
- **Rehabilitar:** Rectificar los impactos adversos a través de la reparación o rehabilitación del recurso afectado.

En la siguiente tabla se describen las medidas de mitigación aplicables a los impactos considerados como no significativos

Tabla 51. Descripción de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Componente Ambiental	**Atmósfera**
Impactos	**Medidas de Mitigación**
Calidad del Aire (gases y partículas)	Se humidificará con agua tratada de reúso las áreas de trabajo donde se lleve a cabo movimientos de tierra, así como los caminos interiores.
	Los vehículos de carga con materiales pétreos serán habilitados con lonas que eviten la dispersión de polvos.
	Se restringirán las velocidades de los vehículos de carga que circulen sobre zonas sin pavimentar con un máximo de 20 Km/hr.
	Se mantendrán en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista
	Se llevarán a cabo actividades permanentes de mantenimiento correctivo y preventivo de todas las unidades automotores que funcionen con combustibles fósiles
Componente Ambiental	**Suelo**
Impactos	**Medidas de Mitigación**
Contaminación por residuos sólidos	Se contará con contenedores adecuados para la recolección de residuos de manejo especial y sólidos urbanos

Tabla 51. Descripción de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

	Los residuos sólidos urbanos serán canalizados por una empresa especializada hacia su disposición final en el Relleno Sanitario de Zacatecas
	Los residuos de manejo especial serán en la medida de lo posible separados por tipo en contenedores habilitados para tal efecto y serán canalizados para su reciclaje y aprovechamiento a centros de acopio debidamente autorizados por la entidad ambiental competente.
	Se concientizará a los trabajadores para que dichos residuos sean segregados y almacenados en contenedores específicos para que sean depositados y serán recogidos por una empresa autorizada por el Estado para el manejo de dichos residuos
	En caso de contaminación el suelo por combustibles y lubricantes se hará la limpieza inmediata de las áreas afectadas cuyos remanentes serán dispuestos como residuos peligrosos conforme a la legislación aplicable en la materia a través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.
Contaminación por derrame de hidrocarburos	En caso de derrames se deberá actuar inmediatamente para absorberlos y el material contaminado deberá de ser depositado en recipientes herméticos para su posterior manejo como residuo peligroso.
	Todo residuo impregnado por combustible o cualquier sustancia peligrosa serán manejados como residuos peligrosos según lo marca la NOM-052-SEMARNAT-2005, a fin de evitar que estos sean revueltos y compliquen el manejo de los RSU
Componente Ambiental	**Agua**
Impactos	**Medidas de Mitigación**
Contaminación por agua residuales	Se evitará la ocupación y paso de maquinaria y vehículos automotores sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos
	Se prohibirá la disposición final de aguas residuales u otros residuos sobre el cauce del arroyo La Chiripa y sus escurrimientos afluentes
	Se habilitarán sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores que serán rentados a una empresa especializada para su operación y limpieza permanente.
	Se tiene estrictamente prohibido al personal desechar aguas residuales fuera de los sanitarios portátiles a habilitar.
	La CDFIS será construida con infraestructura para impermeabilizar el subsuelo mediante dos capas de suelo arcilloso libre de contaminación compactado mejorado con 3% de cemento Portland y una geomembrana de 1500 micras de espesor intercalada y protegida con geotextil (densidad 240 g/m^2), en sus

Tabla 51. Descripción de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales asociados a contaminación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

	partes superior e inferior, con lo cual se pretende aislar el suelo contaminado y el escombro a confinar.
	Se habilitará como parte de la CDFIS un sistema de monitoreo tanto en la parte más profunda del socavón fuera del sistema de impermeabilización, así como dentro del material a depositar el cual estará conformado por una serie de tubos. para colectar posibles lixiviados, así como pozos de monitoreo para evaluar posibles migraciones de los mismos
	Se implementará un programa de monitoreo y mantenimiento a 20 años para verificar posibles generaciones y migraciones de lixiviados fuera de la CDFIS, así como para brindar mantenimiento a la infraestructura construida

VI.2. Impactos Residuales.

