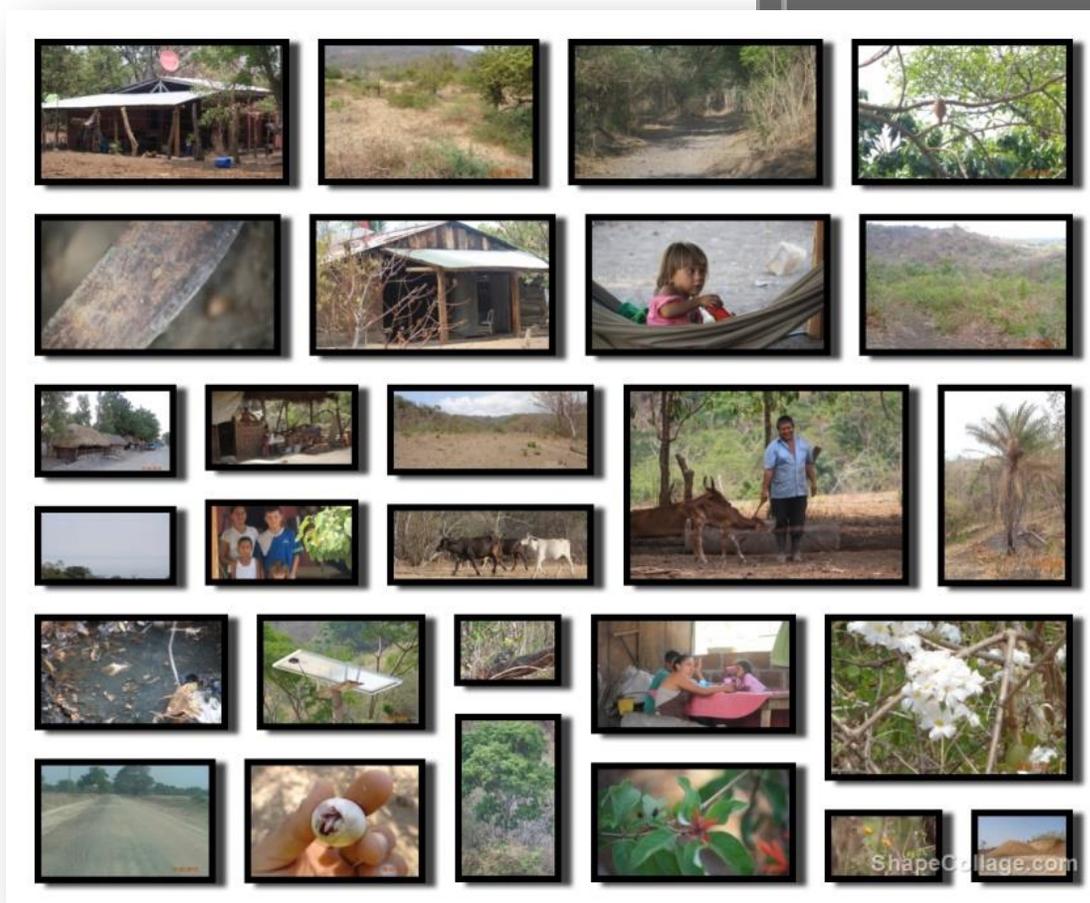




“Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina-Fase Perforación Exploratoria”.



Estudio de Impacto Ambiental

Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A.

Consultoría: Estudio de Pre-Factibilidad para el proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina

Contrato No.:	SBCC-007-2012-PNESER MEM-PNESER
Título:	Estudio de Impacto Ambiental en el marco del Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. (Decreto 76-2006 e instrumentos complementarios)
Fecha:	07 Septiembre 2015
Cliente:	ENATREL
Autor:	ACN

Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A.
(ACN)
Reparto Las Cañadas, Casa N-17
Managua, Nicaragua
T +505 22701046
F +505 22700261
www.grupoaci-acn.com

Contenido

	SIGLAS O ACRONIMOS	10
	FICHA TECNICA DEL PROYECTO	12
	RESUMEN	13
I.	INTRODUCCION	17
II.	MARCO LEGAL	18
2.1.	Instrumentos jurídicos vinculantes al proyecto	18
2.2.	Estatus de los requisitos legales y permisos de otra índole relacionados con el proyecto	33
III.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	36
3.1.	Ubicación del proyecto	36
3.2.	Macrolocalización	45
3.3.	Microlocalización	50
3.4.	Objetivos.....	51
3.4.1.	Objetivo General del Proyecto.....	51
3.4.2.	Objetivos Específicos del Proyecto.....	51
3.1.3.	Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental	52
3.5.	Justificación del proyecto tomando en cuenta la selección del área de interés.....	52
3.6.	Monto total de la inversión.....	56
3.7.	Generación de fuentes de empleo.....	56
3.8.	Cronograma de trabajo.....	58
3.9.	Descripción técnica del proyecto	59
3.9.1.	Componentes del Proyecto.....	59
3.9.2.	Distancias de separación entre plataformas y obras de interés o áreas de importancia ecológica.....	63
3.9.3.	Resultados de los estudio de prospección geológica-geofísica realizados previamente en el emplazamiento del Proyecto.....	65
3.9.4.	Diseño y características de las plataformas y pozos exploratorios	69
3.9.5.	Descripción de la tecnología de perforación y sus componentes	73
3.9.6.	Procedimiento de traslado e instalación de las plataformas de perforación	79
3.9.7.	Obras temporales requeridas por el Proyecto	80
3.9.8.	Actividades de preparación de terreno para la instalación de las plataformas.....	85
3.9.9.	Descripción de caminos de acceso.....	87
3.9.10.	Controles operativos a realizar durante la perforación exploratoria	92
3.9.11.	Plan de trabajo de las labores de exploración	95

3.9.12.	Lista de equipos y maquinaria a utilizar en el Proyecto	96
3.10.	Etapa de perforación exploratoria.....	99
3.10.1.	Demanda de energía	103
3.10.2.	Demanda de agua.....	103
3.10.3.	Demanda de insumos.....	108
3.10.4.	Consumo de materiales.....	109
3.10.5.	Consumo de hidrocarburos, aceites.	111
3.10.6.	Manejo de las aguas pluviales.....	111
3.10.7.	Generación de residuos sólidos en la etapa de exploración	111
3.10.8.	Generación de desechos líquidos (domésticos e industriales)	114
3.10.9.	Generación de emisiones gaseosas.....	116
3.10.10.	Medidas de Seguridad (señalización).....	117
3.11.	Etapa de cierre	119
IV.	LIMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	120
4.1.	Área de influencia directa	120
4.2.	Área de influencia indirecta	122
V.	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	123
5.1.	Medio abiótico.....	123
5.1.1.	Geología.....	123
5.1.2.	Geomorfología.....	125
5.1.3.	Suelos	126
5.1.4.	Clima	131
5.1.5.	Calidad de Aire.....	133
5.1.6.	Hidrología Superficial e Hidrogeología	135
5.2.	Medio biótico.....	170
5.2.1.	Flora	170
5.2.2.	Fauna	183
5.2.3.	Paisaje.....	189
5.2.4.	Medio Socioeconómico	190
VI.	IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	192
6.1.	Descripción de la metodología para el análisis de impactos ambientales	193
6.1.1.	Métodos de Expertos.....	193
6.1.2.	Matriz de lista de chequeo	194
6.1.3.	Valoración de importancia de los impactos ambientales identificados.....	200

6.2.	Identificación de los impactos ambientales.....	203
6.3.	Predicción mediante valoración cruzada de los impactos ambientales a esperarse	208
6.4.	Evaluación y análisis de los impactos ambientales	212
6.4.1.	Fase de preparación de sitio, apertura de camino y montaje de plataformas	212
6.4.2.	Fase de funcionamiento y mantenimiento.....	232
6.4.3.	Fase de abandono	244
VII.	PRONOSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	249
VIII.	IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO	258
7.1.	Metodología para analizar los riesgos del proyecto.....	259
7.1.1.	Análisis de la amenaza.....	261
7.1.2.	Análisis de la Vulnerabilidad	268
7.1.3.	Análisis del riesgo	273
IX.	IDENTIFICACIÓN Y selección DE MEDIDAS AMBIENTALES	275
X.	PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA).....	286
10.1.	Plan de Contingencia Ambiental	288
10.2.	Plan de manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares	295
10.3.	Plan de manejo de manejo de residuos líquidos	309
10.4.	Plan de prevención y promoción en materia de higiene y seguridad del trabajo.....	314
10.5.	Plan de manejo de aguas pluviales.....	329
10.6.	Plan de Reforestación	331
10.7.	Plan de capacitación y educación ambiental	335
10.8.	Plan de monitoreo ambiental.....	340
10.9.	Plan de control de emisiones atmosféricas	344
10.10.	Plan de manejo de residuos sólidos.....	352
10.11.	Plan de manejo de hidrocarburo	363
10.12.	Plan de manejo de equipos	371
XI.	CONCLUSION	375
XXI.	BIBLIOGRAFÍA	376

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Instrumentos legales a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Normativa Internacional de obligatorio.	18
Cuadro 2: Instrumentos legales y administrativos a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Normativa Nacional Ambiental. Obligatorio cumplimiento.	18
Cuadro 3: Instrumentos legales y administrativos a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Seguridad e Higiene Ocupacional y otros.	19
Cuadro 4: Estado del trámite de licencias, avales y demás	34
Cuadro 5: Propiedad privada y pase de servidumbre	35
Cuadro 6: Coordenadas de los componentes del Proyecto	38
Cuadro 7. Infraestructura existente en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto.	43
Cuadro 8. Polígono de delimitación del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina según Plan de Manejo aprobado.	46
Cuadro 9. Efectos sobre la salud y el medio ambiente de las emisiones de las centrales eléctricas convencionales a base de combustible fósil.	56
Cuadro 10. Personal a ser empleado durante la etapa de operación y mantenimiento.	57
Cuadro 11. Configuración de jornada laboral propuesta	58
Cuadro 12. Obras de interés o áreas de importancia ecológica identificadas para seguimiento y monitoreo ambiental.....	64
Cuadro 13. Parámetros de diseño del pozo de diámetro reducido.....	71
Cuadro 14. Características del motor turbo diesel Cummins de 6 cilindros.	84
Cuadro 15. Volumen de suelo fértil a remover.....	86
Cuadro 16. Puntos críticos de la ruta de acceso Alternativa 2.....	90
Cuadro 17. Equipo para la construcción de caminos y plataformas.....	97
Cuadro 18. Fuentes potenciales de abastecimiento de agua propuestas por la Alcaldía de El Viejo.	106
Cuadro 19. Muestra de agua de la fuente La Piscina Potosí del lado Este de Cosigüina..	107
Cuadro 20. Consumos de sustancias químicas.....	108
Cuadro 21. Estimación del material de construcción para cada plataforma.	109
Cuadro 22. Bancos de préstamo de material selecto en la zona de amortiguamiento de la Reserva.	109
Cuadro 23. Consumo de combustibles y lubricantes.....	111
Cuadro 24. Composición típica del lodo de perforación.	115
Cuadro 25. Volumen de generación estimada de aguas residuales sanitarias	115
Cuadro 26. Características de aguas residuales en la bibliografía.....	116
Cuadro 27. Caracterización de aguas residuales.....	116
Cuadro 28. Contenido promedio de gases no-condensables en campos geotérmicos de Nicaragua.	117
Cuadro 29. Distribución de Uso Actual en el Área Protegida.	127

Cuadro 30. Distribución de Uso Actual en el Área de Amortiguamiento Terrestre, donde tiene incidencia indirecta el Proyecto de exploración geotérmica.	127
Cuadro 31. Concentraciones de los contaminantes muestreados en el sitio de línea de base.....	134
Cuadro 32. Informe de análisis químico	135
Cuadro 33. Fuentes Termales Este. Lodo Podrido y El Chorro	139
Cuadro 34. Fuentes Termales Este. El Chorro	139
Cuadro 35. Fuentes Termales Este. Las Batidoras 2.....	140
Cuadro 36. Fuentes Termales Este. Muelle de Potosí.....	140
Cuadro 37. Fuentes Termales Este. El Mojado.	140
Cuadro 38. Fuentes del Cráter Cosigüina y Volcán San Juan. Agua Caliente Laguna del Cráter.....	141
Cuadro 39. Fuentes del Cráter Cosigüina y Volcán San Juan. Quebrada Agua Agria.....	142
Cuadro 40. Resultado de la caracterización química realizada.	145
Cuadro 41. Resultado de la caracterización química realizada.	157
Cuadro 42. Listado de especies observadas durante el estudio.....	182
Cuadro 43. Niveles de Formación Educativa de la Población de El Capulín	190
Cuadro 44. Actividades Económicas de la Población de El Capulín	191
Cuadro 45. Consumos de sustancias químicas.....	297
Cuadro 46. Reactivos según color de banda asignada.....	300
Cuadro 47. Descripción Baroid bentonita pellets	300
Cuadro 48. Descripción Ez Mud	301
Cuadro 49. Descripción Penetrol.....	302
Cuadro 50. Descripción Quik Gel	303
Cuadro 51. Descripción Quik trol.....	303
Cuadro 52. Descripción Poly-plus	304
Cuadro 53. Descripción Polyswell	304
Cuadro 54. Descripción Soda Ash	305
Cuadro 55: Implantación de medidas ambientales de control de emisiones en la etapa de construcción del Proyecto.....	350
Cuadro 56: Implantación de medidas ambientales en la etapa de operación del Proyecto con relación al control de emisiones.....	350
Cuadro 57: Implantación de medidas ambientales en la etapa de cierre del Proyecto con relación a monitoreo de emisiones.	351
Cuadro 58: Implantación de medidas ambientales en la etapa de construcción del Proyecto con relación a los residuos sólidos.....	357
Cuadro 59: Implantación de medidas ambientales en la etapa de operación del Proyecto con relación a los residuos y desechos sólidos.	360

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del Proyecto.	37
Figura 2: Ubicación de las plataformas de perforación exploratoria(A, B, C)	38
Figura 3. Vista panorámica del entrono plataforma A.	42
Figura 4. Vista panorámica del entrono plataforma B.	42
Figura 5. Vista panorámica del entrono plataforma C.	43
Figura 6. Zonificación del Área Protegida y la ubicación de las plataformas de perforación.	47
Figura 7. Mapa de macrolocalización del Proyecto.	50
Figura 8. Mapa de Microlocalización del Proyecto.	51
Figura 9. Cronograma de trabajo. Diagrama de Grantt.	59
Figura 10. Red vial existente en la zona de influencia del Proyecto.....	62
Figura 11. Ubicación de infraestructura en el área de influencia del Proyecto.....	65
Figura 12. Mapa geológico-estructural 1:50.000 de la península de Cosigüina y perfil.	66
Figura 13. Mapa Geológico 1:50.000 de la Península de Cosigüina.....	67
Figura 14. Mapa geológico en el área de las Plataformas.....	68
Figura 15. Esquema de la plataforma de perforación con sus principales componentes.	69
Figura 16. Diagrama de perforación de pozo.....	72
Figura 17. Perforadora Christensen CS-500.	73
Figura 18. Elementos principales del sistema de perforación.	74
Figura 19. De izquierda a derecha: (1) Acumulador de Aceite Hidráulico de encendido automático. Tanques de nitrógeno a 3000 psi. (2) BOP (Ram) (para tubería PQ). (3) BOP anular (tuberías de 1 a 5 “). (4) Válvula de cierre para control de erupciones de pozo. (5) Llave de Seguridad. (6) Caja Central de electricidad para activación de acumulador.	77
Figura 20. Letrina ecológica portátil para el control de las aguas residuales sanitarias.....	81
Figura 21. Diseño de contrapozo.....	83
Figura 22. Caminos existentes.	88
Figura 23. Trazado topográfico Alternativa de acceso 2.....	90
Figura 24. Esquema constructivo descarga de pozo.	95
Figura 25. Detalles de la fuente La Piscina de Potosí. Uso comunal.	105
Figura 26. Mapa de propuesta de fuente de abastecimiento de agua para el Proyecto.	106
Figura 27. Banco del Sr. Juan Guardado.	110
Figura 28. Mapa de ubicación de bancos de material selecto, zona de amortiguamiento de la Reserva.	110
Figura 29. Mapa de área de influencia directa del Proyecto.	122
Figura 30. Mapa estructural y fotografías de estructuras observadas en campo, en círculo el área de influencia del Proyecto.....	124

Figura 31. Mapa de pendientes del suelo en el área de influencia directa del Proyecto.....	126
Figura 32. Mapa de Uso de Suelo Actual en el área de influencia del Proyecto.....	128
Figura 33. Mapa de uso potencial del suelo en el área de influencia del Proyecto.	130
Figura 34. Mapa de erosión del suelo en el área de influencia del proyecto.....	131
Figura 35. Datos históricos de precipitación mensual en Chinandega, la Hacienda Cosigüina y Choluteca (Honduras).....	132
Figura 36. Datos históricos de evaporación de pana diaria en Chinandega.....	133
Figura 37. Mapa de sub-cuencas identificadas.....	137
Figura 38. Fotografías del ojo de agua Quebrada Agua Agria, momento de la toma de muestra simple y condiciones del entorno.....	144
Figura 39. Comparación del pH con valor guía Quebrada Agua Agria	146
Figura 40.comparación de conductividad eléctrica con valor guía Quebrada Agua Agria	146
Figura 41. Comparación de Calcio con valor guía Quebrada Agua Agria	146
Figura 42. Comparación de Magnesio con valor guía Quebrada Agua Agria	147
Figura 43. Comparación de Manganeseo con valor guía Quebrada Agua Agria	147
Figura 44. Comparación de Potasio con valor guía Quebrada Agua Agria	148
Figura 45. Comparación de Sodio con valor guía Quebrada Agua Agria	149
Figura 46. Comparación de Amonio con valor guía Quebrada Agua Agria	149
Figura 47. Comparación de Cloruros con valor guía Quebrada Agua Agria.....	150
Figura 48. Comparación de Fluoruros con valor guía Quebrada Agua Agria.....	150
Figura 49. Comparación de Sulfatos con valor guía Quebrada Agua Agria	151
Figura 50. Comparación de Solidos Totales Disueltos con valor guía Quebrada Agua Agria	151
Figura 51. Comparación de Oxígeno Disuelto con valor guía Quebrada Agua Agria.....	152
Figura 52. Fotografías de la pila de almacenamiento de agua finca Sr. Efraín Ríos, momento de la toma de muestra simple y condiciones del entorno.	156
Figura 53. Comparación del pH con valor guía obra de captación de agua	158
Figura 54. Comparación de conductividad eléctrica con valor guía obra de captación de agua.....	158
Figura 55. Comparación de Calcio con valor guía obra de captación de agua	159
Figura 56. Comparación de Magnesio con valor guía obra de captación de agua	159
Figura 57. Comparación de Potasio con valor guía obra de captación de agua	160
Figura 58. Comparación de Amonio con valor guía obra de captación de agua.....	161
Figura 59. Comparación de Cloruros con valor guía obra de captación de agua	162
Figura 60. Comparación de Fluoruros con valor guía obra de captación de agua.....	162
Figura 61. Comparación de Sulfatos con valor guía obra de captación de agua.....	163
Figura 62. Comparación de Solidos Totales Disueltos con valor guía obra de captación de agua.....	163

Figura 63. Comparación de Oxígeno Disuelto con valor guía obra de captación de agua	164
Figura 64. Mapa de hidrología del área de influencia del Proyecto.....	170
Figura 65. Tramo cercano a la intersección del camino desde El Viejo hacia Potosí.....	171
Figura 66. Tramo con suelos productivos para maíz, ajonjolí, cacao o plátano.....	172
Figura 67. Área de sabana con presencia de palma pacaña (<i>Sabal mexicana</i>) con presencia de sistemas de pantanos temporales.....	172
Figura 68. Parches de bosque tropical seco esporádicos y vegetación presente en patios y cercas vivas en el camino hacia Potosí.....	173
Figura 69. Primer banco de material selecto visitado.....	174
Figura 70. Segundo banco de material visitado.....	174
Figura 71. Tercer banco de material visitado.....	175
Figura 72. Área de bosque seco tropical reducido a parches de bosques y cercas vivas.....	176
Figura 73. Parche de bosque donde la especie más abundante es el Guácimo de ternero (<i>Guazuma ulmifolia</i>) que se encuentre en el tramo que va hacia la plataforma C.....	177
Figura 74. Bosque que se encuentra en la cuenca hidrográfica que está a unos 100 metros del a plataforma B.	178
Figura 75. Bosque tropical seco típico de partes altas.....	179
Figura 76. Mapa de formaciones vegetales en el área de influencia del Proyecto.....	180
Figura 77. Especies de mamíferos reportados en el área de incidencia directa	184
Figura 78. Especies de reptiles presentes en el área de estudio.....	185
Figura 79. Especies de aves presentes en el área de estudio.....	186
Figura 80. Diagrama representando el proceso de formación de las colonias de <i>A. cephalotes</i> y la regeneración de especies vegetales sobre dichas colonias.....	187
Figura 81. Mosaico de fotografías de aspectos socioeconómicos de la zona de influencia directa e indirecta.....	191
Figura 82. Comparativa de Magnitud de Importancia Calculada vs Ajustada	258

SIGLAS O ACRONIMOS

ACN	Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BCIE	Banco Centroamericano para la Integración Económica
COMUPRED	Comité municipal para la prevención, mitigación y atención de desastres
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora (convención internacional de especies en peligro de extinción)
CNE	Comisión Nacional de Energía
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENATREL	Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica
ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
EPA	United States Environmental Protection Agency (agencia de protección ambiental de los estados unidos)
FMI	Fondo Monetario Internacional
IFC/BM	International Finance Corporation del Banco Mundial
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
INIDE	Instituto Nacional de Información y Desarrollo
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
LAQUISA	Laboratorios Químicos S.A.
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSA	Ministerio de Salud
MSDS	Material Safety Data Sheet (hoja de datos de seguridad de materiales)
MITRAB	Ministerio del trabajo
MTI	Ministerio de Transporte e Infraestructura
NFPA	National Fire Protection Association
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organización Mundial de la Salud

PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PGA	Programa de Gestión Ambiental
PIENSA UNI	Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Ingeniería.
PNDH	Plan Nacional de Desarrollo Humano
PNESER	Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable
SINAPRED	Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
TDR	Términos de Referencia

FICHA TECNICA DEL PROYECTO



INFORMACIÓN GENERAL DEL PROPONENTE

Proponente o Razón Social:	Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A.
Representante Legal o Apoderado General de Administración:	Lic. Moisés Noé López Meneses. Escritura Pública Número Ciento Quince (115) "Poder General de Administración".
Cedula de identidad	001-190261-0049T
Dirección central:	Lotería Nacional, 300 metros abajo, entrada del Edificio AGRICORP 2 Cuadras al Norte y 20 Varas al Oeste. Reparto Las Cañadas Grupo N-17, Managua.
Teléfono central:	(505) 2270-0490.
Punto focal ambiental:	Ing. Erick David Poulson Esquivel
Correo electrónico:	epoulson@grupoaci-acn.com
Página Web de la Empresa:	http://www.grupoaci-acn.com

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Nombre oficial del Proyecto	Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria.
Ubicación:	Departamento de Chinandega, municipio El Viejo, Volcán Cosigüina, comunidad El Capulín-El Mojado.
Área total de influencia directa del Proyecto:	20.06Km ²
Área de infraestructura del Proyecto:	Rehabilitación de 4Km lineales de camino existente de 3.5m de ancho de área de rodamiento más bahías de seguridad de 6m promedio. Apertura de 2Km lineales de trocha nueva de 3.5m de ancho. Construcción de plataformas: 1,875m ²
Vida útil del Proyecto	8 meses

ARTÍCULOS Y CONSTRUCCIONES-ELECTRICAS DE NICARAGUA, SOCIEDAD ANÓNIMA

Lotería Nacional, 300 metros abajo, entrada del Edificio AGRICORP 2 Cuadras al Norte y 20 Varas al Oeste
Reparto Las Cañadas Grupo N-17 Tel: (505) 2270-0490.