Un Impacto ambiental residual se define como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de prevención, mitigación o compensación, por lo que, de acuerdo con los resultados de la evaluación de impactos ambientales descrita anteriormente, se determinó que los 31 impactos ambientales negativos potenciales detectados, al aplicarles las medidas correspondientes es posible controlarlos. Es importante decir que en caso de presentarse condiciones de emergencia se prevé la aplicación inmediata de los planes de respuesta y las medidas de compensación respectivas.

A continuación, se describirán aquellos que se considera serán residuales.

a) **Ruido y vibraciones**: estos impactos no podrán ser prevenidos o mitigados, pues no hay forma de reducir el ruido y vibraciones provocadas por la operación de la maquinaria y equipo de construcción y de los vehículos automotores durante las actividades de desarrollo del proyecto principalmente durante las etapas de construcción de la CDFIS y la operación de la misma con el depósito de materiales.

b) **Contaminación por residuos sólidos**: Se trata de un impacto residual porque se seguirá dando durante toda la vida útil del proyecto, los cuales son generados prioritariamente por el personal laboral en la CDFIS.

c) **Contaminación por aguas residuales**: Al igual que el impacto anterior, éste se dará durante toda la construcción y operación de la CDFIS por acción de los empleados.

d) **Contaminación a la atmósfera**: La contaminación de la atmósfera a nivel puntual principalmente por emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero Se trata de un impacto residual porque a pesar de que se lleve a cabo la aplicación de medidas de mantenimiento preventivo y correctivo estas se generarán y se incorporarán a los componentes del entorno.

e) **Cambio de uso de suelo**: Este impacto también se considera residual toda vez que en el largo plazo el uso del suelo en el predio de la CDFIS se modificará en forma permanente de tratarse de una fracción de uso principalmente minero a uno de un sitio de confinamiento de suelo contaminado y escombros.

VII. PRONÓSTICO AMBIENTAL.

A fin de poder describir los escenarios ambientales del sitio que pretende ser ocupado por el proyecto motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental para la construcción y operación de una CDFIS de suelo contaminado y escombros, con el fin de conocer el impacto que se generará por la implementación del mismo, se consideraron 3 escenarios propuestos mismos que son los enlistados a continuación:

a) El sitio del proyecto en su estado original;

b) El sitio con el proyecto sin llevar a cabo las medidas de prevención y mitigación, y

c) El sitio con el proyecto tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación propuestas en el CAPÍTULO VI del presente estudio.

Conforme lo anterior, a continuación, se describen los resultados pronosticados para los Escenarios en mención:

VII.1. Pronóstico de los Escenarios.

- **Escenario 1. Sitio del proyecto en su Estado Original.**

El sitio del proyecto seleccionado para el desarrollo de la CDFIS en el que se pretende llevar a cabo el depósito y confinamiento de suelo contaminado y escombros de construcción correspondientes a remanentes abandonados de anteriores actividades de aprovechamiento minero en la actualidad presenta un uso de suelo indeterminado desprovisto de vegetación en un entorno en el que prevalece los usos de suelo forestal y minero; en el supuesto de que el proyecto propuesto no se llevara cabo se esperaría predio seleccionado con el paso del tiempo recuperaría en forma paulatina la vegetación al contar con suelo y un sustrato que, aunque limitado, podría brindar las condiciones para recuperar la cobertura correspondiente integrándose al paisaje y continuidad de los servicios ambientales que en la actualidad brinda el entorno. En función a lo anteriormente descrito y considerando que dado que no se contaría con la infraestructura para la disposición final que brindaría la Celda que se pretende construir, el suelo contaminado con metales pesados que se encuentran a nivel superficial y expuestos al ambiente continuarían en el tiempo, pudiendo generarse impactos ambientales

adversos tanto para los recursos naturales así como para el entorno socioeconómico, entre los cuales podrían enumerarse la contaminación de estratos subterráneos en la zona, el arrastre de los componentes tóxicos hacia los cauces y escurrimientos pudiendo migrar, conforme a la hidrología del área hasta la zona urbana de la ciudad de Zacatecas, la dispersión de polvos con componentes tóxicos lo que ampliaría el rango de alcance y disponibilidad de los mismos hacia otros sitios fuera del predio Chiripa – La Gloría con los riesgos que esto implicaría tanto para el ambiente como a las personas que pudieran ser expuestas; este escenario se considera adverso e indeseable en el tema ambiental considerando que, el proyecto propuesto tiene como objetivo central resolver un problema latente en materia ambiental que debe ser atendido con prontitud dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente en materia ambiental y de manejo de residuos que pueden tener características peligrosas.

- **Escenario 2. Sitio con el proyecto sin implementación de medidas de prevención y mitigación de impactos.**

El proyecto CDFIS, conforme a los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales arrojó que es factible el que se generaran modificaciones al ambiente principalmente puntuales de alcance limitado en las cercanías del sitio tanto en las etapas de preparación del sitio, así como durante la construcción y operación de la citada Celda.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción sí no se implementarán las medidas de prevención, control y compensación de impactos ambientales podría generarse contaminación el suelo por la generación y disposición inadecuada tanto de residuos sólidos como de residuos líquidos de tipo sanitario, así como incremento en los niveles de ruido, la emisión de partículas a la atmósfera, así como la afectación al suelo y a la hidrología del sitio entre otros. Dichos impactos tendrían un impacto significativo adverso para el ambiente dado la superficie y alcance que plantea el proyecto en estudio.

Para la etapa de construcción de la CDFIS los impactos ambientales identificados para la preparación del sitio se incrementarían en alcance e importancia en función a la cantidad de actividades que se tienen contempladas para su realización durante esta etapa, por lo que a los impactos anteriormente descritos podrían presentarse en forma adicional la posible afectación a la fauna y flora en el área, la eliminación de la cubierta edáfica y los estratos subterráneos en el sitio del proyecto, el arrastre de materiales edáficos sobre los escurrimientos y cauces existentes, entre otros aspectos adversos que deben contemplar medidas de mitigación y control para reducir las afectaciones a los recursos y elementos naturales indicados.

Durante la operación se generarían los impactos ambientales más significativos ya que esta etapa contempla la extracción su lugar de ubicación y el depósito de los suelos contaminados con metales pesados en la celda construida para tal efecto, para la cual sino se implementarán las medidas correspondientes para impermeabilizar el sitio y no se desarrollan los medios para monitorear la posible generación de lixiviados y, de igual manera, los materiales a confinar no son previamente estabilizados e inmovilizados con cemento se tendría un riesgo significativo de contaminación al subsuelo y, con una baja probabilidad, al acuífero, siendo esto un escenario totalmente indeseable que no le daría viabilidad al proyecto presentado para evaluación.

- **Escenario 3. Sitio con el proyecto con la implementación de medidas de mitigación.**

Para el desarrollo del proyecto CDFIS se prevendrían y minimizarían los impactos ambientales asociados a dichas actividades mediante la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación descritas en el Capítulo V de este Manifiesto de Impacto Ambiental y a través de buenas prácticas de operación, por lo que se disminuirá en forma significativa la cantidad de emisiones a la atmósfera que son susceptibles de generarse, la afectación al sistemas de escorrentías en el predio Chiripa – La Gloria, la contaminación generada por los residuos que serán generados y, prioritariamente, minimizar los impactos derivados del manejo y disposición final de los materiales que serán canalizados hacia la CDFIS, asegurándose que estos se confinarían de manera segura y ambientalmente viable

garantizando que estos permanecerán aislados a nivel subsuelo con materiales impermeables que los contendrán a largo plazo evitando su exposición nociva al ambiente tanto para estos como para los lixiviados que pueden generarse en el tiempo. Bajo lo anterior, el pronóstico de este escenario es favorable a nivel ambiental toda vez que se reducirían de manera significativa los niveles de contaminación por metales pesados en el predio Chiripa – La Gloria mediante la eliminación y confinamiento seguro de los materiales (suelo y escombros) que generan dicha condición aislándolos de un entorno susceptible hacia un entorno controlado y confinado para eliminar el riesgo de exposición al medio natural y socioeconómico de la zona, lo que generará importantes beneficios al entorno al remediar y eliminar los elementos contaminantes existentes.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

El programa de vigilancia ambiental contempla las medidas o acciones de control, prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente estudio de impacto ambiental, además se contemplarán las medidas dictadas por la autoridad (SEMARNAT) en la Autorización o Resolución de Impacto Ambiental correspondiente y aquellas que pudieran surgir durante el desarrollo del proyecto.