RESUMEN

En 2010, con el BID (proyecto NI-L1050) y otras múltiples fuentes de financiamiento (como el FND), el Gobierno inicia la implementación del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable (PNESER) el cual es rectorado por el MEM y ENATREL como entidades de Estado facultadas por Ley; el objetivo principal del Programa es incrementar la cobertura del servicio eléctrico en el país, y **apoyar al Gobierno en la generación de condiciones para avanzar en un cambio en la matriz energética que contribuya a mejorar las condiciones de mitigación y adaptación del cambio climático.**

El PNESER está conformado por siete ejes de acción o componentes, siendo el componente 4 “Pre-inversión y Estudios de Proyectos de Generación de Energía Renovable”, el que enmarca la ejecución de estudios investigativos y proyectos de generación, entre los cuales se encuentra el “**Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**”, con el cual se pretende elevar el nivel de información científica existente sobre el área geotérmica que permita a futuro promover proyectos de inversión de generación eléctrica nacional basada en energía renovable que aporten a la transformación de la matriz energética del país, contribuyendo de esta manera a disminuir la dependencia del petróleo y reducir los gases de efecto invernadero.

El MEM/PNESER-FODIEN publicó, en La Gaceta Diario Oficial No. 127 del 06 de julio del 2012, licitación pública llamado No. SBCC-007-2010-PNESER, No. SEPA I-23-SBCC-CF, para ejecutar los servicios de consultoría del proyecto “Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina”. Nuestra empresa Artículos y Construcción de Nicaragua S.A. fue seleccionada conforme las Directrices Generales de Adquisición con Fondos Nórdicos de Desarrollo. ACN es una Empresa nacional con Personería Jurídica legalmente constituida de conformidad con las leyes y reglamentos vigentes en Nicaragua, bajo Escritura Número Siete (07) “Constitución de Sociedad Anónima”; especializada en la prestación de servicios de montaje e instalación de sistemas eléctricos de generación, transmisión, distribución, industriales, comerciales y residenciales.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se basa exclusivamente en los requerimientos exigidos por la Autoridad Ambiental en los Términos de Referencia¹, basados en el marco jurídico del Sistema de Evaluación Ambiental Decreto 76-2006 Artículo 17 numeral 01 “Proyectos de exploración geológica y geotérmica que incluyan perforaciones a profundidades mayores de cincuenta metros”, publicado en La Gaceta No. 248 del 22 de diciembre del 2006 y la Resolución Ministerial 012-2008². Así mismo, la Ley 647 “Reformas y Adiciones a la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Ley 217, Arto. 27, establece que los “Proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad, públicos o privados, de inversión nacional o extranjera, durante su fase

¹ Misiva MARENA Ref. No. DGCA-YLG-C596-2014 del 25 de noviembre 2014.

² “Aprobar el procedimiento general y los instrumentos normativos complementarios para la tramitación de permisos ambientales y autorizaciones ambientales del sistema de evaluación ambiental”.

de pre-inversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o reconversión que por sus características puedan producir deterioro al medio ambiente o a los recursos naturales, conforme a la lista específica de las categorías de obras o proyectos que se establezcan en el Reglamento respectivo, deberán obtener previo a su ejecución el Permiso Ambiental correspondiente".

El objetivo del Proyecto es elaborar el estudio de pre-factibilidad con miras a la utilización del recurso geotérmico del Volcán Cosigüina con propósitos de generación eléctrica en el marco de la estrategia de cambio de la matriz de generación energética del país. El proyecto "**Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**" se ejecutará dentro del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina, comunidades El Mojado-El Capulín, municipio de El Viejo, Departamento de Chinandega.

La Reserva Natural Volcán Cosigüina se localiza en el extremo nor-occidental de la costa del Pacífico o sea al noroeste de la cordillera volcánica de Nicaragua, en la Península de Cosigüina, formada principalmente por el Volcán Cosigüina y zonas bajas que lo circundan. El área de influencia directa del Proyecto está inmersa en la "Zona Intangible, Sub-zona de infiltración de agua Loma La Batidora (a.2)". El área de influencia indirecta del Proyecto está sumergida en la zona de amortiguamiento terrestre de la Reserva considerando que la comunidad de Potosí y todas las comunidades asentadas sobre la carretera Cosigüina-Potosí son parte del área definida El proyecto se localiza específicamente en la comunidad El Capulín-El Mojado.

Los componentes del Proyecto incluyen la conformación de 3 plataformas de 625m² cada una (1,875m² de área total), rehabilitación de 4Km lineales de camino existente de 3.5m de ancho, apertura de 2Km lineales de trocha nueva de 3.5m de ancho con bahías de seguridad. Se perforaran 3 pozos de diámetro reducido (Slim hole) con una profundidad de 1000m, esto con el fin de obtener información que permita confirmar o modificar el modelo conceptual preliminar del sistema geotérmico. El recurso geotermal en Cosigüina solo puede ser considerado como viable para producción de electricidad una vez que este se haya perforado y probado a través de la exploración de pozos profundos que permitan confirmar las condiciones del reservorio y la productividad de los pozos.

Con la perforación se pretende investigar las condiciones de temperatura en el subsuelo y definir el gradiente en la capa conductiva 3DMT, que se supone representa la capa sello del sistema geotérmico, así como determinar las condiciones hidrogeológicas (espesor del acuífero somero, distribución y características de permeabilidad en las formaciones subyacentes al acuífero somero), verificar la estratigrafía, distribución y características de permeabilidad en el subsuelo, estudiando la presencia de eventuales controles litológicos sobre la permeabilidad. Se utilizara para la perforación equipo rotatorio con sistema wire-line con recuperación de testigo (core-hole). El sistema permite recuperar núcleos continuos de la roca, mediante el uso de una barrena de diamante y de un barril muestreador especial. El equipo de perforación estará dotado de herramientas adecuadas para condiciones de alta temperatura y

equipado para la prevención de erupciones y control del pozo (BOP)³. Todos los pozos diamantinos serán programados para alcanzar una profundidad de 1000 m, con diámetro final NQ (2.98"), que permitirá la entrada de equipos de medición de temperatura y presión y de ser necesario de registros geofísicos.

El EIA aborda un estudio de línea de base socioambiental profundo del área de influencia directa y una panorámica de la zona de influencia indirecta del proyecto. El área de influencia directa delimitada en 20.06Km², se definió en base al área de intervención o afectación por rehabilitación de caminos (corte de árboles, corte de suelo y rellenos, construcción de alcantarillas, etc.), apertura de nuevas trochas, conformación de plataformas, impactos por propagación de pluma de contaminación de gases, material particulado, ruido, vibraciones, explotación y acarreo de material selecto desde bancos de préstamo, extracción y transporte de agua desde Potosí hacia el proyecto.

El área de influencia directa del Proyecto se encuentra inmersa en la subcuenca **"Potosí"** y la subcuenca **7 que incluye todos los manantiales termales desde La Piscina hasta El Capulín**. Los manantiales en el sector de influencia del Proyecto (subcuenca 6 y 7) fluyen desde acuíferos colgados, re-infiltrándose río abajo para proveer recarga a acuíferos situados a elevaciones menores.

Los resultados del monitoreo de calidad de aire ambiente ejecutado por PIENSA-UNI, reporta concentraciones de contaminantes por debajo del límite máximo permisible por la normativa nacional. En el Estudio de Caracterizaciones Vegetales se determinó que el área de incidencia directa presenta una gama de intervención antropogénica que va desde muy severa a leve. El número total de árboles a ser talados son 139 individuos pertenecientes a 35 especies y 23 familias. Ninguna especie se encuentra en lista CITES o en veda nacional. El desarrollo de la exploración geotérmica es de bajo impacto en la ecología del área puesto que ésta se encuentra en un sitio en regeneración natural.

En el área de influencia directa a las plataformas no existen cuerpos de agua superficiales permanentes, ni pozos; se tomaron muestras simples de agua en Quebrada Agua Agria y la Pila de captación de agua de dos manantiales, más cercana a las Plataformas A y B. Se realizó caracterización fisicoquímica y bacteriológica, los resultados emitidos por el laboratorio indican la presencia de Coliformes totales (118 UFC/100mL) en el agua almacenada en la obra de captación muestreada. Quebrada Agua Agria presenta anoxia debido al estancamiento del agua.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales se basa en matriz de lista de chequeo, Conesa Modificada (2010) a través de escenarios para cada actividad desarrollada. Para el caso de la valoración de los impactos ambientales y la calidad esperada en orden de importancia para el escenario de Proyecto Con Medidas de Mitigación, la acumulación de los impactos importantes se encuentra dentro de la etapa de preparación de sitio, apertura de camino y montaje de plataformas, aunque la

³ Blow Out Preventer: unidad de prevención contra reventones utilizada para el control del pozo. Tiene como función sellar todo el diámetro del pozo a la tubería de cualquier diámetro que lo atraviese.

mayoría de los impactos en su totalidad son irrelevantes, el peso de aquellos relacionados a las actividades de corte, excavación, modificación de drenajes y escorrentías, y la manipulación de lubricantes, hacen que este se ubique todavía en una categoría "Moderado", aunque con tendencia baja.

Se evidencia en el área de influencia directa del Proyecto, los impactos ambientales provocados por los incendios forestales, el avance de la frontera agrícola, la incidencia de fenómenos meteorológicos frecuentes, la extracción de madera preciosa y despale indiscriminado que empobrecen la calidad ecológica de la Reserva, por lo tanto la intensidad de afectación a los factores bióticos y abióticos es moderada a baja. Esto sin embargo, aplicando el principio de prevención y de responsabilidad compartida, justifica la implantación de acciones o medidas que reduzcan y mitiguen los impactos generados. Técnicamente se considera que el proyecto es viable, cumpliendo estrictamente la ruta seleccionada y el diseño propuesto para la rehabilitación y apertura de nuevos caminos, la conformación de las plataformas, el cierre progresivo y eficiente de las mismas, así como el monitoreo de los puntos de interés socio-ambiental en el área de influencia directa.

I. INTRODUCCION

En los últimos años, el desarrollo del sector energético se ha convertido en una prioridad para el país y ha experimentado grandes volúmenes de inversión en el desarrollo exitoso de proyectos de energía renovable; Sin embargo, aún existe la necesidad palpable del Gobierno, a través de las instituciones rectoras del sector, de continuar desarrollando estudios de pre-factibilidad que brinden información científica del potencial energético renovable del país.

Según el Ministro del MEM, “en este año 2015 se ha alcanzado un 53% de producción renovable, y espera que para el 2020 el 70% de la energía que necesita Nicaragua sea a base de recursos naturales” (<http://www.enatrel.gob.ni>), por tal motivo los resultados de los estudios de exploración geotérmica son la base para la promoción de futuras inversiones. El Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable (PNESER) tiene como objetivo principal apoyar al Gobierno en la generación de condiciones para avanzar en un cambio en la matriz energética que contribuya a mejorar las condiciones de mitigación y adaptación del cambio climático.

De acuerdo a Ley de Exploración y Explotación de Los Recursos Geotérmicos, mediante el Decreto 79-2003 se declaran las Áreas de Recursos Geotérmicos para la exploración y explotación de los Recursos Geotérmicos en el territorio de Nicaragua, teniendo cada área de exploración una superficie de 100 Km² ubicadas a lo largo de la Cordillera de Los Marrabios en la Costa Pacífica de Nicaragua, donde se incluye el Volcán Cosigüina que fue declarado Área Protegida Reserva Natural en Decreto No.13-20 de 1983, con un plan de manejo aprobado en La Gaceta Diario Oficial No. 78 del 26 de Abril del 2007.

El “**Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**”, tiene por objetivo mejorar el nivel de información existente sobre el recurso geotérmico disponible en el área del Volcán Cosigüina, a través de la perforación de 3 pozos de exploración de diámetro reducido con profundidad promedio de 1000m en 3 plataformas, con una duración estimada de 8 meses, en estricto cumplimiento del marco jurídico nacional y responsabilidad social. (Apéndice A, TDR ENATREL)

El área del proyecto “**Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina- fase perforación exploratoria**”, se sitúa en la etapa de reconocimiento y el Plan Maestro le da un potencial geotérmico de 106 MW (categoría 3). Los resultados del estudio Geocientífico Integrado de Jacobs (2014), indican que según los parámetros calculados el volcán Cosigüina tiene un recurso geotérmico inferido con una probabilidad de P50% de 82 MWe, considerando un funcionamiento de la planta por 20 años con un factor de capacidad del 90%.

II. MARCO LEGAL

2.1. Instrumentos jurídicos vinculantes al proyecto

El análisis de la legislación aplicable al proyecto se realizó tomando en consideración el orden jurídico establecido en los documentos legales ambientales internacionales, nacionales y municipales. Este capítulo se subdivide en dos secciones; una enlista de manera general la normativa vinculante o de obligatorio cumplimiento por parte del Proyecto, lo cual regulará todas las actividades que se ejecuten, y la otra sección analiza cada normativa y su incidencia en el manejo del proyecto.

El cuadro siguiente enlista el marco jurídico vinculante:

Cuadro 1: Instrumentos legales a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Normativa Internacional de obligatorio.

NO.	MARCO LEGAL
1.	Convención CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convención Internacional de Especies en Peligro de Extinción)
2.	Convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)
3.	Norma de Almacenamiento de Productos Químicos (MSDS avalada por ONU, OMS, UE, otros): Hoja de datos de seguridad de materiales. (Aplicación voluntaria). http://www.osha.gov/SLTC/hazardcommunications
4.	Norma CAPRE para calidad de agua de consumo humano.

Cuadro 2: Instrumentos legales y administrativos a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Normativa Nacional Ambiental. Obligatorio cumplimiento.

NO.	MARCO LEGAL
1.	Constitución Política de Nicaragua, Arto. 60, 82 inciso 4.
2.	Ley No. 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo; publicada en La Gaceta No. 102 del 3 de Junio de 1998.
3.	Ley 532, Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables. La Gaceta No. 102, del 27 de mayo del 2005.
4.	Ley No. 443, Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos” (Digesto Jurídico del Sector Energético), publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 174 del 12 de septiembre de 2012.
5.	Ley No. 423, Ley General de Salud, publicada en la Gaceta No. 91 del 17 de Mayo del 2002.
6.	Ley 641 “Código Procesal Penal”
7.	Ley 217 “Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reforma la Ley 647.
8.	Ley 40 y Ley 261 “Ley de Municipios de Nicaragua” y su Reforma

9.	Ley 620 “Ley General de Aguas Nacionales”
10.	Ley 271, Ley de Reforma a la Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Energía (INE).
11.	Ley 475 “Ley de Participación Ciudadana”
12.	Ley 585. Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal.
13.	Decreto no. 45-2010, La Gaceta no. 152 del 11 de agosto del 2010, “Reglamento de la Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos”.
14.	Decreto 76-2006 “Sistema de Evaluación Ambiental”
15.	Decreto 39-2011 “Reglamento de la Ley de Suministro de Hidrocarburos”
16.	Decreto 78-2002 “Normas, Pautas y Criterios para el Ordenamiento Territorial”.
17.	NTON 05 014-02 “Norma de Manejo y Eliminación de desechos sólidos no peligrosos”.
18.	NTON 05 015-02 “Norma de Manejo y Eliminación de residuos sólidos peligrosos”
19.	NTON 05 032-10 “Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados”
20.	Resolución Ministerial 012-2008 “Procedimiento general y los instrumentos normativos complementarios para la tramitación de permisos ambientales y autorizaciones ambientales del sistema de evaluación ambiental”, Publicado en La Gaceta No. 128 del 7 de Julio del 2008.
21.	Decreto No. 394, Disposiciones Sanitarias, publicado en La Gaceta No. 200 del 21 de Octubre de 1988.
22.	Resolución Administrativa No.11-2015 del INAFOR: “Que establece las disposiciones administrativas para el manejo sostenible de los bosques latifoliados, coníferas y sistemas agroforestales”
23.	Plan Ambiental Municipal de El Viejo.2002.
24.	Decreto Ejecutivo N° 1320. Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina MARENA, Decreto 01-2007 y Decreto 26-2007 “Reforma al Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua”.
25.	Plan de Respuesta Municipal. Municipio El Viejo, 2013.

La normativa en materia de seguridad e higiene ocupacional aplicable al proyecto es:

Cuadro 3: Instrumentos legales y administrativos a cumplir en las diferentes etapas del proyecto. Seguridad e Higiene Ocupacional y otros.

NO.	MARCO LEGAL
1.	Ley 185: Código del Trabajo
2.	Ley 618: Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo y su Reglamento
3.	Ley 974, Ley de Seguridad Social y su Reglamento Decreto 975.
4.	Norma Ministerial sobre las Disposiciones Mínimas de Higiene y Seguridad de los “Equipos de Protección Personal”
5.	Norma Ministerial de Higiene y Seguridad del Trabajo relativa a la Prevención y Extinción de Incendios en los Lugares de Trabajo

A continuación se presenta una breve síntesis de los instrumentos más relevantes aplicables al proyecto.

1) Constitución Política (Ley 130, Reforma Constitucional, 2000); es la carta fundamental y principal ley de la nación.

Arto. 60: “Los nicaragüenses tienen derecho a habitar en un ambiente saludable”.

El Proyecto debe garantizar mantener o mejorar las condiciones ambientales en el área de influencia para no afectar la salud o integridad física de los habitantes de la comunidad de El Mojado y El Capulín.

Arto 82, inciso 4: “Reconoce el Derecho de los Trabajadores a Condiciones de Trabajo que les aseguren en especial: “La integridad física, la salud, la higiene y la disminución de los riesgos laborales para hacer efectiva la seguridad ocupacional del trabajador”.

La Empresa debe garantizar la dotación de EPP y la afiliación de los trabajadores al INSS, como parte de sus derechos inherentes.

2) Ley No. 620: Ley General de Aguas Nacionales. publicado en La Gaceta No. 169 del 04 de Septiembre del 2007.

Arto.9. El dominio del Estado para todas las aguas nacionales, se integra también por los siguientes bienes nacionales:

e) el terreno firme comprendido hasta doscientos (200) metros después de la línea de marea máxima y treinta (30) metros a cada lado del borde del cauce permanente de ríos y lagos.

Arto. 41. El uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por parte de las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, solo podrá realizarse previa expedición de:

- a) Título de Concesión, otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), para uso o aprovechamiento distinto al de la Licencia;
- b) Licencia Especial, otorgada por la Autoridad Nacional del Agua para:
 - Abastecimiento de agua potable a las instituciones del Estado competentes, y
 - La **generación** de energía eléctrica hidroeléctrica y geotérmica
- c) Autorización otorgada por la Alcaldía o los Consejos Regionales Autónomos de la Costa Atlántica, cuando exista convenio de colaboración administrativa suscrito con la ANA.⁴

Arto.42. El trámite y otorgamiento de Licencias para el uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo para el suministro por acueductos u otro medio de suministro de servicios de agua potable, a cargo de las instituciones del Estado competentes, o para la **generación** de energía hidroeléctrica y geotérmica a cargo de personas naturales y jurídicas, públicas o privadas, se realizará de

⁴ **Nota:** El proyecto es fase exploratoria, no de generación.

conformidad a regulaciones especiales que dicte la Autoridad Nacional del Agua para tales efectos.⁵

Arto. 43. Las autorizaciones señaladas en el inciso c) del artículo 41 se otorgarán cuando se trate de:

- a) Captación de aguas para abastecimiento de acueductos menores o iguales a 500 conexiones
- b) Captación de agua para riego de parcelas menores o iguales a 3 hectáreas;
- c) **Captación de agua para usos menores a 3000 metros cúbicos mensuales.**⁶

"Todo lo anterior sin perjuicio de otorgar preferencia al Estado o a sus instituciones en el uso o aprovechamiento de agua que este requiera efectuar".

Arto.96. Es de interés social asegurar la calidad de los cuerpos de aguas nacionales, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para su debida y permanente protección y conservación. Se prohíbe la tala o corte de árboles o plantas de cualquier especie, que se encuentren dentro de un área de doscientos (200) metros a partir de las riberas de los ríos y costas de lagos y lagunas a fin de proteger el recurso hídrico existente, sin perjuicio de lo establecido en el Arto.57 de la Ley No. 559. "Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales", del 21 de noviembre del 2005.⁷

3) Ley 641: Código Penal

Título XV: Construcciones prohibidas y Delitos Contra la Naturaleza y el Medio Ambiente, el capítulo No. II y III, tienen por objeto tipificar como delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, las acciones u omisiones que violen o alteren las disposiciones relativas a la conservación, protección, manejo, defensa y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, así como, el establecimiento de la responsabilidad civil por daños y perjuicios ocasionados por las personas naturales o jurídicas que resulten con responsabilidad comprobada.

⁵ **Nota:** El proyecto es fase exploratoria, no de generación.

⁶ **Nota:** el Proyecto de exploración geotérmica consumirá 100m³/día de agua para un total de 3000m³/mes, en actividades directas de perforación que durarán 8 meses, provenientes de la "Piscina de Potosí", uso comunitario.

⁷ **Nota:** La Ley 559 fue derogada e incorporada al Código Procesal Penal de Nicaragua. El Arto. 57 establece "Perímetro para Corte de Árboles. El perímetro de prohibición de cortar árboles y arbustos comprende para los efectos de esta Ley, un radio de 400 metros arriba de los manantiales que nacen en la montaña, y una franja de 200 metros medidos de cada orilla de las vertientes en toda la extensión de su curso, o dentro de un radio igual a 200 metros alrededor de las fuentes que nacen en terrenos planos, ya sea o no que se transformen o no en corrientes temporales o permanentes". Aplicable al trazado del camino nuevo y ubicación de plataformas.

Arto. 365.- Contaminación del suelo y subsuelo: Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, **descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos** o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

El proyecto consumirá combustible por lo que pueden producirse derrames al suelo. Se utilizarán aditivos químicos y sus residuales en dependencia del análisis CRETl, serán clasificados como peligrosos o no peligrosos, por tanto se debe regular su manejo y disposición final.

Arto. 366.- Contaminación de aguas: Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, **descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos** o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días de multa.

Las actividades de mantenimiento generarán lubricantes usados; los trabajadores generarán aguas residuales sanitarias; manejo de la fase líquida de los lodos de perforación durante el proceso de sedimentación; todos estos residuales no pueden ser vertidos a las quebradas aledañas a las plataformas.

Arto. 371.- Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental: El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo.

Art. 372. Incorporación o suministro de información falsa

Quien estando autorizado para elaborar o realizar estudios de impacto ambiental, incorpore o suministre información falsa en documentos, informes, estudios, declaraciones, auditorías, programas o reportes que se comuniquen a las autoridades competentes y con ocasión de ello se produzca una autorización para que se realice o desarrolle un proyecto u obra que genere daños al ambiente o a sus componentes, a la

salud de las personas o a la integridad de los procesos ecológicos, será sancionado con pena de dos a cuatro años de prisión.

La autoridad, funcionario o empleado público encargado de la aprobación, revisión, fiscalización o seguimiento de estudios de impacto ambiental que, a sabiendas, incorpore o permita la incorporación o suministro de información falsa a la que se refiere el párrafo anterior, será sancionado con pena de tres a cinco años de prisión e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de cargo público.

4) Código del Trabajo Ley 185 (incorpora las disposiciones de la Ley de Higiene y Seguridad del Trabajo, Ley 618); en sus artículos 100 al 129, Título V. De la higiene y seguridad ocupacional y de los riesgos profesionales y Capítulo I, establece las disposiciones que en materia de higiene ocupacional y riesgos profesionales deben observar las empresas que se instalan en el país

5) Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reforma la Ley 647; tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.

Arto. 18. El establecimiento y declaración legal de áreas naturales protegidas, tiene como objetivo fundamental:

8) Potenciar de forma sistemática los servicios ambientales que proveen las áreas protegidas para beneficio de los habitantes de la zona, la economía nacional y el desarrollo sostenible.

Arto.21. Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas deben realizarse conforme a lo establecido en el respectivo plan de manejo aprobado por el MARENA, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezcan. En el caso de las áreas protegidas que no cuenten con el plan de manejo... Tanto en la consecución de los objetivos de protección como en la gestión y vigilancia se garantizará la participación de la comunidad.

Arto. 25.- Los Proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución, el Permiso ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. El Reglamento establecerá la lista específica de tipos de obras y proyectos.

Arto.26.- Las actividades, obras o proyectos públicos o privados de inversión nacional o extranjera, durante su fase de pre-inversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o

reconversión, quedarán sujetos a la realización de estudios y evaluaciones de Impacto Ambiental, como requisito para el otorgamiento del Permiso Ambiental. Aquellos que no cumplan con las exigencias, recomendaciones o controles que se fijen serán sancionados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.

Arto.75. En el uso del agua gozarán de prioridad las necesidades de consumo humano y los servicios públicos.

Arto.82. El agua, en cualquiera de sus estados, es de dominio público. El Estado se reserva además la propiedad de las playas marítimas, fluviales y lacustres; el álveo de las corrientes y el lecho de los depósitos naturales de agua; los terrenos salitrosos, el terreno firme comprendido hasta treinta (30) metros después de la línea de marcas máximas o la del cauce permanente de ríos y lagos y los estratos o depósitos de las aguas subterráneas.

El Estado garantizará la protección del ambiente y los recursos naturales que se encuentren a lo largo de todos los litorales marítimos, costas y riberas de lagos, lagunas y ríos del país, evitando que se provoquen mayores deterioros, la desconfiguración geográfica y paisajística, la extracción de materiales, quemas, vertidos y otras actividades que causen severos daños a los ecosistemas.

Arto. 96. En terrenos con pendientes iguales o superiores a 35%, los propietarios, tenedores o usuarios, deberán mantener la cobertura vegetal del suelo e introducir cultivos y tecnologías aptas para prevenir o corregir la degradación del mismo.

Arto. 106. No serán sujetos de exploración y explotación, los recursos naturales renovables y no renovables que se encuentren en áreas legalmente protegidas.

Ley 647. "Reforma y Adiciones a la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Ley 217" Arto. 27 establece que "Los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad, públicos o privados, de inversión nacional o extranjera, durante su fase de pre-inversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o reconversión que por sus características pueden producir deterioro al medio ambiente o a los recursos naturales, conforme a la lista específica de las categorías de obras o proyectos que se establezcan en el Reglamento respectivo, deberán obtener previo a su ejecución, el Permiso Ambiental".

6) Ley de Reforma a la Ley 271, Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Energía (INE)

Arto.4, literal b): Fiscalizar el cumplimiento de las normas, criterios, especificaciones, reglamentos y regulaciones técnicas que regirán las actividades de reconocimiento, **exploración**, explotación, aprovechamiento, producción, transporte, transformación,

distribución, manejo y uso de los recursos energéticos, de conformidad con las normas y la política energética.

7) Ley 475, Ley de Participación Ciudadana; define la participación ciudadana como proceso de involucramiento de los actores sociales en forma individual y colectiva, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones y gestión de políticas públicas en todos los niveles territoriales e institucionales para lograr el desarrollo humano sostenible, en corresponsabilidad con el Estado; determina que éste derecho se ejercerá en los ámbitos nacional, regional y local, de conformidad a lo establecido en la ley.

El proyecto gestionó el Aval Municipal del honorable consejo y la Constancia de Uso de Suelo ante la Municipalidad de El Viejo como parte del proceso de involucramiento e información ciudadana.

8) Ley 40, Ley de Municipio, su Reglamento Decreto 52-37 y Ley 261 Reforma e Incorporación a la Ley de Municipios; establece las disposiciones generales de los municipios como unidad básica de la división política administrativa del país, con personería jurídica de derecho público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, vinculado a su autonomía como principio asignado por la Constitución de la República.

9) Decreto 45-2005. Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Tiene como objetivo lograr el manejo integral de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos, enfatizando en los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir los riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

10) Decreto 76-2006. Sistema de Evaluación Ambiental; tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. **Artículo 17, numeral 01 establece que los "Proyectos de exploración geológica y geotérmica que incluyan perforaciones a profundidades mayores de cincuenta metros",** independientemente de su alcance y ubicación están sujetas a realizar un Estudio de Impacto Ambiental considerando la intensidad de los impactos ambientales del proyecto hacia el entorno.

- 11) **NTON 05 014-02 Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y disposición Final de los Desechos Sólidos No-Peligrosos**; Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en la ejecución del proyecto y todas las actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente.
- 12) **NTON 05 015-02 "Norma Técnica para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos"**, Publicado en La Gaceta No. 210 del 05 de Noviembre del 2002. Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se generen en el Proyecto como son los lodos de perforación en dependencia de los resultados del análisis CRETÍ.
- 13) **NTON 05 032-10 "Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados"**. Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales para la regulación y control de las actividades de almacenamiento, recolección, transporte, disposición final de los aceites lubricantes usados y material contaminado con hidrocarburos generados del mantenimiento de la maquinaria y equipos del Proyecto.
- 14) **Ley No. 423, Ley General de Salud**, publicada en La Gaceta No. 91 del 17 de mayo del 2002.

TITULO VI, de la salud y el medio ambiente. CAPÍTULO I, del saneamiento ambiental.

Artículo 69. El saneamiento ambiental comprende la promoción, educación, mejora, **control y manejo** del ruido, calidad de aguas, eliminación y tratamiento de líquidos y sólidos, aire, la vigilancia sanitaria sobre factores de riesgo y adecuación a la salud del medio ambiente en todos los ámbitos de la vida y el fomento de la investigación científica en la materia.

- 15) **Decreto No. 49-98 Reglamento de la Ley No. 274**, Ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares. Publicado en la Gaceta No. 142, del 30 de julio 1998.

Artículo 69: De conformidad a lo establecido en el artículo 25 de la Ley, la construcción de bodegas, plantas formuladoras, empacadoras **o cualquier otra instalación** donde se realicen actividades con plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas **y otras similares**, debe realizarse:

a) Distantes a centros o núcleos poblacionales, escuelas, hospitales, almacenes y depósitos para alimentos, medicinas, almacenes de ropa y materiales de construcción entre otros.

b) Retirados de manantiales y otras fuentes de agua para el consumo humano, animal y de uso para las actividades agropecuarias.

c) Localizados en áreas de fácil acceso, en terrenos que no sean objeto de inundaciones, que cuenten con un sistema de alumbrado eléctrico, protección contra rayos, salidas de emergencia y equipos de protección contra incendios y derrames.

16) Ley 532, Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables. La Gaceta No. 102, del 27 de mayo del 2005.

La presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a la capacidad instalada de generación con fuentes renovables y que se encuentren actualmente en operación, así como de los proyectos de generación de energía eléctrica que ocupen como fuente la biomasa, estableciendo incentivos fiscales, económicos y financieros que contribuyan a dicho desarrollo, dentro de un marco de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

17) Ley No. 443, Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos" (Digesto Jurídico del Sector Energético), publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 174 del 12 de septiembre de 2012.

La presente Ley tiene por objeto fomentar y establecer las condiciones básicas que regularán las actividades de **exploración** y explotación de los recursos geotérmicos del país para la generación exclusiva de energía eléctrica.

Artículo 2. Los recursos geotérmicos son patrimonio nacional, de conformidad con la Constitución Política y demás leyes de la República.

El Estado promueve, regula y establece las actividades inherentes a la exploración y explotación de los recursos geotérmicos.

Las personas naturales o jurídicas podrán realizar libremente investigaciones preliminares para la exploración y explotación de los recursos geotérmicos, previa autorización del Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 7. Se declaran de interés nacional todas las actividades objeto de la presente Ley relacionadas y necesarias con la **exploración** y explotación de los recursos geotérmicos.

La declaratoria de Interés Nacional, autoriza a explorar y explotar los Recursos Geotérmicos. En los casos en que el área objeto de la exploración o explotación se encuentre total o parcialmente en áreas protegidas, él o los concesionarios deberán

obtener del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales la respectiva aprobación del Estudio de Impacto Ambiental y del Permiso Ambiental, previo al inicio de la exploración o la explotación del recurso. El tres por ciento del valor estimado del Estudio de Impacto Ambiental y del Permiso Ambiental deberá ser enterado al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales por parte del concesionario y se utilizarán exclusivamente para el proceso de seguimiento y fiscalización de la elaboración de estos.

Artículo 8. Para explorar o explotar recursos geotérmicos se requerirá de una **concesión** bajo los términos de la presente Ley, además del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), para obtener el Permiso Ambiental de MARENA, de conformidad con la legislación vigente. El Ministerio de Energía y Minas antes de otorgar la concesión solicitará su opinión a los Consejos Municipales correspondientes.

CAPITULO XII MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Artículo 58. Con el fin de proteger la biodiversidad, prevenir, controlar y mitigar los factores al medio ambiente causados por las actividades de exploración y explotación geotérmica, el concesionario está obligado a dar cumplimiento en todo momento y durante la vigencia de la concesión, a la legislación vigente y toda aquella que se emita en el futuro así como las prácticas y técnicas actualizadas e internacionalmente aceptadas de la industria geotérmica.

Artículo 59. El concesionario deberá permanentemente tomar las medidas que sean necesarias para salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, ya sea dentro o fuera del área de concesión, siempre que esté relacionada con sus operaciones. En casos de accidentes o emergencias, el concesionario deberá tomar a lo inmediato las medidas que considere pertinentes e informar seguidamente al Ministerio de Energía y Minas y al MARENA de la situación. Si se considera necesario, se podrán suspender las actividades geotérmicas por el tiempo requerido para la seguridad de las operaciones.

Cuando en cualquier circunstancia, se ponga en peligro vidas humanas, el medio ambiente, propiedades de terceros o los yacimientos geotérmicos mismos y el concesionario no tome las medidas necesarias, el Ministerio de Energía y Minas podrá suspender las actividades del concesionario por el tiempo necesario, estipulando condiciones especiales para la continuidad de las actividades.

Artículo 61. El MARENA, en colaboración con el Ministerio de Energía y Minas, elaborará y pondrá en vigencia las normas sobre la protección del medio ambiente, relacionadas con el recurso geotermia. El MARENA, con la asistencia técnica del Ministerio de Energía y Minas tendrá la responsabilidad de la administración y fiscalización de estas normas.

Artículo 62. El solicitante entregará al Ministerio de Energía y Minas, **como parte de la solicitud de una concesión de exploración** y explotación además de los datos y documentos requeridos, **el Estudio de Impacto Ambiental y el Permiso Ambiental** obtenido de conformidad con la legislación vigente.

CAPITULO XV. SERVIDUMBRES

Artículo 70. La servidumbre podrá establecerse de mutuo acuerdo entre las partes. También pueden imponerse servidumbre a solicitud de un titular de concesión.

El Ministerio de Energía y Minas podrá imponer servidumbre sobre bienes de propiedad privada o pública para el desarrollo de las actividades previstas en las concesiones geotérmicas, tomando en cuenta los derechos de los propietarios de los predios sirvientes, incluyendo las compensaciones que les correspondiesen conforme a derecho, todo de conformidad a lo establecido en el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 71. Las servidumbres para el desarrollo de las actividades de las concesiones son:

- a) De paso o permanente para la construcción y uso de senderos trochas y caminos.
- b) De ocupación temporal destinada al almacenamiento de bienes necesarios para ejecutar obras.

18) Decreto no. 45-2010, La Gaceta no. 152 del 11 de agosto del 2010, "Reglamento de la Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos".

Artículo 55. Unidad Responsable de la Administración. La Dirección General de Recursos Energéticos Renovables del MEM, será la unidad encargada de la administración, control, evaluación y seguimiento de las Concesiones en Áreas de Recursos Geotérmicos, así como conocer de los recursos administrativos y el registro de las **Concesiones de Exploración** y Explotación de Recursos Geotérmicos.

Artículo 83.- Medidas Preventivas de Control y Mitigación. Toda área de Contrato deberá contar con las medidas preventivas de control y mitigación necesarias para cumplir con las normas de protección del medio ambiente, para ello el Concesionario, en el desarrollo de sus actividades, deberá tomar las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, incluyendo la no contaminación de las aguas, la atmósfera y la tierra, sujetándose para ello a las normas que sobre el medio ambiente se dicten para el sector eléctrico y el subsector de Geotermia. Cuando se descubran tesoros, piezas arqueológicas o históricas, se informará de inmediato al MEM y al Instituto de Cultura, y se detendrán las operaciones. Asimismo, el Concesionario prestará a las autoridades correspondientes todas las facilidades necesarias para que

realicen inspecciones y se cumplirá con las disposiciones que al respecto se emitan a la manera de salvaguardar aquellas áreas que, por su importancia arqueológica o histórica sean susceptibles de ser conservadas y protegidas.

Artículo 84.- Construcción de Infraestructura. Los campamentos, oficinas, bodegas e instalaciones para equipos y materiales deberán tener un área de terreno **restringida al tamaño mínimo requerido**, tomando en consideración las condiciones ambientales y de seguridad individual. Dichas instalaciones se edificarán preferentemente en terrenos donde el impacto ambiental sea menor.

Artículo 86.- Obligaciones de Seguridad Mínimas. El Concesionario adoptará todas las medidas necesarias para asegurar la vida de sus empleados, sub-contratistas y agentes; conservar la propiedad; cultivo, pesca, vida silvestre y navegación; proteger el medio ambiente; prevenir la contaminación; mantener la seguridad y la salud del personal, todo de conformidad con las normativas técnicas que el MEM y el MARENA, emitirán en su oportunidad.

Artículo 87.- Accidente o Emergencias. En caso de un accidente o emergencia que involucre daños a personas o propiedades, el Concesionario deberá informar inmediatamente al MEM sobre ello y tomar las medidas necesarias, incluyendo la suspensión temporal de operaciones y salvaguardar la seguridad de las personas y propiedades.

Artículo 88.- Conocimiento de Incumplimientos. El MEM, teniendo conocimiento del incumplimiento de cualquiera de las normas técnicas, ambientales y de seguridad, notificará al Concesionario para que dentro de los tres días hábiles siguientes, presente un informe detallado sobre la situación y las medidas que se propone adoptar para corregir la misma. En el caso de que las medidas propuestas no se estimen adecuadas para solucionar las irregularidades encontradas, el MEM determinará administrativamente las que considere apropiadas, otorgando un plazo no mayor de treinta días (30) para su cumplimiento. Todo lo anterior sin menoscabo de la aplicación de las sanciones en las que se pudiere haber incurrido el Concesionario.

Artículo 89.- Permiso Ambiental. El permiso ambiental deberá ser entregado al MEM en un plazo de hasta seis (6) meses después de otorgada la Concesión. Este tiempo podrá ser prorrogado por una Resolución de MARENA.

19) Plan Ambiental Municipal de El Viejo.2002.

Los programas centrales del plan son: Manejo de Ecosistemas críticos y especies de flora y fauna amenazadas, Educación e información ambiental, capacitación integral y participación social, **Manejo de áreas protegidas**, Fortalecimiento y coordinación institucional, Manejo de desechos sólidos y líquidos en el casco urbano, Investigación y

monitoreo ambiental, Sistema de producción con alternativas sostenible, Prevención y Atención a desastres naturales.

20) Plan de Respuesta Municipal. Municipio El Viejo, 2013.

La actualización del plan de repuesta 2013 tiene como objetivo fortalecer las capacidades de repuestas ante las distintas amenazas del territorio lo que permitirá cumplir de forma organizada las acciones de contingencia contempladas para cada tipo de amenaza, así como de las responsabilidades vinculadas a la prevención, mitigación y atención de desastres durante cada una de sus etapas.

En este Plan de Repuesta se describen las principales características del Municipio, identificación de amenazas y vulnerabilidades, niveles de organización para la respuesta, activación del Comité Municipal de prevención del desastre, durante las diferentes declaratorias de alerta, acciones de contingencia por amenazas, así como las principales líneas de acción determinando a sus responsables.

En el municipio de El Viejo hay 22 brigadas contraincendios debidamente capacitadas y organizadas.

21) Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina MARENA y Decreto Ejecutivo N° 1320, septiembre de 1983.

En la Síntesis operativa del Área Protegida, considerando la conservación y la demanda de recursos naturales de la población de las comunidades, se revisa la categoría del Área Protegida, se establecen los objetivos de conservación de la Reserva y los objetivos del Plan de Manejo, se definen los nuevos límites y se establece la Zonificación de la Reserva Natural y se establecen Normas de cada Zona.

El Área Protegida Volcán Cosigüina actualmente tiene la categoría de manejo “Reserva Natural” debidamente reconocida en la Ley General del Medio Ambiente y en el Reglamento de Áreas Protegidas. La categoría “Reserva Natural” es flexible desde el punto de vista técnico y normativo, ya que permite el uso de los recursos naturales que en ella existen, siempre y cuando estén debidamente regulados en el plan de manejo.

Los objetivos del Plan de manejo son:

- Contar con un documento de planificación para orientar el manejo y administración del Área protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina.
- Fomentar la investigación, monitoreo y bioprospección entre los investigadores de las universidades y la población usuaria en los diversos ecosistemas de la reserva para el desarrollo de alternativas de uso sostenible rentables de los recursos naturales, así como sobre métodos de restauración ecológica de dichos recursos.
- **Establecer las normas de uso de los recursos naturales de la Reserva y las actividades a realizar, basado en la información científica generada.**
- Desarrollar actividades de educación ambiental para la población de las comunidades.

- Desarrollar formas participativas de restauración, conservación y protección de: i) Las áreas boscosas de la zona terrestre con el fin de mejorar los procesos hidrológicos en la península y servir de refugio a la vida silvestre; y ii). De la zona marina para convertirla en un vivero y refugio de la biodiversidad.

Para efectos del Proyecto se describe la zona de interés.

Zona intangible

La Zona Intangible está reservada para asegurar la continuidad de los procesos naturales, sin intervención humana, excepto para fines de protección y vigilancia y para fines de investigación científica. Debido al terreno accidentado de la zona y el tipo de suelos, el único uso permisible es de conservación y la regeneración de la cobertura boscosa contribuirá a la función de preservar el ciclo hidrológico y los deslizamientos del terreno. Tiene una superficie de 3,909.87 Ha (27.96 % del total de la Reserva).

Sub- zona de infiltración de agua loma la batidora

Lo adecuado es mantener la cobertura boscosa natural para evitar los deslizamientos de tierra que han ocurrido con frecuencia y para que sirva para la importante función de infiltración de agua ya que de este sector proviene la fuente de agua utilizada para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Potosí, el asentamiento de población más grande e importante de la península y de la comunidad de El Capulín, así como las fuentes de aguas termales que después de enfriarse se mezclan con el agua marina para mantener los humedales que quedan al Sur y Sureste del mismo.

Propósitos Generales de la zona:

- Preservar la cobertura vegetal natural (Bosques) en la Zona para control de la erosión y prevenir los deslizamientos de tierra y sirva como zona de infiltración de agua para resarcir las fuentes de agua para las comunidades como para alimentar de agua dulce los humedales y manglares al Sur y Sureste de la Zona.

Normas generales de la zona:

- a. En la Zona, se prohíbe el asentamiento humano por lo cual se debe sacar de esta zona cualquier persona o familia asentada en el área.
- b. Se prohíbe la corta de árboles nativos y/o la eliminación de la vegetación natural de cualquier tipo.
- c. Se prohíbe la producción agrícola y ganadera.
- d. Se prohíbe la cacería y la extracción de recursos naturales (bejucos, cortezas, frutos, etc.).
- e. Solo se permitirá entrada a los guardaparques en sus rondas de vigilancia y a las expediciones de investigación científica o documentalistas que deberán ser acompañados por los guardaparques.
- f. No se permite la construcción de caminos para vehículos de motor.

22) Ley 585. Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal. La Gaceta No.12^o, del 21 de junio del 2006.

Arto.1. La protección de los recursos naturales del país son objeto de seguridad nacional, así como de la más elevada responsabilidad y prioridad del Estado. Dentro de ese espíritu, se establece a partir de la entrada en vigencia de la Ley, una veda por un período de diez (10) años, para el corte, aprovechamiento y comercialización de árboles de las especies de caoba, cedro, pochote, pino, mangle y ceibo en todo el territorio nacional, que podrá ser renovable por períodos similares, menores o mayores.

En las Áreas Protegidas legalmente la veda será permanente y por tiempo indefinido y aplicable a todas las especies forestales exceptuando el uso de leña para fines exclusivamente domésticos dentro de dichas áreas.

23) Resolución Administrativa No.11-2015 "Que establece las disposiciones administrativas para el manejo sostenible de los bosques latifoliados, coníferas y sistemas agroforestales. INAFOR. Marzo 2015.

Arto.16. Corta de árboles por interés nacional y municipal. En proyectos de interés nacional o municipal (instalación de tendidos eléctricos, construcción y ampliación de carreteras, caminos, autopistas, calles, bulevares, parques, escuelas, cementerios, aeropuertos, radares y otros de interés del estado) el INAFOR podrá autorizar la corta de árboles de cualquier especie forestal. El usuario llenará el formato especial diseñado por INAFOR para otorgar el permiso y cumplir con los siguientes requisitos:

1. Solicitud escrita de la persona jurídica interesada
2. Poder con el que demuestre la representación legal
3. **Permiso o autorización ambiental, autorizada por el MARENA y/o SERENA cuando se requiera.**
4. Plan de Aprovechamiento forestal
5. Aval de la Alcaldía Municipal
6. Contrato firmado de reposición del recurso forestal
7. Designación del Regente Forestal cuando lo amerite

2.2. Estatus de los requisitos legales y permisos de otra índole relacionados con el proyecto

Se realizaron las gestiones respectivas para la obtención de los Avals, Constancias y Licencias requeridas por la municipalidad de El Viejo y las instituciones estatales, según facultades de ley, para la operación del Proyecto "Estudio de pre-factibilidad para el

proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria". El estatus de los requisitos legal es:

Cuadro 4: Estado del trámite de licencias, avales y demás

No.	Requisito legal	Institución/ Autoridad que lo emite	Instrumento jurídico que establece el requisito	Estatus	Observaciones
1.	Constancia de uso de suelo	Alcaldía de El Viejo	Ley 40 y 261.arto 7, numeral 5.	Otorgada	Ver en Apéndice Sección I, Documentación Legal, numeral 2, 3 y 4.
2.	Aval Municipal	Concejales municipales Alcaldía de El Viejo	Ley 40 y 261.arto 7.	Otorgada	
3.	Autorización de uso de agua superficial	Alcaldía de El Viejo	Ley 620, Arto. 41, 43 literal c).	Otorgada	
4.	Licencia en materia de Higiene y Seguridad del Trabajo	MITRAB	Ley 618, Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, Arto. 18 numeral 6 y Decreto No. 96-2007, Artículo 16.	No Aplica para el tipo de proyecto en esta fase de exploración.	Se otorga para proyectos de construcción, eléctrico e Industria y Servicio, que cuenten con infraestructura fija.
5.	Permiso de corte de árboles	INAFOR	Ley 585, Arto.5 y 7.	Sujeto a entrega condicionada en la Resolución Administrativa emitida por MARENA para la ejecución del Proyecto	Resolución Administrativa No.11-2015, Arto. 16, requiere el Permiso Ambiental para otorgar el permiso de corte

6.	Acuerdo Ministerial que soporta la concesión geotérmica	MEM	Ley No. 443, Arto.8	En gestión	
----	---	-----	---------------------	------------	--

Con relación al estatus legal de la propiedad donde se realizará el proyecto de perforación exploratoria, durante la fase de reconocimiento, se identificó que las plataformas están en propiedad privada siendo los dueños según escritura pública los siguientes:

Cuadro 5: Propiedad privada y pase de servidumbre

Componente	Propietario	Observaciones
Plataforma A	Julio Efraín Ríos González	Tiene escritura de propiedad debidamente registrada ante catastro. Área: 120mz. Está de acuerdo con el Proyecto y permite ingreso y realización de actividades en sus tierras.
Plataforma B	Juan Rodríguez Rocha	Tiene escritura de propiedad, la cual fue comprada al sr. Efraín Ríos. Este terreno pertenecía a la Cooperativa Germán Pomáres o Nuevo Amanecer de Chinandega. Área: 4mz. Está de acuerdo con el Proyecto y permite ingreso a sus tierras.
Plataforma C	No identificado; propietario más cercano es Ediesia Pastrana	
Sección camino nuevo hacia Plataforma B	Leocadio Manzanares López y Flor Manzanares Martínez	Tienen Escritura de propiedad. Están de acuerdo con el Proyecto y permiten el ingreso y apertura de trocha en sus tierras.
Sección camino nuevo hacia plataforma C	Julian Pastrana, Gabriel Pastrana y Ediesia Pastrana.	Permitieron el acceso restringido a ciertas áreas para el trazado de la trocha de acceso hacia plataforma C.