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivos:

- Establecer la técnica de evaluación de las medidas de prevención y mitigación propuestas para los posibles impactos ambientales generados en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales del proyecto.
- Identificar los posibles impactos no detectados en el estudio de impacto ambiental y establecer medidas para su reducción o eliminación.
- Establecer la periodicidad de los informes para la autoridad competente.

- El programa incluye los tiempos de ejecución y las áreas de responsabilidad, los periodos de vigilancia son antes, durante y después de la puesta en marcha del proyecto CDFIS:

Tabla 52. Programa de Vigilancia Ambiental.

Etapa del Proyecto	Medidas Preventivas y de Mitigación	Frecuencia de Verificación	Evidencia de Cumplimiento
Construcción	Humidificación con agua tratada de reusó de las áreas de extracción de materiales pétreos, carga y transporte a efecto de evitar el arrastre de materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico
	Evitar la ocupación y paso con maquinaria sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico
	Habilitación de sanitarios portátiles trabajadores que serán rentados a una empresa especializada para su operación y limpieza permanente	Semanalmente durante esta etapa	Contrato de prestación de servicios con empresa especializada y reportes de limpieza y reposición de sanitarios
	Segregación adecuada de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Semanalmente	Reporte de verificación con fotografías
	Destino final adecuado de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Semanalmente	Documentos de autorización del Prestador de servicios contratado y Manifiesto de entrega-transporte–recepción
	Limpieza de las áreas de trabajo	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico
	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Maquinaria, Equipos y Vehículos Automotores	Semanalmente	Ordenes de servicios, acervo fotográfico
	Adquisición de Equipo de Protección Personal, Contra Incendio, de Primeros Auxilios, de Descontaminación, etc.	Mensualmente o según lo que se defina, a partir del mes de inicio de operaciones, y de acuerdo al programa que se establezca para ese fin	Programa de adquisición permanente
Operación	Humidificación con agua tratada de reusó de las áreas de depósito de materiales a efecto de evitar el arrastre de	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico.

Tabla 52. Programa de Vigilancia Ambiental.

Etapa del Proyecto	Medidas Preventivas y de Mitigación	Frecuencia de Verificación	Evidencia de Cumplimiento
	materiales por pendiente hacia los cauces naturales intermitentes existentes en el área del proyecto		
	Evitar la ocupación y paso con maquinaria sobre los cauces naturales y escurrimientos para evitar la aportación de materiales solidos sobre los mismos	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico.
	Habilitación de sanitarios portátiles trabajadores que serán rentados a una empresa especializada para su operación y limpieza permanente	Semanalmente durante esta etapa	Contrato de prestación de servicios con empresa especializada y reportes de limpieza y reposición de sanitarios.
	Segregación adecuada de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Semanalmente	Reporte de verificación con fotografías.
	Destino final adecuado de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Semanalmente	Documentos de autorización del Prestador de servicios contratado y Manifiesto de entrega-transporte–recepción
	Limpieza de las áreas de trabajo	Diariamente durante esta etapa	Bitácora de supervisión y acervo fotográfico.
	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Maquinaria, Equipos y Vehículos Automotores	Semanalmente	Ordenes de servicios, acervo fotográfico
	Adquisición de Equipo de Protección Personal, Contra Incendio, de Primeros Auxilios, de Descontaminación, etc.	Mensualmente o según lo que se defina, a partir del mes de inicio de operaciones, y de acuerdo al programa que se establezca para ese fin.	Programa de adquisición permanente
Clausura	Mantenimiento de la estabilidad estructural de la CDFIS	20 años	Bitácora de mantenimiento, acervo fotográfico de las acciones realizadas
	Monitoreo de lixiviados de la CDFIS	20 años	Bitácora de resultados, registros de laboratorio acervo fotográfico de los resultados obtenidos

Tabla 52. Programa de Vigilancia Ambiental.

Etapa del Proyecto	Medidas Preventivas y de Mitigación	Frecuencia de Verificación	Evidencia de Cumplimiento
	Plantación de especies nativas en el sitio	20 años	Bitácora de mantenimiento de la plantación, acervo fotográfico de los avances de la supervivencia y consolidación

VII.3. Conclusiones.

El desarrollo de proyectos y acciones que pretendan la disposición final de materiales y residuos de cualquier naturaleza ya sea doméstica, industrial, comercial y otros genera expectativas diametralmente opuestas que responden a la percepción de las alteraciones que pueden ocasionar no solo al ambiente sino a las sociedades que pudieran convivir directa o indirectamente con este tipo de actividades. Por una parte, sobresale la contaminación ambiental de sitios que de manera indiscriminada se han utilizado para la disposición inadecuada de residuos que afecta no solo al suelo, sino también a la fauna, a al aire, a los recursos hídricos, así como a las poblaciones que convivan con ellos. En el otro contexto, la disposición de residuos y materiales mediante el confinamiento subterráneo de los mismos es una práctica que en la actualidad se encuentra ampliamente regulada en nuestro país existiendo para esto leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y lineamientos que acotan la viabilidad de este tipo de proyectos y dan certidumbre a esta solución de ingeniería para realizar un manejo legal y responsable del destino final de remanentes que ya no es posible, en las condiciones tecnologías actuales y/o en el ámbito económico, llegar a su recuperación nuevamente como materia prima de otro proceso productivo similar o diferente al que lo generó.

Conforme al análisis en materia de impacto ambiental llevado a cabo para el proyecto CDFIS, fueron identificados diferentes impactos ambientales derivados principalmente del acondicionamiento, construcción y ocupación del predio seleccionado, así como de la disposición final de los materiales contaminados y escombros generados por el sector minero descritos con anterioridad que será la actividad prioritaria del proyecto. En la evaluación realizada impactos hacia el suelo por el retiro de la cubierta edáfica y los estratos geológicos subterráneos serán, entre otros, aspectos que no podrán ser mitigados al considerarse como de importancia Severas. En contraparte, será utilizado un predio que presenta un deterioro ambiental significativo tanto en suelo y vegetación toda vez que este fue anteriormente afectado, siendo uno de los objetivos prioritario de este proyecto, la restauración y rehabilitado para reintegrarlo lo más posible a sus condiciones y

características ambientales originales, esto a través de un Programa de Monitoreo y Mantenimiento.

Por otra parte, es importante señalar que, aunque existen impactos ambientales inevitables, contará con alternativas y medidas necesarias para compensarlos y mitigarlos.

La calidad y naturalidad en el sistema ambiental no se verá afectada de forma significativa, ya que la superficie del proyecto (0.5 has) sólo representa el 0.0077 % de la del sistema ambiental (6,440.07 has), por lo que los impactos serán muy localizados, limitados al predio del proyecto, y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos, se reducirán los efectos de éstos sobre los factores bióticos y abióticos.

Asimismo, la realización del proyecto brindará una ventaja estratégica sumamente importante al fortalecer la capacidad de la industria minera para el manejo de residuos que son generadas por el aprovechamiento de recursos naturales. La CDFIS proporcionará el servicio y medio necesario y legal para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente que determina la adecuada disposición final materiales contaminados y que en la actualidad no son útiles, así como promover diversos beneficios ambientales entre los que se incluyen:

a) Reducción y mitigación de la contaminación al aire, agua y suelo generada por el manejo inadecuado de residuos generados por el sector minero.

b) El desarrollo de infraestructura en materia de disposición final de residuos de naturaleza minera.

c) El fomento a la salud de la población al contar con un medio adecuado para la disposición final adecuada de los materiales indicados.

d) El cumplimento de la legislación ambiental en la materia;

entre otros.

Con base en lo anterior, así como en las condiciones ambientales descritas, las actividades a desarrollar, la evaluación e identificación de impactos ambientales, así como en las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, el proyecto denominado CDFIS es

VIABLE en su realización toda vez que se considera que la mayor parte de los impactos identificados podrán ser mitigados al ser de importancia Moderada y, los beneficios para el entorno derivados del retiro de las fuentes de contaminación por metales y metaloides de suelos mineros serán mayores tanto para el ambiente natural como para el medio socioeconómico.