ENATREL como dueño del Proyecto a través de ACN logró alcanzar acuerdos amistosos con los propietarios de los terrenos donde se construirán las plataformas y sobre el trazado de la nueva trocha de acceso hacia las mismas.

Con relación a los banco de material, durante la fase de campo se identificaron tres (3) bancos potenciales; sin embargo el banco de mejor material para utilizarlo en la capa de rodamiento es el perteneciente al Sr. Juan Guardado, ubicado en la comunidad San Juancito. Según información proporcionada por el dueño se cuenta con el permiso del MEM para la explotación del mismo, el cual es actualmente utilizado por el MTI y

Alcaldía de El Viejo para la rehabilitación de caminos de acceso de la zona. Este y todos los bancos de material selecto de la zona se encuentran dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva.

III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente capítulo se detalla para cada fase de desarrollo del Proyecto “**Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**”, la descripción completa de las actividades, obras o acciones a ejecutar.

3.1. Ubicación del proyecto

El proyecto “**Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**” se ejecutará dentro del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina, comunidades El Mojado-El Capulín, municipio de El Viejo, Departamento de Chinandega.

La Reserva Natural Volcán Cosigüina se localiza en el extremo nor-occidental de la costa del Pacífico o sea al noroeste de la cordillera volcánica de Nicaragua, en la Península de Cosigüina, formada principalmente por el Volcán Cosigüina y zonas bajas que lo circundan. Hacia el Suroeste, Oeste, y Noreste se encuentra el Océano Pacífico, mientras que el Golfo de Fonseca se localiza hacia el Norte y Noreste de la Península. Cuenta con una extensión de 12,420 hectáreas y está a 193Km de Managua. El área de influencia directa del Proyecto está inmersa en las comunidades El Capulín-El Mojado las cuales están en la zona de amortiguamiento de la Reserva según el Plan de Manejo de la Reserva Natural Volcán Cosigüina MARENA 2006. En el siguiente mapa se observa la ubicación del Proyecto a nivel nacional, departamental y municipal. Ver mapa ampliado formato tabloide en Apéndice Sección II, numeral 1.

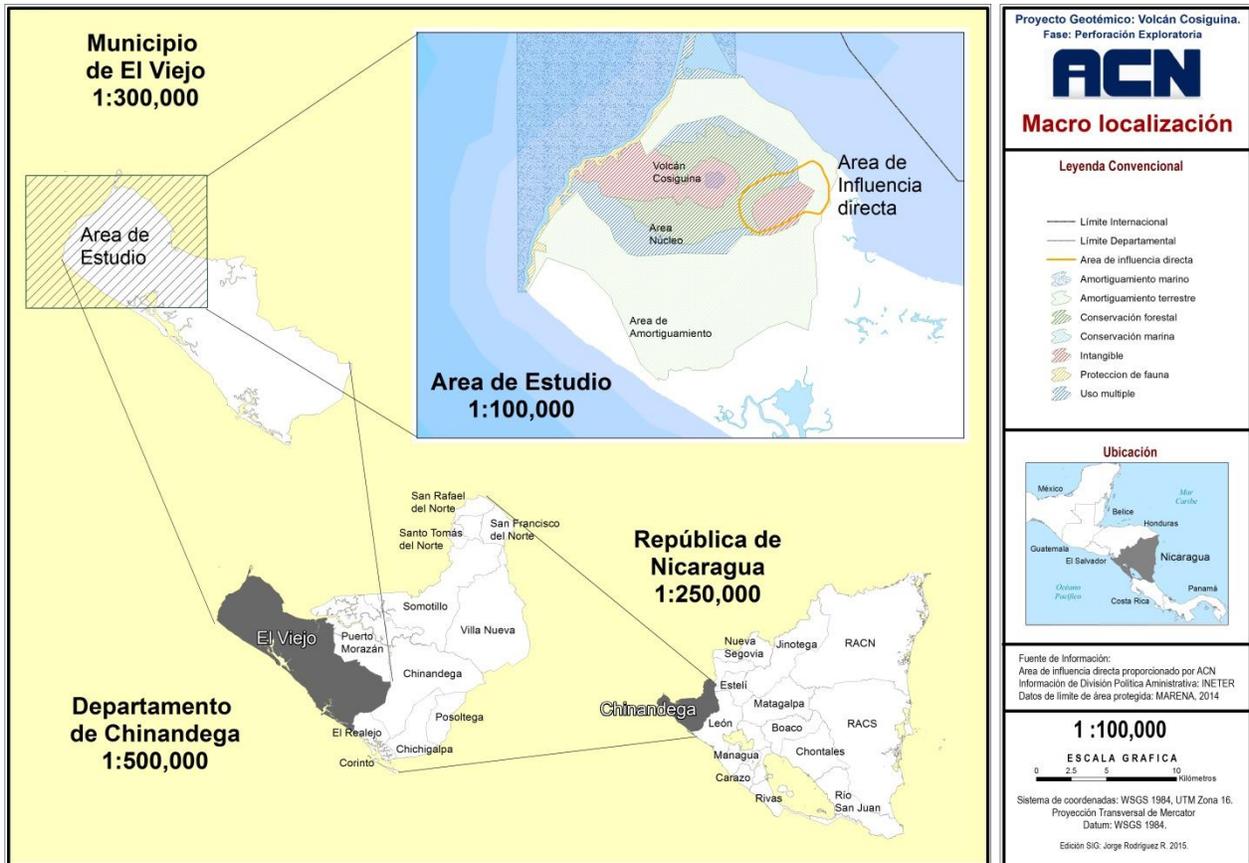


Figura 1. Mapa de ubicación del Proyecto.

El área total del Proyecto está subdividida en dos grandes secciones:

1. Área del recurso probable de 7.5 km² y máxima de 20 km²; que fue definida según el Reporte Científico Integrado ACN-JACOBS⁸ octubre 2014 página 119.
2. En el área de intervención directa se consideró la rehabilitación de 4km de camino terciario, apertura de 2km de nuevos accesos de 3.5m de ancho, conformación de plataformas de 28,975m² ó 0.028975Km², extracción y transporte de material selecto desde los bancos de materiales, extracción y transporte de agua hacia el área del Proyecto, propagación de material particulado, gases, vibraciones y dirección del flujo de agua subterránea. En la siguiente figura se observa la ubicación de las tres plataformas.

⁸ Ver Reporte Científico Integrado ACN-JACOBS en Apéndice Sección I: Estudios Complementarios.

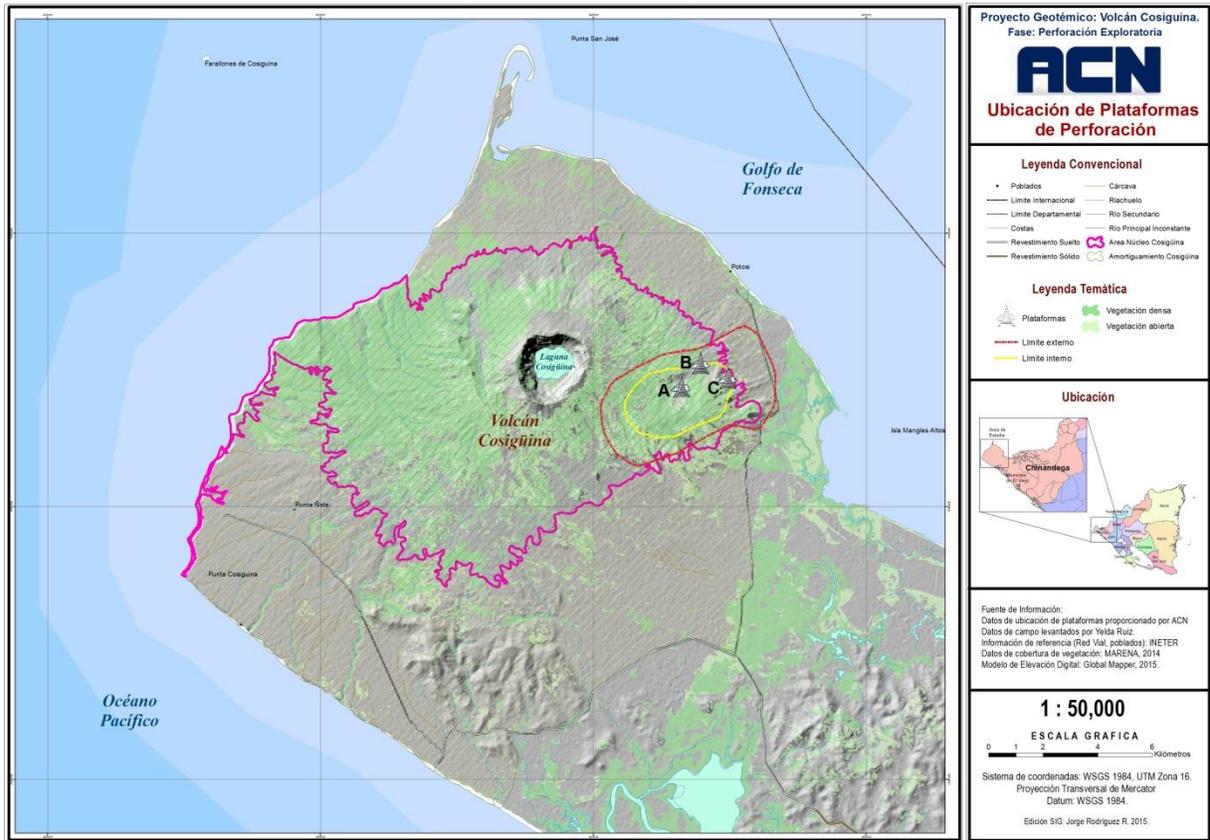


Figura 2: Ubicación de las plataformas de perforación exploratoria(A, B, C)

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas UTM proyección WGS84, de los principales componentes del proyecto. La topografía, el diseño y dimensiones de cada componente, incluyendo las plataformas, se presentan en acápites posteriores y en Apéndice Sección III Planos, numeral 2.

Cuadro 6: Coordenadas de los componentes del Proyecto

No.	Descripción del componente	Coordenadas UTM WGS84	
		X	Y
1.	Plataforma A (punto céntrico)	443,040.203	1,433,845.209
2.	Plataforma B (punto céntrico)	443,938.40	1,435,250.20
3.	Plataforma C (punto céntrico)	444,903.385	1,434,529.189
4.	Trocha de acceso hacia plataforma B (bm6)	445,307.413	1,435,463.464
5.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm7)	445,206.848	1,435,428.817
6.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm8)	445,088.492	1,435,352.246

7.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm9)	445,001.389	1,435,320.829
8.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm10)	444,930.446	1,435,325.554
9.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm11)	444,810.804	1,435,319.583
10.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm12)	444,715.942	1,435,293.025
11.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm13)	444,640.288	1,435,276.007
12.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm14)	444,577.879	1,435,233.439
13.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm15)	444,535.720	1,435,213.827
14.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm16)	444,500.366	1,435,164.901
15.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm17)	444,472.991	1,435,127.644
16.	Tocha de acceso hacia plataforma B (bm19)	444,305.098	1,434,989.467
17.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm20)	443,989.569	1,434,977.174
18.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm21)	443,783.069	1,434,924.638
19.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm22)	443,575.079	1,434,821.518
20.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm23)	443,435.951	1,434,692.915
21.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm24)	443,353.982	1,434,668.233
22.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm25)	443,271.781	1,434,633.790
23.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm26)	443,222.913	1,434,579.143
24.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm27)	443,149.480	1,434,549.393
25.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm29)	443,117.038	1,434,419.828
26.	Tocha de acceso hacia plataforma A(bm30)	443,665.446	1,434,368.894

27.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm32)	443,082.238	1,434,280.384
28.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm35)	443,018.028	1,434.146.952
29.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm36)	442,917.710	1,434,058.194
30.	Tocha de acceso hacia plataforma A (bm37)	442,979.009	1,433,888.306
31.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm7c)	445,292.535	1,435,366.257
32.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm8c)	445,269.840	1,435,201.589
33.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm9c)	445,141.149	1,434,932.488
34.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm10c)	445,099.568	1,434,887.217
35.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm12c)	444,989.064	1,434,736.719
36.	Tocha de acceso hacia plataforma C (bm13c)	444,912.410	1,434,637.378

- **Criterios de selección de sitio del Proyecto.**

Los criterios utilizados para la selección del sitio de ubicación del proyecto fueron:

Criterios Generales:

1. El Plan Maestro Geotérmico de Nicaragua incluye al Volcán Cosigüina dentro de la lista declarada de Áreas de Recursos Geotérmicos para exploración y explotación de los Recursos Geotérmicos en el territorio nicaragüense.
2. El Volcán Cosigüina representa una importante fuente de potencial de calor magmático pero no existe mucha información disponible para determinar la forma exacta del complejo magmático o para identificar posibles intrusiones magmáticas laterales que pueden extenderse por fuera del complejo central. No existe información disponible que permita identificar con certeza la ubicación de las zonas de flujo ascendente de fluido geotérmico pero es probable que la principal zona (o zonas) de ascenso se encuentren localizadas por debajo de la porción más elevada del volcán, probablemente en el sector E y SE. Por estas razones, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) se ha propuesto mejorar la calidad de los estudios geocientíficos del área, con el fin de actualizar la importante información existente, la

que una vez analizada e interpretada se complementará con la anterior para así localizar los sitios más idóneos para la perforación de pozos de exploración. Esto a su vez posibilitará que se determinen y ubiquen los sitios más prometedores para la perforación de pozos de explotación profundos, con el objetivo de encontrar el reservorio geotérmico y asegurar que el área sea más atractiva para los inversionistas a la hora que se realice una negociación directa con el MEM como entidad del Estado, facultada por ley. De esta forma, el Proyecto ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DEL AREA GEOTÉRMICA VOLCÁN COSIGÜINA será más atractivo para cualquier proyecto de desarrollo de generación de energía geotérmica, con lo cual se estará ayudando a cambiar la matriz energética del país y así depender menos de los recursos fósiles.

Criterios específicos:

1. El potencial geotérmico del campo geotermal de Cosigüina ha sido evaluado a través de un programa de exploración integrado llevado a cabo por Jacobs en el año 2014. El área del prospecto geotérmico ha sido investigada a fondo usando métodos de exploración típicos de la industria geotérmica para la fase que antecede al programa de perforación. Los resultados del estudio sugieren la presencia de un sistema geotermal de alta temperatura ($>250^{\circ}\text{C}$), de tamaño considerable (7.8 km^2 a 20 km^2). En esta etapa del programa de exploración el modelo conceptual considera un fluido ascendente principal ubicado bajo o cercano a las fuentes termales de Agua Agria. (Ver en Apéndice Sección I, numeral 6 Reporte completo)
 2. La interpretación conjunta de la geología, geoquímica, anomalías geofísicas y distribución de las fuentes termales en superficie han aportado pruebas sólidas acerca de la existencia de un recurso geotérmico en la península de Cosigüina, el cual se encontraría genéticamente relacionado a los volcanes Cosigüina y San Juan. Es muy probable que éste sea un recurso con un reservorio líquido-dominado alcanzando temperaturas sobre los 250°C . El sistema se centraría en los flancos Este del Volcán Cosigüina o Suroeste del Volcán San Juan.
- **Descripción de las áreas o actividades colindantes a las plataformas de perforación geotérmica exploratoria.**

En el área colindante a las plataformas de exploración se desarrollan las siguientes actividades:

Plataforma A: Bosque seco con remanentes de árboles grandes de Ceiba, Jobo y Guarumo. Característica principal es la ausencia de árboles maderables los cuales fueron extraídos en décadas anteriores por madereros. No se realizan actividades agrícolas ni ganaderas, sin embargo, hay un fuerte impacto sobre la biodiversidad

debido al incendio forestal acontecido en el mes de abril 2015 y al tornado de septiembre 2014. En las siguientes fotografías se aprecia el área de influencia de la plataforma A.



Figura 3. Vista panorámica del entrono plataforma A.

Fuente: Ruiz, Y. et al. Abril 2015.

Plataforma B: Corresponde a un área de producción agrícola (ajonjolí y maíz) de aproximadamente 1.5 x 0.5 kms. La vegetación está reducida a cercas vivas y árboles esporádicos, ya que el suelo es utilizado para la ganadería y agricultura (siembra de ajonjolí, frijoles, maíz, yuca, sorgo, entre otros cultivos anuales).

Hay varias viviendas en el entorno, las tres más cercana (dentro del radio de 50m) pertenecen al Sr. Efraín Ríos, Sr. Hilario Rodríguez y la vivienda del dueño de la propiedad donde se pretende emplazar la plataforma, el Sr. Juan Rodríguez Rocha que tiene una extensión de 4Mz.



Figura 4. Vista panorámica del entrono plataforma B.

Fuente: Ruiz, Y. et al. Abril 2015.

Plataforma C: Este tramo representa el área del borde más al Este de bosque natural de la Reserva Volcán Cosigüina con varios niveles de usos pero principalmente caracterizado por ser bosques desprovistos de especies de árboles de valor comercial.



Figura 5. Vista panorámica del entrono plataforma C.

Fuente: Ruiz, Y. et al. Abril 2015.

Se realizó un levantamiento exhaustivo de toda la infraestructura existente en un radio de 1.5km con respecto al emplazamiento del Proyecto. En el cuadro siguiente se sintetizan las distancias de retiro de infraestructura de interés existente y el requisito legal correspondiente.

Cuadro 7. Infraestructura existente en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto.

No.	Descripción de la infraestructura existente	Coordenadas UTM NAD27		Altitud (msnm)	Coordenadas WGS84		Observación	Exigencia normativa
		Este	Norte		Este	Norte		
1.	Vivienda más cercana a plataforma A (Efraín Ríos)	444095	1434900	112	446096.4	1436298.2	Distancia entre ambos puntos: 1717metros.	N/A
2.	Vivienda más cercana a plataforma B.	443932	1435048	107	446750.4	1433955.2	Distancia entre ambos puntos: 30metros	N/A
3.	Pila de almacenamiento de agua para consumo más cercana a plataforma B. proveniente de dos ojos de agua distantes 500m.	444095	1434900	112	444701.4	1435473.2	Distancia entre ambos puntos: 170metros aguas arriba.	N/A radio de acción de zonas de protección de pozos (300m) considerando que no proviene de tal fuente.
4.	Entrada camino de acceso principal desde Capulín hacia comunidad El Mojado.	446090	1436096	41	444509.4	1435377.2	Nivel de intervención antropogénicas: alta. Se observan construcciones de viviendas, pastos, áreas de cultivo (maíz, ajonjolí). La vegetación esta reducida a arboles esporádicos remanentes (Guácimo de oreja, Espino de playa y Jícara).	

EIA: "Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina-Fase Perforación Exploratoria". | ARTÍCULOS Y CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA S.A.

5.	1era. casa comunidad El Capulín.	446744	1433753	22	444488.4	1435328.2	Área de cultivos, con vegetación de bosque seco de ladera de volcán y vegetación de humedales temporales al otro extremo de la carretera.
6.	fin de camino principal El Mojado (se dobla hacia la derecha)	444068	1434789	163	444074.4	1434991.2	Bosque tropical seco de ladera de volcán. La vegetación forma parte del tipo de vegetación intervenida que conforma este extremo de la vegetación de la zona. Sobresalen: Guanacaste de oreja, Ceiba, Espino de playa; Jícaros de huacal.
7.	1era casa comunidad El Mojado (Flor Manzanares)	444094	1434888	162	444100.4	1435090.2	Bosque tropical seco de ladera de volcán. La vegetación forma parte del tipo de vegetación intervenida que conforma este extremo de la vegetación de la zona. Sobresalen: Guanacaste de oreja, Ceiba, Espino de playa; Jícaros de huacal.
8.	Pila El Mojado (Abandonada)	444045	1434764	134	443120.4	1434757.2	Área de bosque tropical seco intervenido, los arboles de mayor porte han sido extraídos por su utilidad para la construcción de casas, energéticos o valor maderable.
9.	Pozo y pila de agua municipal que abastece de agua a 5 comunidades	445705	1435804	57	444101.4	1435102.2	Área de pastos con árboles remanentes para sombra (Genízaro, Guanacaste de oreja, etc.) y área de cultivo para maíz, maní o ajonjolí.
10.	Quebrada Agua Agria	443051	1433926		444051.4	1434966.2	Bosque de galería. Vegetación típica de afloramientos hídricos. Se observan algunas plantas del género Inga, así como otras plantas comunes en la zona: Guarumo etc. Ausencia de genero Costus (Caña agria)
11.	colegio Potosí	445312	1437993	15	445711.4	1436006.2	Área urbana
12.	Puerto comunal de Potosí	445612	1437880	13	443057.4	1434128.2	Área urbana
13.	centros de acopios de pescados, pescadores	445784	1437736	10	445318.4	1438195.2	Área urbana
14.	plantación de eucalipto	445323	1437452	25	445618.4	1438082.2	Área urbana
15.	Iglesias de Potosí (católica, cristiana cordero de Dios, Adventista del 7mo día)	445221	1437923	10	445790.4	1437938.2	área urbana
16.	Ministerio de Restauración pentecostés príncipe de paz, potosí	445687	1437377	9	445506.4	1437938.2	área urbana
17.	IDR	445385	1437698	15	445329.4	1437654.2	área urbana

18.	Escuela comunidad capulín	El	446383	1435022	12	445227.4	1438125.2	área urbana
19.	vivero		445579	1430351	22	445693.4	1437579.2	Área de suelos productivos utilizados para el cultivo de plátano y maní en la entrada a Potosí. También se observó un vivero de cacao de aproximadamente 50,000 plántulas el cual está proyectado a ser cultivado intercaladamente en el platanal que se encuentra al otro extremo del camino.
20.	Escuela comunidad de cabo de horno		445698	1428698	19	445391.4	1437900.2	Arboles esporádicos en cercas vivas pero principalmente áreas de cultivos agrícolas mecanizados.
21.	Escuela comunidad Cosigüina		445777	1427619	22	446389.4	1435224.2	Caserío con árboles remanentes para sombra (Matapalos), frutales (Mango, jocotes etc).
22.	Iglesia católica comunidad de Cosigüina		445785	1427514		446506.4	1433483.2	Caserío con árboles remanentes para sombra (Mataplalos), frutales (Mango, jocotes etc).
23.	centro de extracción de miel		445334	1425659	15	446394.4	1433455.2	Área de cultivos agrícolas con árboles esporádicos típicos de bosque seco tropical.

3.2. Macrolocalización

El Proyecto se ubica en el Departamento de Chinandega, Municipio de El Viejo que está ubicado entre las coordenadas 12° 51' de latitud Norte y 87° 10' de longitud Oeste. Se encuentra a una distancia de 142 Km. al nor-oeste de Managua y su territorio está a 43 msnm (Plan de Respuesta Municipal de El Viejo, 2013).

El Viejo tiene una extensión territorial de 1,308 km², distribuido en 145 localidades rurales y el casco urbano, siendo los principales asentamientos humanos en orden de importancia el Ingenio Monte Rosa, Punta Ñata y Potosí que es el sector rural más densamente poblado cercano al Proyecto (5Km), los que en conjunto aglutinan el 48.6% de la población municipal (Plan de Manejo de la Reserva Volcán Cosigüina 2006)⁹. Límites del Municipio:

Al Norte: Golfo de Fonseca

Al Sur: Océano Pacífico

Al Este: Departamentos de Chinandega y El Realejo

Al Oeste: Océano Pacífico

Es parte del Municipio, la Reserva Natural Volcán Cosigüina, localizada en el punto más nor-occidental de la costa del Pacífico, fronterizo con el Golfo de Fonseca. Cuenta con una extensión de 12,420 hectáreas en un rango de altitud de 100 a 859 metros, en donde el principal ecosistema es el bosque tropical seco y playa.

⁹ Resolución Ministerial No.062-2006

Está bordeada al Noreste por el Golfo de Fonseca y al Noroeste por el Océano Pacífico. Los límites actuales¹⁰ de la Reserva Natural Volcán Cosigüina son: al Norte, la curva de nivel de los 100 msnm, desde la Loma de las Batidoras al Este, hasta la Punta La Salvia al Oeste; y como límite Sur la curva de nivel de los 200 msnm, desde la Punta La Salvia hasta La Loma Las Batidoras nuevamente, incluyendo los llamados Farallones de Cosigüina y el acantilado que se extiende desde Punta Cosigüina hasta la Cañada El Carmen. El Volcán Cosigüina, con una altura máxima de 859 msnm se localiza en el extremo nor-occidental de la cadena volcánica de los Maribios, aproximadamente en la parte central de la península. Los puntos de límites externos de la Reserva son:

Punto	X_coord	Y_coord	Punto	X_coord	Y_coord
01	440064.80	1442622.99	16	439316.45	1429913.82
02	438386.37	1442681.75	17	436051.54	1429951.54
03	436929.00	1442242.00	18	432956.71	1429761.69
04	435878.23	1442561.95	19	432386.55	1429925.28
05	433188.84	1438181.05	20	431423.13	1430862.18
06	433658.04	1436978.35	21	431055.00	1431892.00
07	435710.04	1439160.56	22	429553.31	1433279.75
08	439057.68	1439899.69	23	428780.00	1434445.00
09	444411.41	1436648.74	24	426967.51	1432663.70
10	444497.35	1435152.13	25	426551.28	1430504.32
11	444742.00	1432760.00	26	426519.12	1430021.24
12	444381.00	1432089.00	27	425693.11	1427493.49
13	443473.00	1431627.00			
14	442404.00	1431248.00			
15	440508.04	1431262.52			

Cuadro 8. Polígono de delimitación del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina según Plan de Manejo aprobado.

Dentro del Área Protegida existen cuatro Zonas de protección y dos Zonas de Amortiguamiento (Marino y Terrestre).

a. Zona Intangible (con 3 sub- zonas).

a.1 Sub-zona de Conservación Absoluta Laguna Cratérica- Filete Montoso- La Tigüilotada.

a.2 Sub- zona de Infiltración de Agua Loma La Batidora.

a.3 Paisaje Marino de Islotes

b. Zona de Conservación Forestal.

c. Zona de Manejo de Recursos Naturales (4 sub- zonas):

c.1 Sub- zona de Conservación y Uso Forestal.

c.2 Sub- zona Silvo Pastoril.

¹⁰ Según Decreto Ejecutivo N° 1320, septiembre de 1983.

c.3 Sub- zona Agroforestal.

c.4 Sub- zona de Uso Múltiple Punta San José.

d. Zona de Protección de Fauna Silvestre.

e. Zona de Protección Marino Costera

f. Zona de Amortiguamiento Marino.

g. Zona de Amortiguamiento Terrestre.

El área de influencia directa del Proyecto está inmersa en la Zona Intangible, Sub-zona de infiltración de agua Loma La Batidora (a.2). El área de influencia indirecta del Proyecto está sumergida en la zona de amortiguamiento terrestre de la Reserva considerando que la comunidad de Potosí y todas las comunidades asentadas sobre la carretera Cosigüina-Potosí son parte del área definida. En la Figura 7 se aprecia la zonificación del Área Protegida y la ubicación de las plataformas de perforación, escala 1:50,000, conforme lo solicitado en los TDR. Ver mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 2.

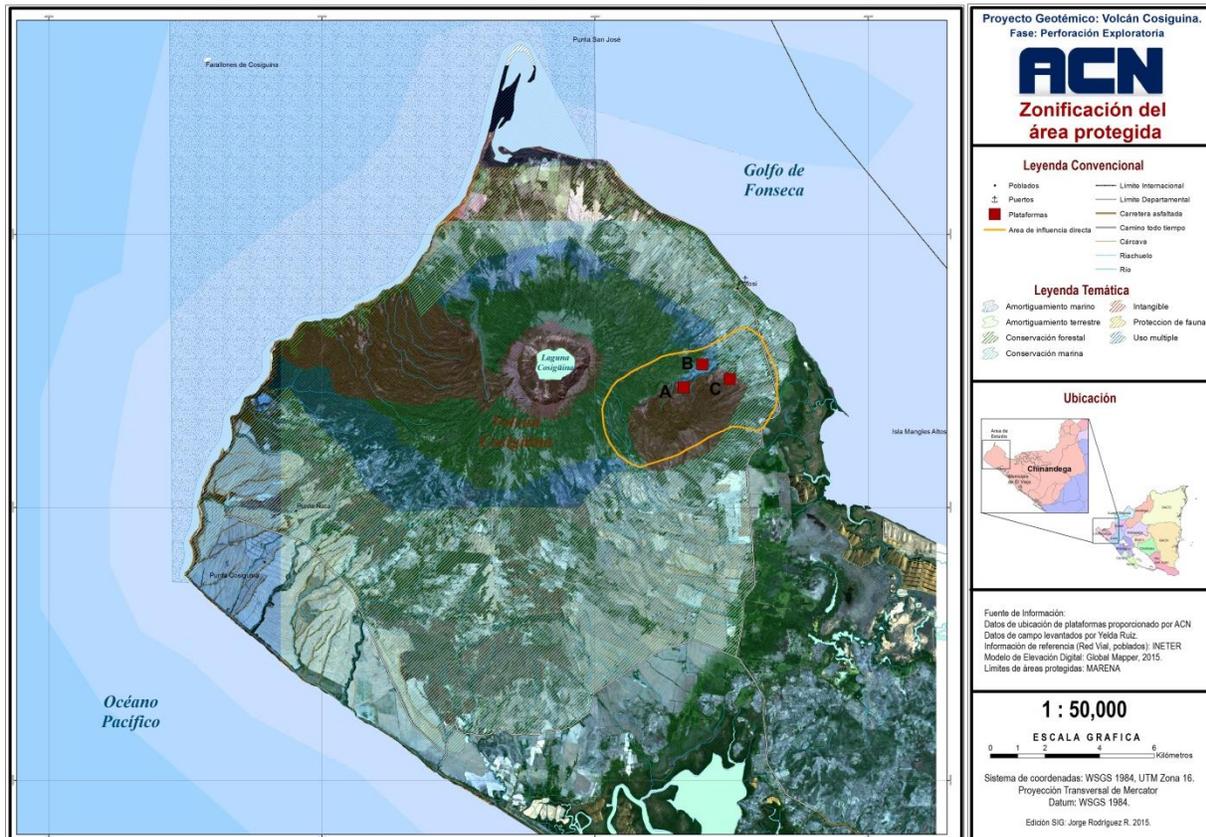


Figura 6. Zonificación del Área Protegida y la ubicación de las plataformas de perforación.

Se describen los principales aspectos de las dos zonas de interés para fines del presente Estudio:

a. ZONA INTANGIBLE

La Zona Intangible está reservada para asegurar la continuidad de los procesos naturales, sin intervención humana, excepto para fines de protección y vigilancia y para fines de investigación científica. Debido al terreno accidentado de la zona y el tipo de suelos, el único uso permisible es de conservación y la regeneración de la cobertura boscosa contribuirá a la función de preservar el ciclo hidrológico y los deslizamientos del terreno. Tiene una superficie de 3,909.87 Ha (27.96 % del total de la Reserva).

a.2. Sub- zona de infiltración de agua Loma La Batidora

Esta subzona está formada por una colina con relieve abrupto de pequeños valles, filetes y cañadas, con una superficie aproximada de 775.52 Ha. Quedan remanentes y regeneración de un bosque integrado por Quebracho (*Lysiloma* spp), Pintadillo (*Caesalpinia eriostachys*), Panamá (*Sterculia apetala*), Guacimo de Molenillo (*Luhea candida*) y de Ternera (*Guazuma ulmifolia*), Námbar (*Dalbergia retusa*).

Aunque parches del terreno están siendo utilizados para la producción agropecuaria en laderas (aproximadamente 30 Ha), la pendiente y el tipo de suelo indican que no es recomendable. Lo adecuado es mantener la cobertura boscosa natural para evitar los deslizamientos de tierra que han ocurrido con frecuencia y para que sirva para la importante función de infiltración de agua ya que de éste sector proviene la fuente de agua utilizada para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Potosí, el asentamiento de población más grande e importante de la península y de la comunidad de El Capulín, así como las fuentes de aguas termales que después de enfriarse se mezclan con el agua marina para mantener los humedales que quedan al Sur y Sureste del mismo.

El propósito general de la zona es preservar la cobertura vegetal natural (Bosques) en la Zona para control de la erosión y prevenir los deslizamientos de tierra y sirva como zona de infiltración de agua para resarcir las fuentes de agua para las comunidades como para alimentar de agua dulce los humedales y manglares al Sur y Sureste de la Zona.

Normas generales de la zona:

- En la Zona, se prohíbe el asentamiento humano por lo cual se debe sacar de esta zona cualquier persona o familia asentada en el área.
- Se prohíbe la corta de árboles nativos y/o la eliminación de la vegetación natural de cualquier tipo.
- Solo se permitirá entrada a los guardaparques en sus rondas de vigilancia y a las expediciones de investigación científica o documentalistas que deberán ser acompañados por los guardaparques.
- No se permite la construcción de caminos para vehículos de motor

g. ZONA DE AMORTIGUAMIENTO TERRESTRE

El área de amortiguamiento, comprende la faja entre la carretera desde la comunidad Gaspar García Laviana hacia el Noreste y Noroeste y el límite del área protegida. Al Sur, las comunidades de Poza de la Vaca y Venecia se encuentran fuera de Cosigüina pero dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural Estero Padre Ramos. Por el sureste pasaría rozando los manglares y humedales de la Reserva Natural Estero Padre Ramos y por el Noreste los manglares y humedales de la Reserva Natural Delta del Estero Real. Tiene una extensión de 17,763.19 Has.

Normas generales de la zona de amortiguamiento:

- Se deben restaurar la cobertura boscosa de las riberas de las quebradas para conservación del agua y retención de suelos, evitando los procesos erosivos.
- Es preciso garantizar a las comunidades la protección de sus ambientes ecológicos y el beneficio futuro del aprovechamiento de los recursos naturales en forma sostenida y perdurable.
- Permitir las investigaciones científicas y el monitoreo en el área conforme normas y control de MARENA.
- No se debe desarrollar grandes proyectos sin una evaluación de impacto ambiental, considerando afectos a situaciones socio- ambientales, socio- económicos y a la Reserva Natural.
- En los sistemas productivos no se deberá usar agroquímicos o sustancias tóxicas y/o contaminantes no biodegradables que puedan tener un efecto directo o indirecto sobre los productos, la población humana circundante y/o la Reserva Natural

En el siguiente mapa de macrolocalización se presenta la ubicación de la Reserva dentro del municipio de El Viejo, y la zonificación establecida para la Reserva Natural Volcán Cosigüina. (Escala 1:250,000), incluyendo la ubicación de las tres plataformas de perforación geotérmica.



Figura 7. Mapa de macrolocalización del Proyecto¹¹.

3.3. Microlocalización

El proyecto se localiza específicamente en la comunidad El Capulín-El Mojado. La comunidad está a 2.7Km de Potosí. Se accede hacia las plataformas a través de un camino terciario de 4Km, que inicia en la comunidad El Capulín y termina en la comunidad El Mojado.

Las plataformas A, B y C se encuentran en la comunidad “El Mojado”, que es un sector rural de vivienda esporádica donde se contabilizan 7 viviendas. El área está altamente intervenida por la actividad agrícola y ganadera. Las tres plataformas están distantes aproximadamente a 1km. En la siguiente figura se aprecia una panorámica del sector (Escala 1:15,000). Ver en Apéndice Sección II, numeral 4 mapa ampliado; Sección III Planos a detalle de la topografía de los caminos de acceso y plataformas.

¹¹ Ver mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 3. Mapas del área de Estudio.

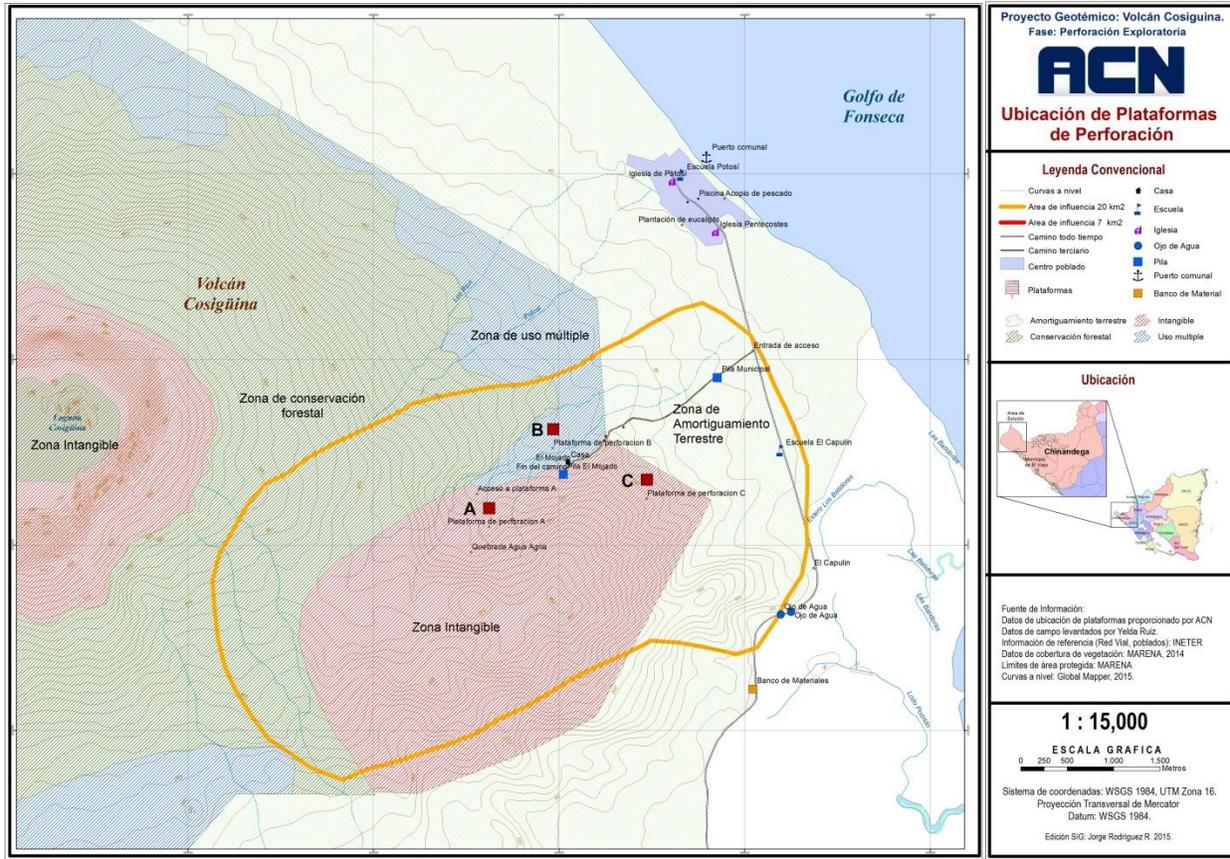


Figura 8. Mapa de Microlocalización del Proyecto.

3.4. Objetivos

3.4.1. Objetivo General del Proyecto

Elaborar el estudio de pre-factibilidad con miras a la utilización del recurso geotérmico del Volcán Cosigüina con propósitos de generación eléctrica, con una estricta consideración de los aspectos ambientales y sociales.

3.4.2. Objetivos Específicos del Proyecto

- Determinar el modelo conceptual del área geotérmica investigada, con vistas a que brinde información sobre la presencia de la anomalía térmica, los límites del posible yacimiento, sus características físicas (cobertura, capa, sello), así como una definición de los patrones hidrogeológicos del agua subterránea, incluyendo la identificación de las zonas de recarga y descarga.
- Determinar la profundidad que tendrán los pozos para poder alcanzar el recurso y medir parámetros como temperatura, presión, litología y fluido.

- Realizar la perforación de pozos de diámetro reducido y medir los parámetros como temperatura, presión, litología y fluido.
- Realizar el análisis de costos y estudios de Pre-Factibilidad del aprovechamiento geotérmico.

3.4.3. Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental

- Desarrollar un Estudio de Línea de Base Socio-ambiental en el área de influencia del Proyecto.
- Predecir los efectos ambientales generados y evaluarlos para poder juzgar la idoneidad de las obras, así como permitir, su realización en las mejores condiciones posibles de sostenibilidad ambiental.
- Determinar la implantación de medidas de mitigación, corrección y compensatorias viables técnica, económica y ambientalmente sostenibles.
- Formular planes de manejo como herramientas de gestión integral que permitan ejecutar acciones encaminadas al resguardo de la seguridad ocupacional y el medio ambiente.
- Cumplir con el marco regulatorio nacional vinculante al proyecto.

3.5. Justificación del proyecto tomando en cuenta la selección del área de interés.

Este proyecto tiene su principal incidencia a nivel nacional, ya que de resultar positiva su viabilidad técnica y económica confirmaría la oferta de energía geotérmica para fines de producción. El proyecto está circunscrito en el objetivo estratégico de contribuir a mejorar la matriz de generación energética a nivel nacional, reduciendo sustancialmente la dependencia de la generación proveniente de hidrocarburos.

Adicionalmente, se marcarán las pautas para determinar el perfil de proyecto para la instalación de una planta de generación, contribuyendo en su fase de operación a la reducción de los gases de efecto invernadero, abriendo la posibilidad de obtener una retribución económica en los sistemas internacionales de promoción a este tipo de proyectos.

El proyecto de perforación exploratoria a nivel local, se hará sentir durante un período relativamente corto de tiempo, generando un impacto socioeconómico positivo en las comunidades o comarcas circundantes, especialmente en cuanto a la generación de empleo y el incremento de las actividades comerciales. Agregado a lo anterior hay que considerar que, de resultar el programa de exploración exitoso la futura operación de

una planta geotérmica se vincularía con el desarrollo económico de la zona y con programas de educación ambiental en zonas inmediatas.

3.5.1. Justificación técnica:

El Volcán Cosigüina representa una importante fuente de potencial de calor magmático, pero no existe mucha información disponible para determinar la forma exacta del complejo magmático y para identificar posibles intrusiones magmáticas laterales que pueden extenderse por fuera del complejo central. La escasez de centros volcánicos parásitos, alejados del cono central, sugiere que las intrusiones laterales son escasas.

Debido a la presencia de rocas relativamente permeables en la superficie, el agua superficial es escasa y existen muy pocos recursos de aguas permanentes. Se considera probable que el drenaje subterráneo se produce a través de lavas permeables y/o depósitos piroclásticos. La presencia de varios pozos de agua distribuidos alrededor de las llanuras costeras indica que existe un acuífero o acuíferos bastante extensos (s) en una gran parte del área.

Se localizan manantiales en la orilla oriental de la península, y en un tramo de aproximadamente seis kilómetros, a elevaciones próximas al nivel del mar, afloran aguas con temperaturas que oscilan desde 35° hasta 49°C, algunas con caudales elevados. Estos representan el flujo desde el acuífero freático hacia los pantanos adyacentes al Estero Real. Se nota también que los manantiales se agrupan cerca de una colina ancha compuesta de rocas volcánicas pre-caldéricas.

Los aspectos químicos isotópicos de estos manantiales indican claramente que existe un flujo de agua geotérmica que se origina en el núcleo del Volcán Cosigüina y se desplaza hacia el Este. En la mayor parte de la zona el componente geotérmico se mezcla con grandes cantidades de agua meteórica, no obstante, existe solamente un manantial, el que produce agua con 2,000 mg/l de cloruros a una temperatura de 49°C. Los datos químicos indican que el agua de este manantial tiene un componente geotérmico con una concentración de 5,500 mg/l y una temperatura de por lo menos 200°C (Plan Maestro de Desarrollo Geotérmico: GeoThermex, 2001).

No existe información disponible que permita identificar con certeza la ubicación de las zonas de flujo ascendente de fluido geotérmico, pero es probable que la principal zona (o zonas) de ascenso se encuentren localizadas por debajo de la porción más elevada del volcán, probablemente en el sector E y SE. Por estas razones, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) a través de su Dirección de Geotermia ha propuesto mejorar la calidad de los estudios geo-científicos del área, con el fin de actualizar la importante información existente, la que una vez analizada e interpretada complementara con la

anterior para así localizar los sitios más idóneos para la perforación de pozos de exploración. Esto a su vez posibilitara que se determinen y ubiquen los sitios más prometedores para la perforación de pozos de explotación profundos, con el objetivo de encontrar el reservorio geotérmico y asegurar que el área sea más atractiva para los inversionistas a la hora que se realice una negociación directa con el MEM. El estudio se realizara con la participación de las comunidades y los propietarios del área, con el acompañamiento de la autoridad municipal de Chinandega.

De esta forma, el Proyecto Estudio de Pre-factibilidad del área geotérmica volcán Cosigüina será más atractivo para cualquier proyecto de desarrollo de generación de energía geotérmica, con lo cual se estará ayudando a cambiar la matriz energética del país y así depender menos de los recurso fósiles que cada día se vuelven más caros.