VIII. LISTADO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA (ANEXOS).

ANEXO LEGAL

1. **Comprobante de Pago (Anexo 1.1).**
2. **Tabla de Cálculo de Montos de Pago (Anexo 1.2).**
3. **Carta Autorización para Oír y Recibir Notificaciones Vía Correo Electrónico (Anexo 1.3).**
4. **Responsable Técnico del Estudio.**
   - **Carta Bajo Protesta de Decir Verdad (anexo 1.4.1).**
   - **Curriculum y Documentos Probatorios (anexo 1.4.2).**
5. **Acta Constitutiva de la empresa y Registro Federal de Contribuyentes (Anexo 1.5)**
6. **Acreditación Legal del Predio del proyecto (Anexo 1.6).**
7. **Acreditación de Representante Legal de la Empresa (Anexo 1.7).**
8. **Identificación Oficial del Representante Legal (Anexo 1.8).**

ANECTO TÉCNICO

9. **Resumen Ejecutivo (Anexo 02).**
10. **Planos del Proyecto (Anexo 14).**
11. **Cartografía Utilizada (Anexo 03).**
12. **Estudio Geoeléctrico y Geohidrológico (Anexo 04).**
13. **Estudio Geotécnico (Anexo 05).**
14. **Muestreo de Agua Superficial (Anexo 06).**
15. **Muestreo de Agua Subterránea (Anexo 07).**

16. Muestreo de Detalle (Anexo 08).

17. Muestreo Diciembre 2015 (Anexo 09).

18. Muestreo Exploratorio (Anexo 10).

19. Acervo Fotográfico (Anexo 11).

20. Constancia de Compatibilidad Urbanística (Anexo 12).

21. Resolución de la PROFEPA (Anexo 13).

22. Copias Electrónicas del Manifiesto de Impacto Ambiental (Anexo 1.9)

23. Copia Electrónica del Manifiesto de Impacto Ambiental (Versión Consulta Pública) (Anexo 1.10).

IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Actividad peligrosa: Conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo que generan condiciones inseguras y sobreexposición a los agentes químicos capaces de provocar daños a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos llevada a cabo por el hombre a través de la remoción parcial o total de la vegetación.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Daño Ambiental: Aquel que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un equilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesivas del ecosistema.

Desequilibrio Ecológico Grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Disposición final de residuos: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Duración: El tiempo que persiste el impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Lixiviado: Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

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

Manifestación de Impacto Ambiental: La LGEEPA la define como "…el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo".

Medidas de compensación: Conjunto de las acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compasar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema económico (incluido los aspectos culturales) de la región donde se pretende realizar el proyecto.

X. REFERENCIAS.

Aranda Sánchez, J.M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México.

Canter, L.W., 1977. Environmental Impact Assessment. Mc.Graw-Hill. New York

CONABIO (2008), Capas de clima, temperatura y precipitación.

CONANP (2015). Carta de Áreas Naturales Protegidas de México.

CONAGUA. (2010). Presentación de los Resultados de los Estudios Técnicos de los Acuíferos: Valle de Aguascalientes (0101), Estado de Aguascalientes; Encarnación (1422), Estado de Jalisco; Ojocaliente (3212), Estado de Zacatecas. [Archivo Electrónico].

CONAGUA (2014) Hidrología Subterránea (Acuíferos).

Conesa Fernández-Vítora, V. Guía Metodológica para la evaluación de Impacto Ambiental, Mundi-Prensa Libros, S.A.

Diario Oficial de la Federación, (2018). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Calera (3225), Estado de Zacatecas.

Gobierno del Estado de Zacatecas, 2017, Plan Estatal de Desarrollo 2017 -2021, Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas [Archivo Electrónico].

Gobierno del Estado de Zacatecas, 2017, Programa de Desarrollo de la Región I Centro 2017 -2021, Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas [Archivo Electrónico].

Gobierno del Estado de Zacatecas- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), 2012, Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio de Zacatecas (PEDUyOTZ), [Archivo Electrónico].

Gobierno del Estado de Zacatecas- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), 2014, Programa Regional de Ordenamiento Territorial Región Centro que abarca los municipios de Fresnillo, Gral. Enrique Estrada, Calera, Morelos, Pánuco, Vetagrande, Zacatecas, Guadalupe, Trancoso y Genaro Codina (PROT), [Archivo Electrónico].

Gobierno del Estado de Zacatecas, 2010, Programa Subregional de Ordenamiento Territorial Zacatecas, Presidencias Municipales de Calera, Fresnillo, Gral. Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Vetagrande, Zacatecas [Archivo Electrónico].

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª Edición. España.

INEGI, Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010.

INEGI, Conteo de Población 1995 y 2005.

INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

INEGI, Prontuario de Información Geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Lerma, Clave Geo estadística 15051, 2009.

INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de Ocoyoacac, México, 2009.

INEGI, (2013). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, México.

INEGI, (2014). Carta Fisiográfica 1:250,000, México.

INEGI, (2014). Carta Geológica 1:250,000, Serie I. México.

INEGI, (2014). Carta Topográfica 1:250,000, Serie II. México.

INEGI, (2014). Marco Geoestadístico Estatal, México.

INEGI, Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie V.

Kiely, Gerard. Evaluación del Impacto Ambiental, Mac Graw Hill, 1999.

Leopold, A.S. 1990. Fauna silvestre de México. Editorial Pax. México, D.F.

Ley de Aguas Nacionales. Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2016.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1998, Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2019.

Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2018.

NORMAS MEXICANAS

- ✓ **NMXAA-132-SCFI-2006,** Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

- ✓ NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- ✓ NOM-041-SEMARNAT-2015; Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

- ✓ NOM-045-SEMARNAT-2017; Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- ✓ NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- ✓ NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- ✓ NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- ✓ NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- ✓ NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.
- ✓ NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.
- ✓ NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

Presidencia de la República, 2019, Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, México, [Archivo Electrónico].

Presidencia Municipal de Zacatecas, 2019, Plan Municipal de Desarrollo Zacatecas 2019-2021, Secretaría de Planeación, [Archivo Electrónico].

Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014, [Archivo Electrónico].

REPDA (2015), Pozos de Agua.

Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), [Archivo Electrónico].

U.S. Environmental Protection Agency, «Best Management Practices for Soils Treatment Technologies,» Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C., 1997

Ligas de internet:

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6403/(7)Tristan.pdf (Consulta realizada el 20 de mayo de 2020).

http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/programas/Programa%20Subregional%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20Zacatecas.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

http://cit.zacatecas.gob.mx/documentos/PROT%20ECONOMIA/32PROT-CENTRO-COLMEX-06-09-2016.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

http://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/PLAN-ESTATAL-DE-DESARROLLO-2017-2021-PERIODICO.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5572271&fecha=13/09/2019

http://gaceta.capitaldezacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/PMD-2019-2021.pdf (Consulta realizada el 17 de junio del 2020).

http://ntrzacatecas.com/2020/03/31/inician-operaciones-en-segunda-celda-de-relleno-sanitario (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

http://transparenciacloud.zacatecas.gob.mx/index.php/s/lHGM5U7TWMG4Xil#pdfviewer (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/ (Consulta realizada el 17 de junio del 2020).

http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/ (Consulta realizada el 17 de junio del 2020).

http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/ (Consulta realizada el 17 de junio del 2020).

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tmapa.html (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tnoreste.html (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf (Consulta realizada el 25 de junio del 2020).

http://www.issrc.org/ive/ (Consulta realizada el 11 de junio del 2020).

http://www.seduzac.gob.mx/estadistica/municipios/municipios.php (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/PROGRAMA%20ESTATAL.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

https://indyce.zacatecas.gob.mx/pdf/Programa%20de%20Desarollo%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20I%20Centro%202017-2021.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf (Consulta realizada el 22 de junio del 2020).

https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3225.pdf (Consulta realizada el 30 de mayo del 2020).

https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg (Consulta realizada el 11 de junio del 2020).

https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv (Consulta realizada el 17 de junio del 2020).

https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/ (Consulta realizada el 10 de junio del 2020).