3.5.2. Justificación Legal:

Al igual que todos los proyectos se requiere el cumplimiento de la legislación nacional y municipal en materia ambiental y de higiene y seguridad ocupacional, considerando que es responsabilidad de la Empresa ejecutora el preservar o mejorar las condiciones actuales de los factores ambientales y sociales donde se encuentre inmerso el proyecto. El apego a lineamientos que garanticen la mitigación, prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales proveerá seguridad jurídica al desarrollo del Proyecto, aun cuando éste esté dentro de un Área Protegida Declarada por el Estado como área de recurso geotérmico según Decreto 19-2003.

3.5.3. Justificación Socio-económica:

Desde el punto de vista social a nivel local el Proyecto generará fuentes de empleos directos e indirectos y mejorará las condiciones de acceso de la comunidad El Mojado con la rehabilitación de 2.02Km de camino terciario y la apertura de 2.40Km lineales de trocha nueva.

Además se estima la mejora de condiciones higiénicas de la pila de almacenamiento de agua de consumo humano, actualmente desprovista de tapadera, ubicada en la finca del Sr. Efraín Ríos considerando que el Proyecto construirá un camino que atraviesa la propiedad, lo cual impactará potencialmente la calidad del agua por la deposición de material particulado y otros contaminantes presentes en el suelo. La pila tiene un área de 25m² (312.5m³). Según resultado de muestreo simple realizado en abril 2015, al agua contenida en la pila de almacenamiento, el agua está contaminada con Coliformes fecales en valores que exceden la norma CAPRE, OMS. La fuente de contaminación puntual es el estiércol del ganado que pastorea en la zona y potreros aledaños.

Económicamente a nivel local se mejorarán las condiciones de vida de los trabajadores que se contraten, ya que en la zona hay escases de fuentes de empleo por lo que

muchos migran a zonas urbanas del Municipio e incluso viajan a Costa Rica para trabajar en proyectos de construcción durante los meses de verano. A nivel municipal implica el pago de impuestos a la Alcaldía y creación de expectativas de cambios radicales positivos en la economía total del Municipio y a nivel nacional por el avance y cumplimiento de los planes, programas y política de fomento de la inversión en el cambio de matriz energética del país.

3.5.4. Justificación Ambiental:

Los Proyectos geotérmicos son de interés nacional por aportar al cambio de la matriz energética del país, con lo cual se estará reduciendo el consumo de combustibles fósiles que en su proceso de combustión, para la generación de energía eléctrica, contribuyen al incremento de concentraciones gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global.

En esta etapa de perforación exploratoria el impacto ambiental será puntual y reversible a corto plazo si se toman todas las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias viables técnicamente y económicamente factibles. **Ambientalmente el proyecto está inmerso en un área protegida, sin embargo se permiten las actividades de estudios científicos que promuevan el potencial de los recursos naturales.** Los resultados que se obtengan de esta fase científico-investigativa serán la base para un futuro proyecto que genere grandes impactos ambientales positivos medidos desde la cuantificación de la reducción de las emisiones de los gases involucrados¹². Según el Estudio “Emisiones Atmosféricas de las Centrales Eléctricas en América del Norte”, elaborado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (2011), los efectos más importantes en la salud de la población y en los factores ambientales, provocados por los principales contaminantes emitidos por las centrales eléctricas a base de combustible fósil son:

Óxidos de nitrógeno	Dióxido de azufre	Mercurio	Dióxido de carbono
Es un componente del ozono troposférico y el esmog.	Es un importante precursor de las partículas finas de hollín	Afecta al sistema nervioso; daña las funciones cerebrales,	Contribuye al calentamiento global y el cambio climático.

¹² Tasa estimada de emisión para centrales eléctricas con combustible fósil, según el estudio “Emisiones Atmosféricas de las Centrales Eléctricas en América del Norte”. Comisión para la cooperación ambiental. CEC-CCA-CCE, 2011.

Contaminante	Tasa de emisión (kg/mwh) combustóleo
Co ₂	759.09
So ₂	5.45
No _x	1.82

		provoca alteración en el ADN y los cromosomas; causa reacciones alérgicas e infertilidad.	
Contribuye a la muerte y enfermedades respiratorias graves y agrava las enfermedades cardiovasculares.		En animales, la ingesta de mercurio a través de la red trófica contaminada, puede dañar los riñones e intestinos y alterar el ADN.	
Reacciona para acidificar las aguas superficiales, lo que mata a peces y otra biota, incluidos árboles y organismos que viven en el suelo.			

Cuadro 9. Efectos sobre la salud y el medio ambiente de las emisiones de las centrales eléctricas convencionales a base de combustible fósil.

3.6. Monto total de la inversión

La ejecución del Proyecto contempla varias fases (construcción o adecuación del área para los diferentes componentes del Proyecto, operación-mantenimiento y cierre). Es vinculante con el presente EIA, la información relacionada a los costos estimados para la ejecución exitosa de los componentes del Proyecto como son la construcción o apertura de caminos de acceso, plataformas, perforación de pozos y obras conexas. La inversión del proyecto de exploración geotérmica incluye los costos asociados a la implantación de las medidas de mitigación, prevención y compensación de los impactos ambientales y sociales previstos.

3.7. Generación de fuentes de empleo

El Proyecto contempla la contratación de personal permanente y temporal en la fase de construcción, operación y cierre. En la etapa de construcción se estima contratar dos cuadrillas de 30 hombres dedicados a la rehabilitación y apertura de caminos, conformación de plataformas y construcción de obras del sistema de drenaje pluvial, instalación de campamento. Esta etapa estará bajo responsabilidad del contratista con supervisión de la Empresa.

En la siguiente sección se detalla el número de plazas estimada a contratar en la etapa de operación; haciendo mención que por el tipo de proyecto y tecnología a implementar el personal será el mínimo requerido para el buen funcionamiento y mantenimiento de las obras conexas.

Durante la perforación se involucrará una cantidad de 60 personas, las cuales serán distribuidas en tres turnos de trabajo. En el sitio de obras se estima que simultáneamente no habrá más de 30 personas.

Personal	Cantidad
Ingeniero supervisor de obra	2
Geólogo	2
Ingeniero de lodos	1
Ingeniero de mediciones	2
Supervisor ambiental	1
Primeros auxilios	3
Jefe de pozo	2
Jefe de turno de perforación	2
Perforador	2
Ayudante de perforación	3
Mecánico	2
Electricista	2
Soldador	3
Operador de cementadora	5
Operador de motoniveladora	2
Operador de cisterna	3
Conductor automotriz	3
Ayudantes varios	15
Vigilantes	4
TOTAL	60

Cuadro 10. Personal a ser empleado durante la etapa de operación y mantenimiento.

De manera general, y conforme el marco jurídico laboral se contratará personal permanente o temporal en todas las etapas del proyecto con las siguientes especificaciones:

- Mayor de 18 años según el Arto. 136 del Código del Trabajo.
- Preferiblemente de sexo masculino y que sepa leer y escribir.
- En excelentes condiciones de salud física y mental
- Se estima que un 90% del personal calificado del Proyecto será contratado a nivel nacional de conformidad al Código del Trabajo Arto.14.

Se contratará personal preferiblemente de la zona (comunidad El Mojado y El Capulín) para trabajos de obreros, ayudantes y vigilantes.

La configuración de la jornada de trabajo cumplirá con las 48 horas laborables por semana por trabajador establecida en el Arto.51 del Código del Trabajo:

Tipo de trabajo	Configuración de jornada laboral propuesta		
	Días trabajados/semana	Horas/día	Turnos/día
Operación y mantenimiento	6 días	8 horas	Tres turnos que cubran las 24 horas
Vigilancia	6 días	8 horas	3 turnos

Cuadro 11. Configuración de jornada laboral propuesta

La operación de un equipo de perforación requiere actividad continua las 24 horas del día, durante los siete días de la semana. El personal que opera y garantiza el mantenimiento de la maquinaria de perforación (Jefe de pozo, perforadores, ayudantes, mecánicos y electricistas) trabajarán en cuadrillas durante tres turnos de 8 horas.

Nota: Se plantea mantener personal permanente, cumpliendo con su horario laboral de 8 horas/hombre/día durante las 24 horas/día por motivos técnicos y de seguridad y en cumplimiento de la Ley 618 y el Código del Trabajo.

Disponibilidad de mano de obra hay en la zona de influencia (Comunidades El Mojado, El Capulín, Potosí), debido a la falta de fuentes de empleo. La mayoría de la población de El Capulín se dedica a la agricultura y la pesca por falta de empleo formal. Según información primaria recopilada en la comunidad y tomando en cuenta que la Población en Edad de Trabajar (PET) se encuentran dentro del rango de edades de los 15 a los 65 años de edad, se determinó que solamente 131 personas se encuentran dentro de éste rango de edades. Sin embargo, únicamente 69 personas de la PET, realizan diferentes actividades económicas, representando así a la Población Económicamente Activa (PEA) de la comunidad de El Capulín. La PEA de esta comunidad representa el 53% de la PET y el 85.5 % de la PEA de la comunidad son hombres.

3.8. Cronograma de trabajo

Las actividades se pretenden ejecutar en un lapso de 8 meses de manera continua trabajando 7 días/semana. Las principales actividades son la construcción o preparación de las plataformas, apertura de trocha, área de almacenamiento de combustible y demás infraestructura de apoyo; en la etapa de operación las actividades serán la perforación de 3 pozos de 1000m de profundidad; cierre de plataformas y demás actividades de rehabilitación post cierre. En el siguiente Diagrama de Grantt se observa el lapso programado de las actividades. Ver cronograma ampliado en Apéndice Sección I, numeral 5.

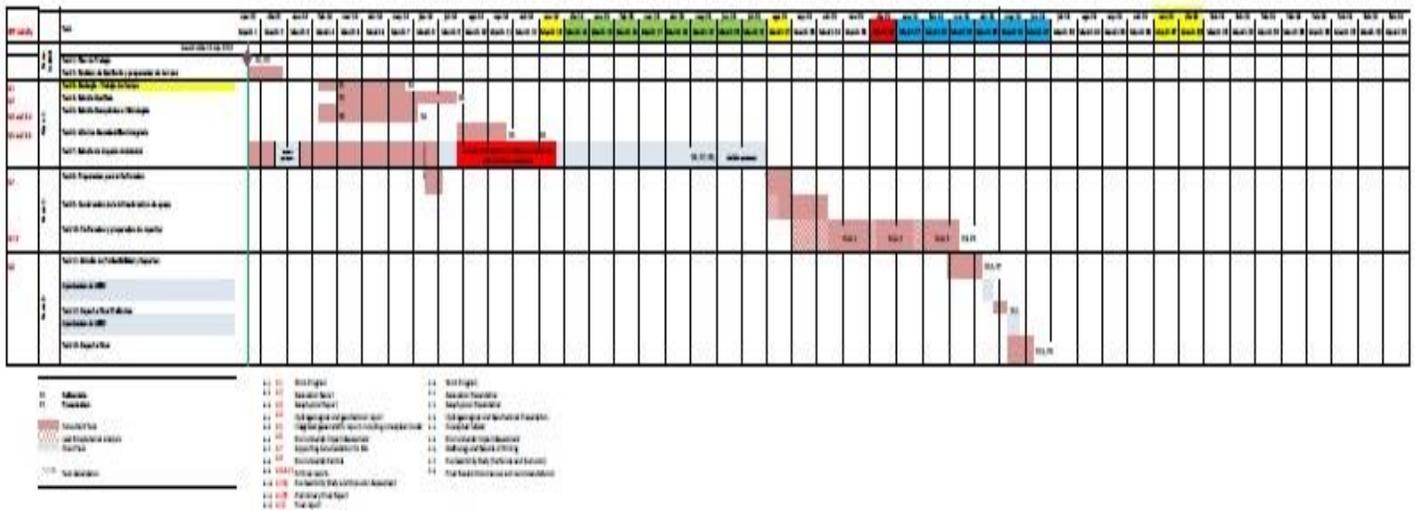


Figura 9. Cronograma de trabajo. Diagrama de Grantt.

3.9. Descripción técnica del proyecto

La perforación de pozos de exploración es esencial para confirmar y cuantificar las características del yacimiento o reservorio que sólo puede ser inferida desde la exploración de la superficie. Esta prueba del recurso es de importancia estratégica para el proyecto a fin de demostrar con confianza el tamaño y el contenido energético del recurso y su calidad en términos de extracción de energía práctica con el fin de justificar la construcción de una central eléctrica.

En éste capítulo se describen los componentes del Proyecto, los insumos y maquinaria a utilizar, así como información concerniente a distancias de retiro reguladas por el marco jurídico nacional, entre otros aspectos de interés.

3.9.1. Componentes del Proyecto

El Proyecto “Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria”, contempla el desarrollo de cuatro grandes componentes, siendo estos:

3.9.1.1. Plataformas de perforación

Se pretenden conformar tres (3) plataformas de perforación cada una con dimensiones de 25 metros de largo por 25 metros de ancho (625m²) para un área total de intervención directa del componente de 1,875m², ubicadas en las siguientes coordenadas (UTM WGS84):

Id	Coordenadas plataformas de perforación	
	X	Y
A	443,040.203	1,433,845.209
B	443,938.40	1,435,250.20
C	444,903.385	1,434,529.189

Es imperante mencionar que el pozo exploratorio, el sistema de tubería de suministro de agua, la fosa de sedimentación de lodos de perforación y todos los equipos, maquinaria, aditivos químicos y demás insumos estarán distribuidos dentro del área de 625m² de cada plataforma. El área es reducida debido a la tecnología moderna que se pretende utilizar¹³, lo cual reduce inminentemente impactos ambientales a los factores suelo y biodiversidad. Ver en Apéndice Sección III, Planos numeral 2, diseño de las plataformas.

3.9.1.2. Pozos exploratorios (pozos de diámetro reducido)

Se perforaran 3 pozos de diámetro reducido (Slim hole) con una profundidad de 1000m, esto con el fin de obtener información que permita confirmar o modificar el modelo conceptual preliminar del sistema geotérmico.

Con la perforación se pretende investigar las condiciones de temperatura en el subsuelo y definir el gradiente en la capa conductiva 3DMT, que se supone representa la capa sello del sistema geotérmico, así como determinar las condiciones hidrogeológicas (espesor del acuífero somero, distribución y características de permeabilidad en las formaciones subyacentes al acuífero somero), verificar la estratigrafía, distribución y características de permeabilidad en el subsuelo, estudiando la presencia de eventuales controles litológicos sobre la permeabilidad.

Así mismo, se pretende obtener información de la alteración hidrotermal al interior de la supuesta capa sello del sistema geotérmico, estudiando su progresión en profundidad y verificar que sea constituida por minerales secundarios que se han formado en presencia de fluidos derivados de un reservorio geotérmico equilibrado y de alta temperatura.

Se utilizara para la perforación equipo rotatorio con sistema wire-line con recuperación de testigo (core-hole). El sistema permite recuperar núcleos continuos de la roca, mediante el uso de una barrena de diamante y de un barril muestreador especial.

El equipo de perforación estará dotado de herramientas adecuadas para condiciones de alta temperatura y equipado para la prevención de erupciones y control del pozo (BOP)¹⁴. Todos los pozos diamantinos serán programados para alcanzar una profundidad de 1000 m, con diámetro final NQ (2.98"), que permitirá la entrada de

¹³ Equipo rotatorio con sistema wire-line con recuperación de testigo (core-hole)

¹⁴ Blow Out Preventer: unidad de prevención contra reventones utilizada para el control del pozo. Tiene como función sellar todo el diámetro del pozo a la tubería de cualquier diámetro que lo atraviese.

equipos de medición de temperatura y presión y de ser necesario de registros geofísicos. Su construcción se ejecutara en tres fases:

Primera fase: Perforación con barrena tricónica de 6 5/8", hasta 90-100m de profundidad.

Segunda fase: Perforación con corona diamantina HQ (3.78") hasta 600m de profundidad.

Tercera fase: Perforación con corona diamantina NQ (2.98") hasta una profundidad de 1000 m, dependiendo de las condiciones que se encuentren.

3.9.1.3. Caminos de acceso

Existe una red vial activa (camino de todo tiempo) que va desde la comunidad de Cosigüina hasta Potosí y es considerada el límite de la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural Volcán Cosigüina. En la entrada de la Comunidad El Capulín, distante a 2.7Km al Sureste de Potosí, existe un camino terciario de 4Km de longitud y de ancho variable, que termina en la comunidad El Mojado, permitiendo la comunicación de la población de este asentamiento rural esporádico con el sector más densamente poblado como es Potosí y otras comunidades del sector.

A fin de reducir los impactos a los factores suelo y biodiversidad, se potenciará el camino existente en toda su longitud así como las trochas existentes en terrenos de propiedad privada donde se permita de forma voluntaria la realización de las obras; se considera mejorar éste camino terciario con un ancho de rodamiento de 3.5 metros, colocar una carpeta estabilizadora de 20 cm de espesor con cunetas de suelo natural en el sentido del eje longitudinal y corregir drenajes transversales.

Las nuevas trochas de accesos que se requieren abrir para ingresar a realizar los estudios de exploración geotérmica se construirán en su mayoría sobre el trazado de senderos abiertos por los comunitarios estimándose la apertura de 2Km lineales de trocha nueva. Tendrá 3.5 metros de ancho de área de rodamiento alcanzando hasta 7m como zona de seguridad de maniobra de vehículos livianos (camionetas), de la pipa que trasladará el agua al proyecto hasta un punto determinado y para permitir la entrada del equipo de perforación diamantina.

Se analizaron tres alternativas de trazado del acceso hacia las plataformas desde el punto de vista económico, ingenieril, ambiental y legal. Este tema se aborda con mayor detalle en el capítulo de "Descripción de los caminos de acceso". En el siguiente mapa se aprecia la red de caminos existentes en la zona. Ver Mapa ampliado en Apéndice Sección II numeral 5.



Leyenda

- Sitio de exploracion
- Trocha existente
- Trocha nueva

Mapa 1:50,000 / INETER

Figura 10. Red vial existente en la zona de influencia del Proyecto. (Línea color naranja, gris y negra)

3.9.1.4. Infraestructura de apoyo y obras conexas

La infraestructura de apoyo y obras conexas está relacionada a todos las obras ingenieriles y otras que se requieren para operar exitosamente la actividad principal de perforación. Incluye el componente:

- **Levantamiento de un campamento portátil** de material liviano que sirva como área de resguardo del personal de perforación durante las jornadas laborales. No se contempla que el personal duerma en las plataformas; permanecerán durante las horas nocturnas, de acuerdo al turno de trabajo, únicamente los operarios y demás personal de apoyo mínimo requerido para continuar la perforación y atender cualquier eventualidad. Se pretenden alquilar habitaciones en hostales de Potosí, para hospedar y alimentar al personal externo a la zona del Proyecto.

- **Bodega de almacenamiento de aditivos químicos**, construida de material liviano (madera y zinc) que permita el resguardo tanto de los insumos químicos como de herramientas y equipos pequeños. Estará ubicada dentro del área de la plataforma, la cual será desmontable para ser reutilizada en las otras plataformas de perforación.
- **Pipa de almacenamiento y traslado de agua y estación de bombeo.** Se estima la extracción de agua de una pila comunal de captación de dos "ojos de agua" llamada La Piscina ubicada en Potosí, que se usa para recreación y lavado de ropa con el agua excedente que se desborda de la pila. Se pretende utilizar una pipa que almacene y traslade el agua hasta las plataformas que permita por un sistema eficiente la dotación de agua requerida por el proyecto, estimándose un consumo de 100m³/día por la tecnología a utilizar de pozo de diámetro reducido¹⁵. Sin embargo, como medida de seguridad se requiere una dotación adicional de 50m³ para la atención de cualquier eventualidad en la plataforma. Este tema se desarrolla con mayor detalle en el capítulo de consumo de agua.
- **Tanques de almacenamiento de combustible.** Se pretende disponer en el área de la plataforma de dos tanques plásticos con jaula reforzada de 2500 litros, dichos tanques por razones de seguridad siempre estarán a la mitad de su capacidad, y bajo techo. El transporte del combustible al sitio de obra será a través de barriles de 55 galones, los cuales se recargarán cada 2 o 3 días. Esta es la única manera debido a las condiciones del sitio y lo lejos del suplidor ubicado en El Viejo. En acápite posteriores se detallan las condiciones de almacenamiento y manejo del combustible.
- **Obras del sistema de drenaje pluvial**, asociadas a la desviación de las aguas pluviales para evitar su ingreso a las plataformas de perforación exploratoria, incluye canal perimetral, reductores naturales de velocidad, colocación de barreras o muros de contención. Ver en capítulo de obras de drenaje pluvial detalles del diseño de las obras propuestas.

3.9.2. Distancias de separación entre plataformas y obras de interés o áreas de importancia ecológica.

Durante la fase de recopilación de información primaria, se identificaron sitios e infraestructura de interés técnico-legal, que son importantes en la etapa de seguimiento y monitoreo ambiental considerando que pueden ser afectados directa o indirectamente por las actividades del Proyecto. Se cumplen las distancias de retiro obligatorias¹⁶. El

¹⁵ En un pozo de diámetro reducido, igual o menor a 6" (y el programa de entubación asociado), el área es significativamente más pequeña que el obtenido con un método estándar. El concepto de pozo de diámetro reducido tiene su origen en la correlación observada entre los costos del pozo (mayor uso de aditivos químicos y mayor consumo de agua) y el volumen de roca extraído.

¹⁶ Retiro medido desde el borde de la plataforma con relación a cauces naturales o quebradas, no menor de 50m cuando el cauce se ubique cuesta arriba y 100m cuando el cauce natural se localice cuesta

siguiente cuadro enumera las áreas de importancia ecológica u obras de interés socio-ambiental.

Obras de interés o áreas de importancia ecológica	Coordenadas UTM WGS84		Observaciones
	X	Y	
Quebrada el Mojado, propiedad Leocadio Manzanares López y Flor Manzanares. Ubicada a 155m de la plataforma B.	444,305.098	1,434,989.467	Se encuentra un bosque primario con alta diversidad ecológica. Profundidad de la quebrada aproximadamente 16m. (cota 119-135). No hay especies en veda identificadas pero representa un área de importancia ecológica con fines de preservar los procesos hídricos de la cuenca.
En la zona no existen pozos, sin embargo se identificó como obra de interés para el seguimiento ambiental la pila de almacenamiento de agua de consumo humano ubicada en la finca del sr, Efraín Ríos, la cual está construida de piedra sobre superficie pero no posee tapadera de protección.	444101.4	1435102.2	Está distante 80m aguas arriba de la plataforma B, y 1.03km aguas abajo de la plataforma a.
Quebrada BM 11C, hacia plataforma C.	445,067.782	1,434,821.706	Distante de plataforma C, 330m aguas abajo.
La piscina, pila comunal de potosí, fuente de abastecimiento de agua del proyecto.	445506.4	1437938.2	Distancia desde la fuente hasta plataforma B (más cercana) es de 6km.
Quebrada aguas agria	443057.4	1434128.2	Quebrada ubicada 70m cuesta arriba de la plataforma a.
Banco de material de préstamo Juan guardado privado.	438114.3	1422229.2	Comunidad de San Juancito. Área de influencia indirecta.

Cuadro 12. Obras de interés o áreas de importancia ecológica identificadas para seguimiento y monitoreo ambiental.

En el mapa posterior se observa la localización de toda la infraestructura para seguimiento y monitoreo ambiental, que fueron registrados durante la fase de recopilación primaria. Obsérvense los radios de acción con relación a la infraestructura. Ver mapa de infraestructura de interés en Apéndice Sección II, numeral 6.

abajo. Distancia de separación entre el borde de la plataforma con relación a los pozos de agua debe ser de 200m medidos a partir del centro del pozo hasta la margen de la plataforma.

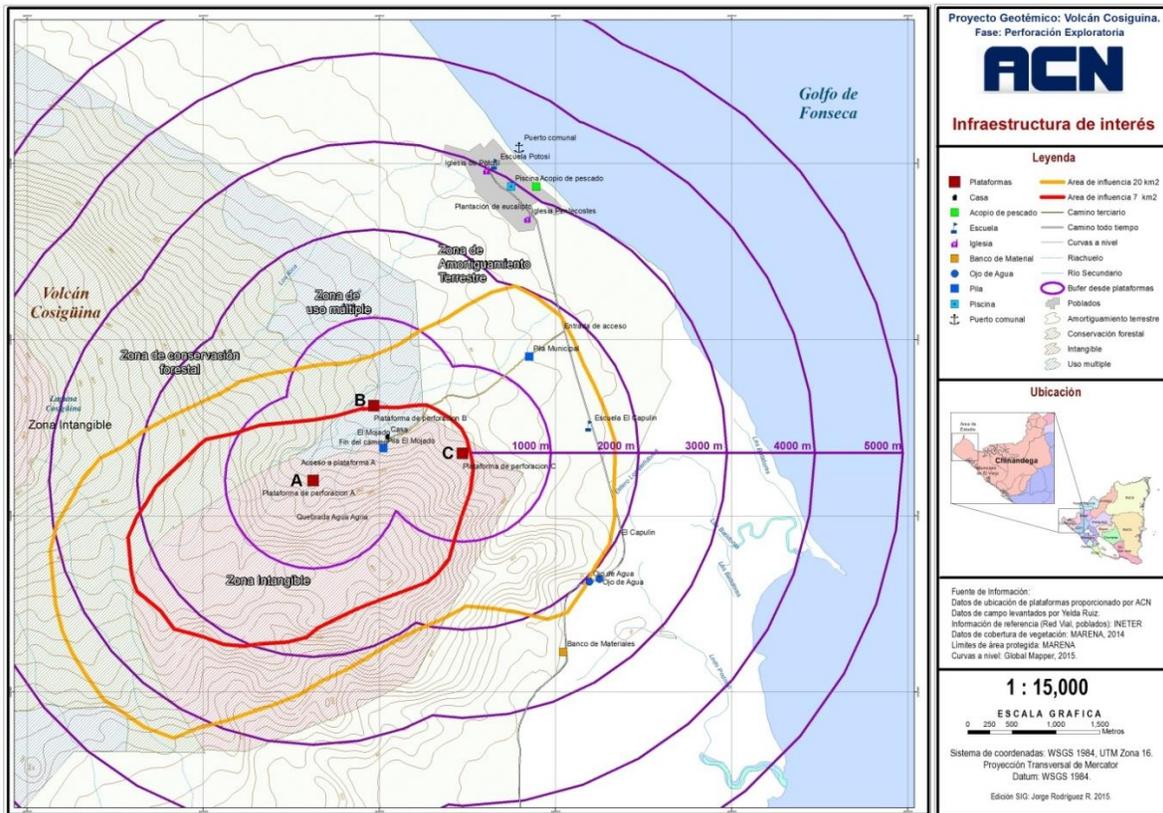


Figura 11. Ubicación de infraestructura en el área de influencia del Proyecto.

3.9.3. Resultados de los estudio de prospección geológica-geofísica realizados previamente en el emplazamiento del Proyecto.

3.9.3.1. Resultados estudio de prospección geológica

En el marco del proyecto **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL ÁREA GEOTÉRMICA VOLCÁN COSIGÜINA**, SINCLAIR KNIGHT MERZ LIMITED (SKM) y Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua (ACN) S.A. en el mes de mayo del 2014 realizaron un Estudio de Prospección Geológica o estudio geológico-estructural a escala 1:50.000 a lo largo de la península de Cosigüina con el fin de describir las principales características geológicas que controlarían la ocurrencia de un sistema geotermal en el área de estudio, es decir, (1) origen y naturaleza de la fuente de calor, (2) posibles zonas de recarga de agua meteórica, (3) descripción de las unidades geológicas que puedan tener las condiciones necesarias para constituir reservorios de fluidos calientes, y (4) estructuras geológicas que puedan servir como conducto para los fluidos termales, como barreras que delimiten el eventual reservorio. **La información que aquí se presenta es recopilada integralmente del Estudio de Prospección Geológica elaborado por SINCLAIR KNIGHT MERZ LIMITED (SKM, 2014).**

Es importante mencionar que la información geológica a detalle en cada plataforma de perforación se determinará con el presente estudio de exploración geotérmica a través del análisis de testigos o núcleos que serán analizados por geólogos especialistas y remitidas muestras a laboratorios reconocidos internacionalmente para su análisis. La información disponible y presentada corresponde a la zona de influencia indirecta que es la Península de Cosigüina.

La información geológica-estructural generada en este estudio fue sintetizada en el mapa y perfil geológico a escala 1:50.000 (Figura 13), los cuales resumen las principales características de interés de la zona de la Península.

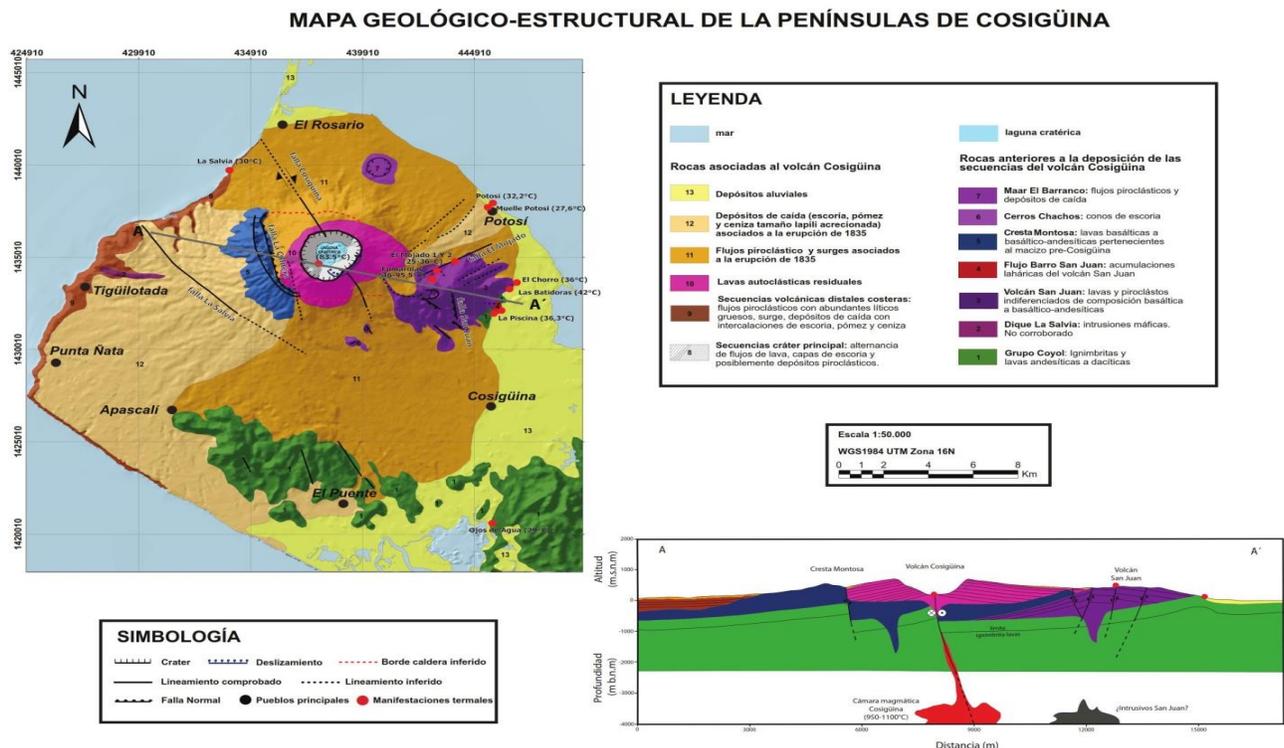


Figura 12. Mapa geológico-estructural 1:50.000 de la península de Cosigüina y perfil. Ver Mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 7.

Las rocas presentes en la zona corresponden a lavas, flujos piroclásticos, y depósitos de caída de ceniza y tobas, los que ha sido emitido desde diferentes centros eruptivos a lo largo de la historia geológica de la península de Cosigüina. A pesar que no existen dataciones disponibles para determinar la edad de los depósitos volcánicos reportados en la zona, una edad relativa de los depósitos ha sido asignada en base a relaciones de contacto y grado de erosión (Figura 14). Las rocas volcánicas más antiguas corresponden a las rocas del grupo Coyol, le siguen el Dique de la Salvia, el Volcán San Juan y su depósito lahárico asociado, Cresta de Montosa y las estructuras parásitas (Cerro Chachos y Maar el Barranco). Depositados sobre estas rocas se encuentran las secuencias volcánicas en la costa NO, que evidencia depósitos distales

de las erupciones pre-históricas del actual volcán Cosigüina, las cuales se aprecian en las paredes interiores del cráter. Cubriendo todas estas secuencias se encuentran los depósitos piroclásticos y de caída asociados a la erupción del volcán Cosigüina en 1835.

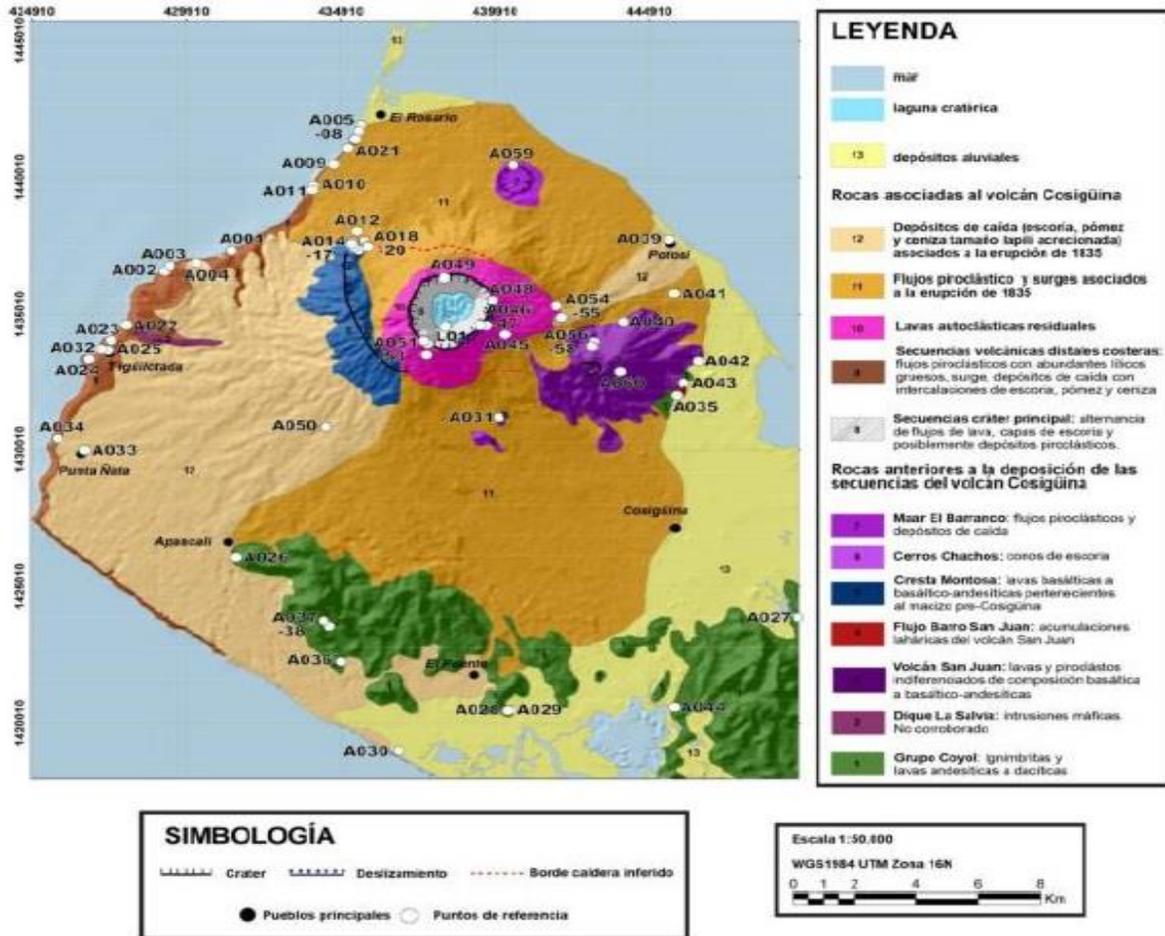


Figura 13. Mapa Geológico 1:50.000 de la Península de Cosigüina. Ver Mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 8.

Tanto la interpretación de fotografías aéreas, el análisis de los datos colectados en campo, la correlación de los resultados con la tectónica regional junto con el aporte del análisis de los datos sísmicos, llevaron a determinar que el patrón de fracturamiento del área de Cosigüina reproduce un Modelo de Cizalla Simple. La dirección del σ_1 , para el área, sería cercana a N350°, por lo que las fallas en dirección NO-SE y las NE- SO, tienen un movimiento lateral dextral y sinistral, respectivamente. Los ángulos de buzamiento de éstas fallas variarían entre 80 y 90°. Por otro lado las fallas paralelas al σ_1 tendrían una tendencia a fallas Normales, con buzamientos cercanos a 60°. Tomando esto como base, se plantea que una cuenca de tipo Pull Apart se habría generado en la parte centro-norte de la península, como consecuencia del desplazamiento lateral dextral de la falla Cosigüina.

“En conclusión, el sector entre el volcán San Juan y Cosigüina es la zona con características geológicas y estructurales más favorables para la ocurrencia de un sistema geotermal. Esta zona se encuentra en un ambiente tectónico distensivo cercana a un segmento de falla de rumbo dextral, lo que proporcionaría las condiciones necesarias para la circulación de fluidos profundos de un sistema geotermal en profundidad hacia la superficie. La presencia de fumarolas en la parte alta de la Loma de San Juan, confirma lo antes dicho, ya que se ubican en el borde de una zona extensiva, asociadas a fallas normales que cortan el edificio volcánico de San Juan. Debido a la permeabilidad y disposición espacial de las rocas del Grupo Coyol, es posible que el reservorio que alimenta los fluidos hidrotermales esté hospedado en las rocas asociadas a las lavas andesíticas del Grupo Coyol. Las fuentes calóricas asociadas al volcán San Juan y al volcán Cosigüina serían los principales motores del hidrotermalismo activo en la península”.

En el siguiente mapa escala 1:50,000 se aprecia la geología de la Península y del área de influencia del Proyecto donde se ubican las plataformas. Ver mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 9.

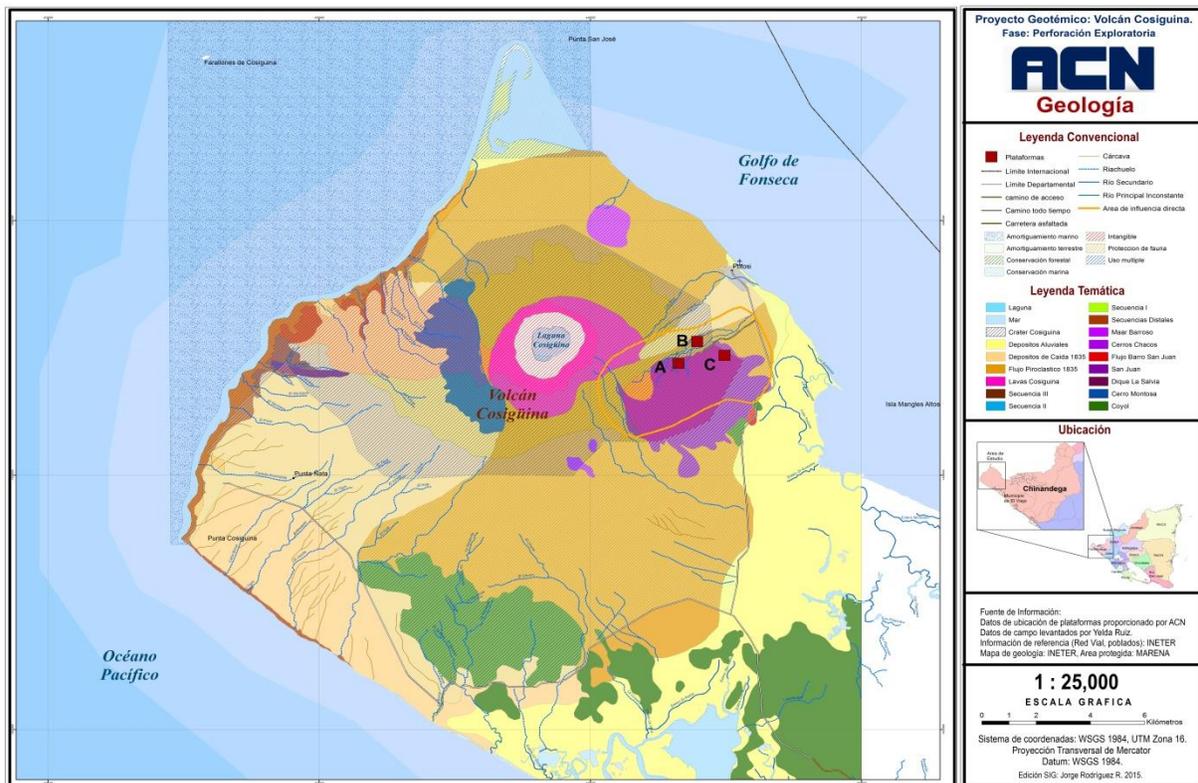


Figura 14. Mapa geológico en el área de las Plataformas.

3.9.4. Diseño y características de las plataformas y pozos exploratorios (profundidad, diámetro, cantidad, medidas para prevenir y mitigar los reventones)

Esta información se presentó anteriormente, sin embargo los Términos de Referencia reiteradamente solicitan información al respecto, por tanto, en pro del cumplimiento estricto de los mismos, se presenta la siguiente información:

3.9.4.1. Plataformas

Para perforar los pozos se requiere la conformación de plataformas de perforación. El Proyecto utilizara para la perforación un equipo rotatorio con sistema wire-line con recuperación de testigo (core-hole). El sistema permite recuperar núcleos continuos de la roca, mediante el uso de una barrena de diamante y de un barril muestreador especial. Las dimensiones de la plataforma para este tipo de pozos de diámetro reducido y de las características del equipo de perforación slimhole son de 25 metros de largo por 25 metros de ancho.

El área de cada plataforma de 625m^2 , equivalentes a 0.06 ha, será compactada y nivelada mecánicamente de manera que pueda instalarse en ella, los elementos que conforman el equipo de perforación y las instalaciones auxiliares de apoyo. La distribución de los principales componentes se presenta a continuación. Ver planos de diseño con dimensiones en Apéndice Sección III, numeral 2:

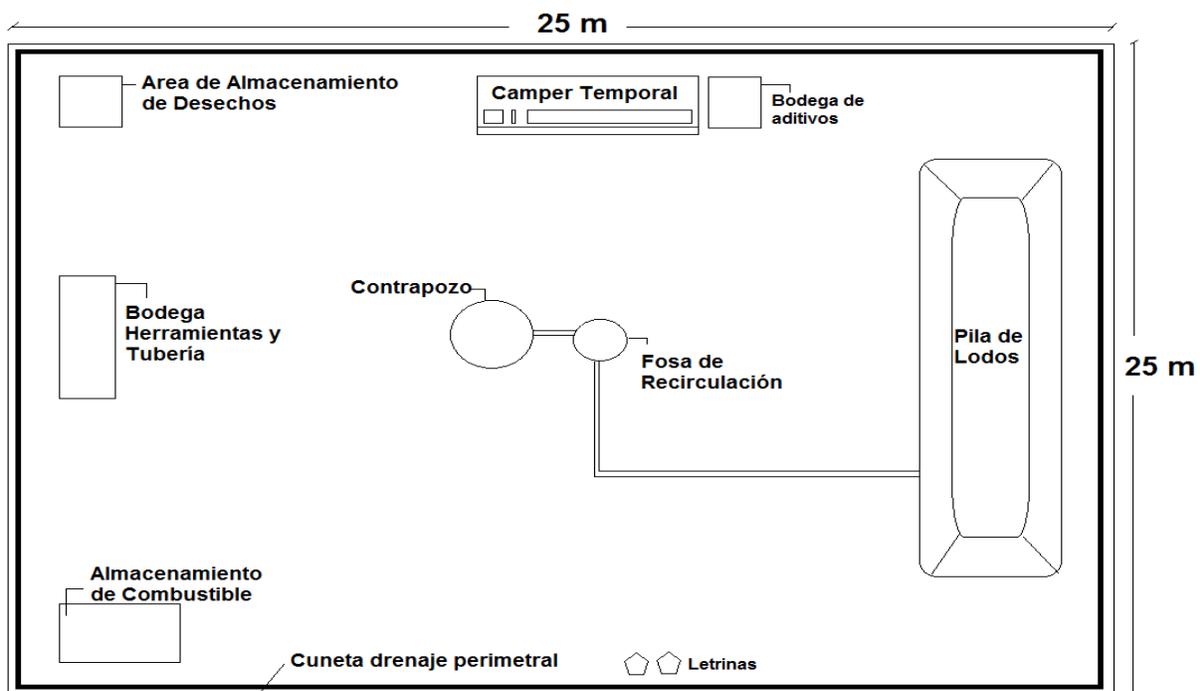


Figura 15. Esquema de la plataforma de perforación con sus principales componentes. Fuente: ACN, junio 2015.

Dentro de la plataforma se construirán los siguientes componentes:

- a. Contrapozo
- b. Fosa de recirculación de lodos
- c. Pila o fosa de sedimentación de Lodos
- d. Bodega de Herramientas y Tubería: donde se guardan temporalmente las herramientas de perforación y las tuberías de revestimiento del pozo. Se mantendrá a disposición la mayoría de los materiales, herramientas, equipos, repuestos y accesorios que son de utilidad en el sitio de perforación. Esto para facilitar la realización de reparaciones, mantenimiento de equipos y otras actividades, directamente en el sitio y el menor tiempo posible.
- e. Camper temporal: El personal técnico tendrá oficina provisional en el sitio, las cuales se organizarán en camper temporal al margen de la misma plataforma de perforación. Estas son parte del conjunto de equipos y accesorios que proporciona la empresa contratista de perforación.
- f. Area de almacenamiento de combustible
- g. Bodega de almacenamiento de aditivos
- h. Area de almacenamiento de desechos

La superficie de la plataforma, dependiendo de las condiciones morfológicas locales, será construida tratando de reducir en lo posible los movimientos de tierra, incluyendo todos los elementos para facilitar el drenaje de las aguas pluviales, y al mismo tiempo dispersarlas en forma controlada.

La base de la plataforma será compactada a no menos del 90% Proctor y será levantada de unos 10cm a 30cm, con el objeto de facilitar el drenaje. En correspondencia de la porción de plataforma ocupada por el equipo de perforación, se impermeabilizará con material absorbente para evitar la infiltración en el suelo de eventuales derrames de aceites de motores y de los fluidos de perforación.

Ver en Planos Apéndice Sección III, numeral 3 el diseño de cada plataforma conforme levantamiento topográfico del área, movimiento de suelo y configuración final.

3.9.4.2. Pozos exploratorios

El tiempo de perforación del pozo dependerá de su profundidad y de la ausencia de problemas, pero un pozo promedio toma aproximadamente 60 días. Las ventajas de estos pozos con relación a los convencionales, es que reducen el área de perforación y por ende se reduce el consumo de aditivos químicos, agua y combustible que hace funcionar la perforadora. Es una alternativa investigativa menos costosa y ambientalmente menos impactante ya que también se reduce el área de la plataforma lo cual evita otros impactos asociados al movimiento de suelo. En el siguiente cuadro se detallan los parámetros de diseño del pozo a perforar por el Proyecto.

REVESTIMIENTO	PARÁMETRO	POZO	
		SLIM	PRODUCCIÓN
SUPERFICIE	Profundidad (m)	50 A 200	50 A 200
	Diámetro pozo (plg)	8 ½	12 ¼
	Diámetro casing (plg)	5 ½	9 5/8
	Cemento aislante	FONDO A SUPERFICIE	FONDO A SUPERFICIE
PRODUCCIÓN	Profundidad (m)	1000	1000
	Diámetro de pozo (plg)	4”	8 ½
	Diámetro casing (plg)	NO	5 ½
	Cemento aislante	NO	600M BASALES

Cuadro 13. Parámetros de diseño del pozo de diámetro reducido. Fuente: Diseño de pozo. SKM.

Los tres (3) pozos diamantinos serán programados para alcanzar una profundidad de 1000 m, con diámetro final NQ (2.98”), que permitirá la entrada de equipos de medición de temperatura y presión y de ser necesario de registros geofísicos. El programa tentativo de cada pozo es el siguiente:

El sondeo será perforado en la parte inicial o **Etapa I “Surface Casing Interval”**; con recuperación de núcleos en diámetro PQ (diámetro del taladro: 122,6 mm; diámetro de la muestra: 85 mm), luego el mismo será ampliado a destrucción con tricono o “hole opener” a un diámetro de 6 5/8” hasta aproximadamente los 100 metros. A esa profundidad estimada se cementará un revestimiento del tipo HWT (rosca tipo “flush joint”) con (OD 114,3 mm – ID 101,6 mm) o bien tubería similar sustituta.

El sondeo se continuará en la **Etapa II “1st Coring Interval”**, con recuperación de núcleos en diámetro HQ (diámetro del taladro: 96 mm; diámetro de la muestra: 63,5 mm), hasta aproximadamente los 600 mt. según condiciones del terreno y capacidad del equipo. A esa profundidad el sondeo será revestido con tubería del tipo HQ o equivalente (rosca tipo “flush joint”) cementada de ser necesario.

Posteriormente se reducirá el diámetro en la **Etapa III “Final Interval”**, de la perforación hasta una profundidad de 1,000 metros en diámetro NQ (diámetro del taladro: 75.7mm; diámetro de la muestra: 47.6mm). Luego de allí de ser necesario se dejará instalado un liner de tubería ranurada diámetro NQ (OD 69,9 mm – ID 60.3 mm) o equivalente desde la profundidad final hasta la cota de la etapa inferior o hasta la superficie, si es requerido.

A continuación se presenta el gráfico del diseño del pozo de acuerdo a las características arriba descritas.

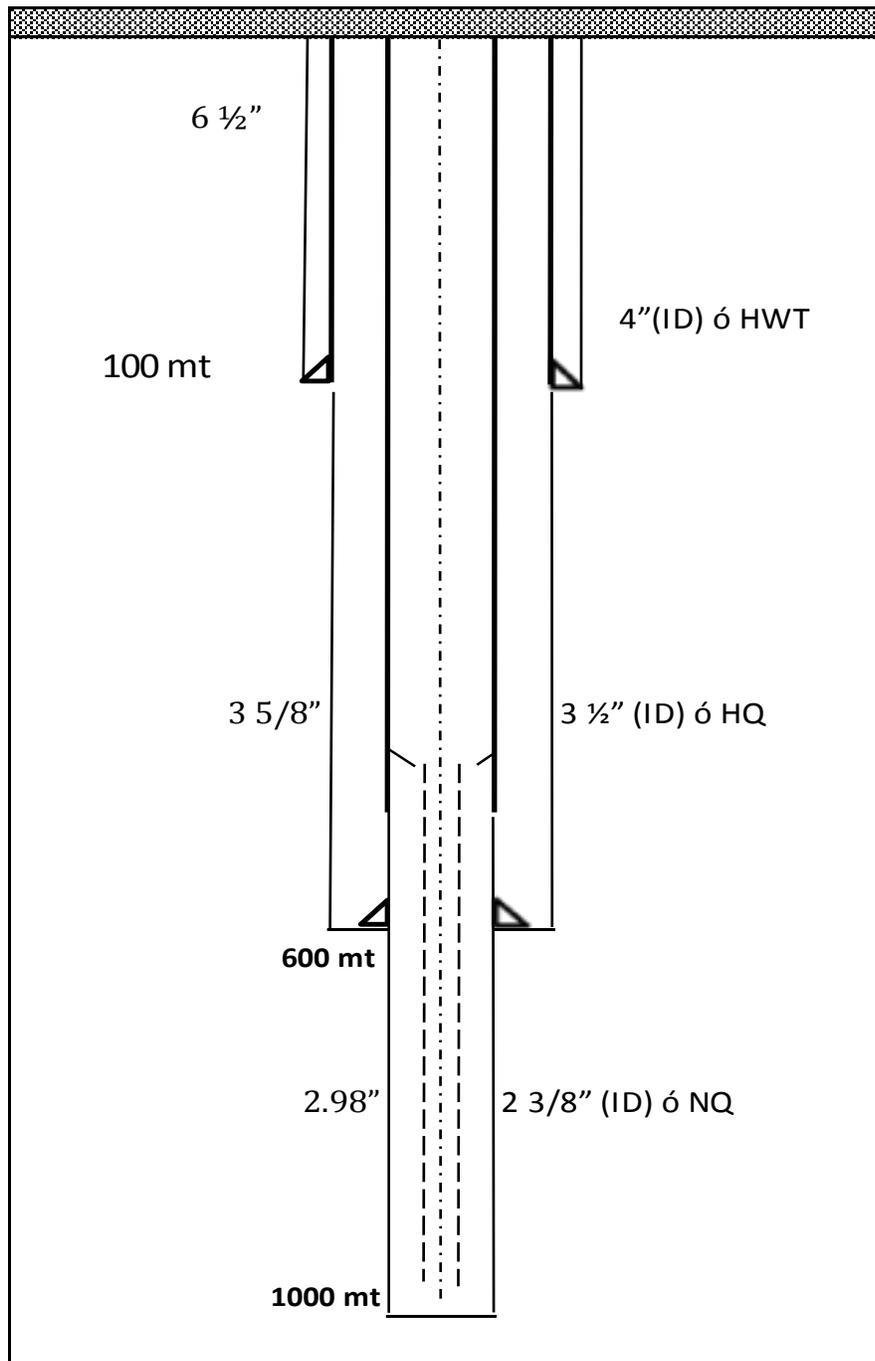


Figura 16. Diagrama de perforación de pozo

3.9.5. Descripción de la tecnología de perforación y sus componentes

3.9.5.1. Equipo de perforación

Para la perforación de pozos de diámetro reducido y de las características del equipo de perforación slimhole, se contratará una empresa contratista de perforación que disponga de maquinaria y equipo que cumpla con las características siguientes:

- 1 Perforadora marca Christensen modelo CS-1500 P6L multipropósito (diamantina y rotary) montada sobre orugas o similar con capacidad para 1,070 mts. en diámetro NQ (según catálogo), con cabezal de rotación y portamordazas tamaño “P”, 4 estabilizadores hidráulicos para nivelación, bomba de agua tipo triplex marca FMC modelo W1122 BCD montada a bordo, carrera hidráulica de 11’, motor turbo diesel Cummins de 6 cilindros y mástil hidráulico de 8 metros.



Figura 17. Perforadora Christensen CS-500.

- 3 Bombas de agua tipo triplex marca FMC Modelo 1122BCD.
- 1 Bomba Gardner Denver motor Deutz Diesel de 4 cilindros.
- 1 Mezclador hidráulico de lodos y aditivos con sus tanques de almacenaje y circuito de recirculación.
- 1 Central de Inyección de Lechada neumática equipada con bomba de pistones tipo Cosma de alta presión, mezclador de alta turbulencia y agitador.
- 1 Planta Eléctrica Diesel para iluminación.
- 1 Equipo BOP de 7 1/16” y 3,000 psi.
- 1 Centralina hidráulica motor gasolina para activación de sistema BOP.
- Equipo para detección de gases y alarmas de seguridad.
- 1 Laboratorio básico de campo de lodos Baroid.
- Equipo especial para seguridad del personal de obra.

- Vehículos de Obra.
- Accesorios de Perforación e Inyección para los diámetros, profundidades y condiciones esperadas.
- Contenedor bodega/taller.
- Contenedor Oficina de Campo o campamento portatil.

Incluye:

- a. Sistema de izaje: compuesto del malacate, el mástil y la subestructura, el bloque corona, el bloque viajero y gancho, y el cable de perforación.
- b. Sistema rotatorio: está compuesto de la cabeza de inyección (swivel), Kelly, mesa rotaria y la sarta de perforación. A su vez, la sarta de perforación tiene como componentes la tubería de perforación, tubería de perforación heavy weight, barras de peso, estabilizadores y barrena.
- c. Sistema de circulación de lodo: se compone de bombas de lodo, manguera rotatoria, tanques de lodo, equipo de separación de sólidos con su temblorina, desarenadores, desarcilladores y torre de enfriamiento.
- d. Sistema de potencia: está compuesto de motores y generadores. El generador eléctrico permite el funcionamiento de todo el equipo e instalaciones de perforación en forma autónoma, independientemente de la disponibilidad de fuentes de energía externas.

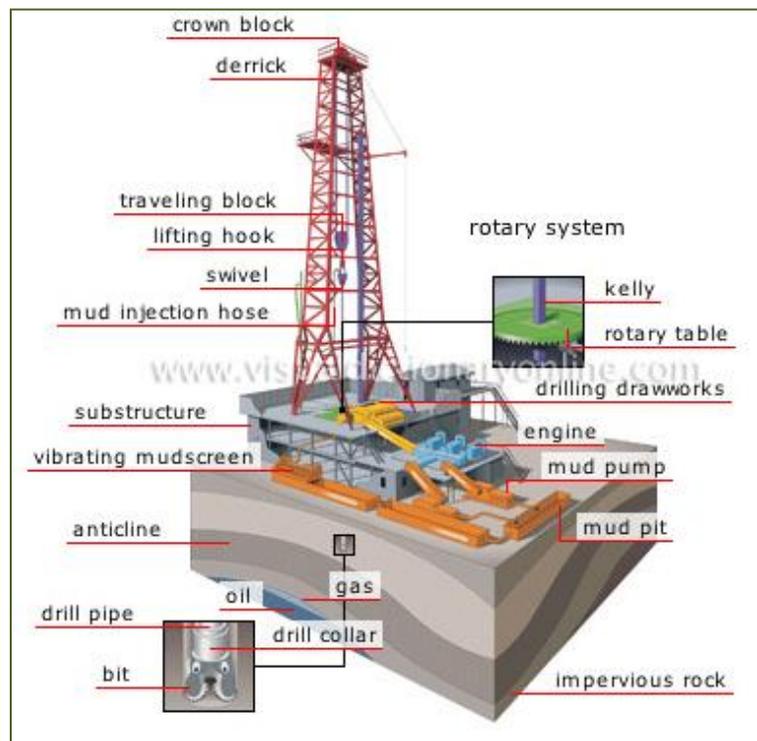


Figura 18. Elementos principales del sistema de perforación.

e. Además como medida de seguridad se utilizará el equipo de prevención de reventones (B.O.P).

El equipo de perforación estará dotado de herramientas adecuadas para condiciones geotérmicas y estará equipado en superficie para la prevención de erupciones y control del pozo con un preventor anular (BOP –Blowout Preventer hidráulico-). En todas las etapas de la perforación está previsto el uso de lodos y aditivos para este tipo de trabajos y según las temperaturas encontradas a discreción de Rodio Swissboring.

El 'preventor' de reventón o BOP (Blowout Preventer) controla las arremetidas del pozo, evitando explosiones, incendios y pérdida de equipos y vidas humanas. El control del pozo incluye el manejo de los peligrosos efectos de altas presiones, inesperadas, en el equipo de superficie de los taladros de perforación que trabajan en busca de gas o vapor. El fracaso del manejo y control de estos efectos de la presión puede causar daños graves a los equipos, lesiones y muertes. Las situaciones de control del pozo manejadas indebidamente resultan en un reventón, es decir, la expulsión incontrolada y explosiva de los fluidos del pozo, que generalmente produce un incendio.

El control del pozo implica vigilar los síntomas de situaciones inminentes de desequilibrio de presión y los procedimientos para operar los equipos en el sitio del pozo, entender la situación y tomar acciones correctivas.

El BOP es una válvula especializada, grande, usada para sellar, controlar y monitorear los pozos. Es desarrollado para enfrentar presiones erráticas extremas y flujo incontrolado (amago de reventón de la formación) que surge del yacimiento durante la perforación. Además de controlar la presión pozo abajo y el flujo de vapor, los 'preventores' de reventón evitan que la tubería de perforación y revestimiento, las herramientas y los fluidos de perforación sean expulsados del recinto del pozo cuando hay un amago de reventón. Los BOP son críticos para la seguridad de la cuadrilla, los equipos y el ambiente, y para el monitoreo y mantenimiento de la integridad del pozo; por esta razón, los BOP son dispositivos a prueba de fallas.

Las principales funciones de un sistema de 'preventores' de reventón son:

- Confinar los fluidos del pozo al recinto del pozo.
- Suministrar el medio para incorporar fluidos al pozo.
- Permitir retirar volúmenes controlados de fluidos del recinto del pozo.
- Regular y monitorear la presión del recinto del pozo.
- Centrar y colgar la sarta de perforación en el pozo.
- Cerrar el pozo, es decir, sellar el espacio anular entre las tuberías de perforación y de revestimiento.
- Prevenir el flujo de fluidos de la formación al recinto del pozo.

- Sellar el cabezal del pozo (cerrar el recinto).
- Recortar la tubería de revestimiento o de perforación en casos de emergencia.

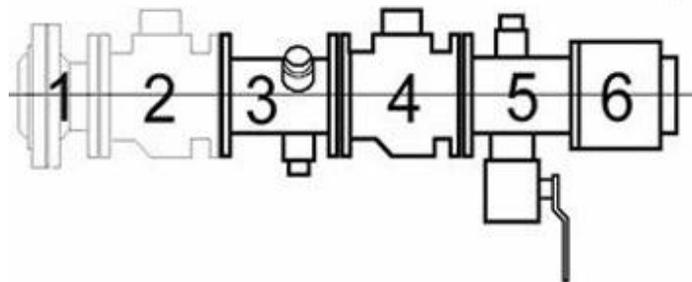
Dos categorías de BOP son las prevalentes: de arietes y anular. Los BOP se aseguran en la parte superior del pozo, conocida como cabezal del pozo (ver más adelante descripción del cabezal).

Los preventores de erupciones y sistema hidráulico para su activación (válvulas SAS BOP) son accesorios robustos y fiables que se emplean en condiciones complicadas de perforación. Estas válvulas permiten controlar los escapes y el caudal de agua con seguridad.

Las válvulas de seguridad SAS BOP son esenciales cuando se perfora por debajo del nivel freático. Se emplean para perforaciones e inyecciones en túneles. Pueden emplearse con Métodos de perforación destructiva, diamantada o con martillo de fondo.

Según la presión que hay que resistir, SAS BOP está diseñado para que tenga "1 nivel de seguridad" en caso de presión baja, hasta "4 niveles de seguridad" en caso de alta presión (válvula mecánica, freno varillaje limitando el paso de agua, preventor estático y de Rotación)

Las partes que componen este sistema son las siguientes:



Dónde:

- 1: Junta de rótula
- 2: Válvula de seguridad mecánica
- 3: Sistema de cierre
- 4: válvula mecánica principal
- 5: conexión de salida
- 6: BOP rotativo.

En las siguientes fotografías se aprecian los diferentes componentes del sistema de seguridad B.O.P.



Figura 19. De izquierda a derecha: (1) Acumulador de Aceite Hidráulico de encendido automático. Tanques de nitrógeno a 3000 psi. (2) BOP (Ram) (para tubería PQ). (3) BOP anular (tuberías de 1 a 5 “). (4) Válvula de cierre para control de erupciones de pozo. (5) Llave de Seguridad. (6) Caja Central de electricidad para activación de acumulador.

El preventor de erupciones y el sistema hidráulico para su activación deberán ser probados una vez cada semana, durante la perforación de la segunda etapas del pozo, y una vez cada día durante la perforación de la última etapa. Los resultados de dichas pruebas deberán ser reportados en el informe diario de perforación.

Las manifestaciones de una posible erupción de pozo son las siguientes:

- Pérdida de circulación
- Aumento de nivel de la pila de sedimentación sin bombeo
- Aumento de Temperatura del lodo de recirculación
- Emanación de vapor

En caso de detectar estas señales, proceder de la siguiente manera:

Si se está sacando tubería:

1. Instalar inmediatamente válvula de seguridad.
2. Cerrar válvula de seguridad.
3. El acumulador se activa de forma automática. Cerrar BOP en el Acumulador girando a la derecha palanca de cierre del Pipe -Ram.
4. Inyectar agua para enfriar pozo.

Si se está perforando:

1. Levantar tubería de perforación de 1 a 2 metros.
2. Activar BOP en el Acumulador, girando a la derecha palanca de cierre del Pipe Ram. (Palanca de en medio)

Se recomienda:

- Colocar la válvula de seguridad en un sitio cerca y de fácil acceso en el pozo.
- Una vez que se cierra el BOP, encender el Acumulador para presurizarlo.

Cabezal de Pozo

La máxima temperatura prevista en el fondo del pozo es de 280°C. En el caso improbable de que esto ocurra en la boca del pozo, una boca de pozo cuya clasificación no supere los 600 ANSI se considera adecuada.

La boca del pozo debe anclarse a la tubería de revestimiento de 9-5/8" y atornillarse a la brida de la boca de la tubería API 2000. Se eligió un grado L80 de tubería de revestimiento para la junta superior de la tubería de revestimiento de anclaje / producción para manejar la temperatura fluyente en el cabezal de pozo superior a los 232°C (450°F) para consideraciones de cargas termales y para que suministre una tolerancia mayor a la corrosión que el grado K55. El tamaño de la válvula maestra debe tener un tamaño nominal de 10", Clase 600 (diámetro interior de 11").

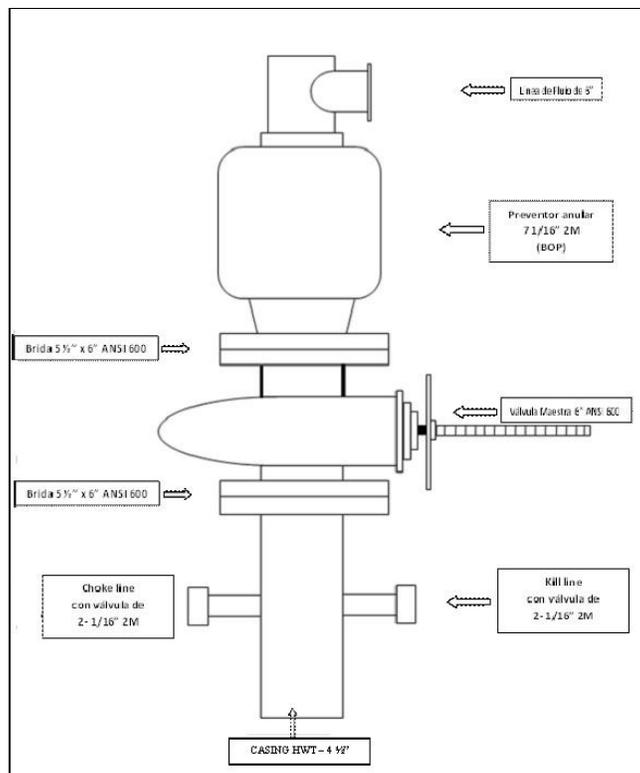


Ilustración 1. Esquema de cabezal de pozo completo

A la terminación de la Etapa Final del pozo, se instalarán las válvulas y demás accesorios de boca de pozo según se proponen en el esquema que se presenta a continuación. Todos estos accesorios serán suministrados por Rodio Swissboring.

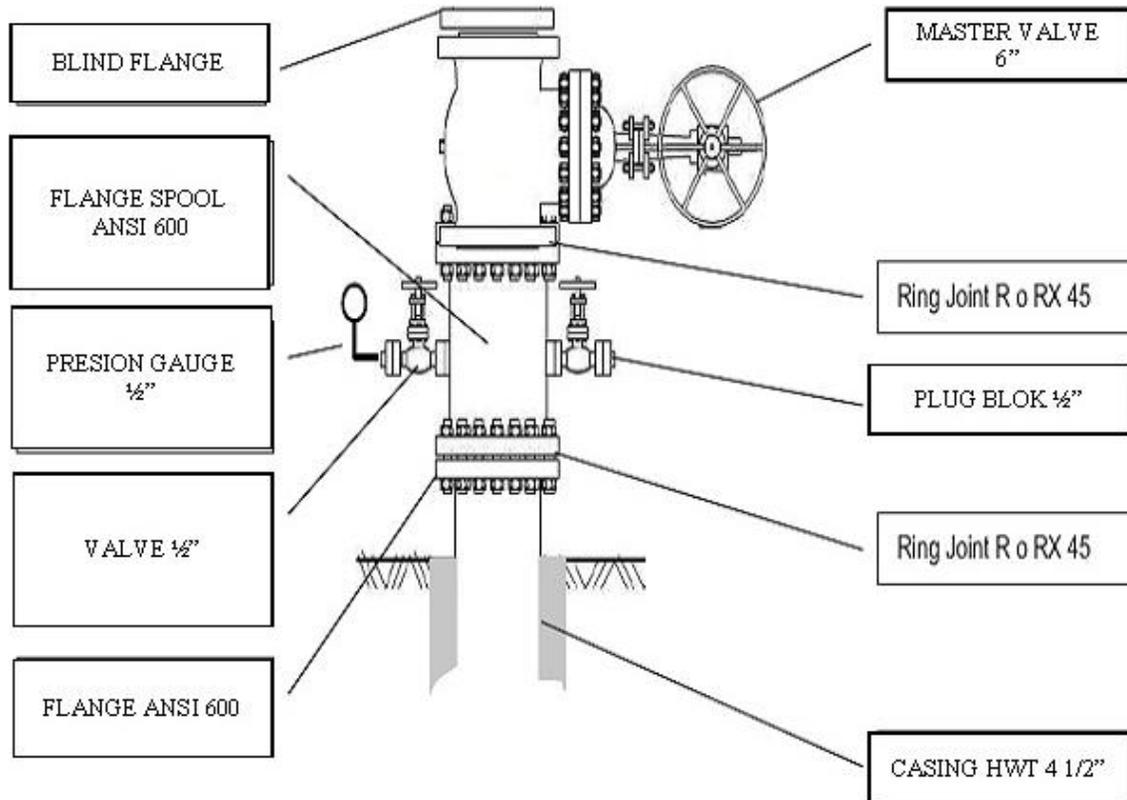


Ilustración 2. Esquema de cabezal de terminación de pozo

3.9.6. Procedimiento de traslado e instalación de las plataformas de perforación

- **Actividad 1:** Conformación de la plataforma previo al traslado/instalación de equipos, maquinarias y demás obras. Esto implica realizar actividades de desmonte, descapote, cortes, nivelación y compactación del suelo, recubrimiento con 20cm de material selecto. Construcción de drenaje pluvial perimetral. Antes de iniciar cualquier trabajo de montaje de instalaciones se procederá a la delimitación perimetral de la zona, señalándola de tal forma que impida el paso a cualquier persona ajena a la obra o actividad de montaje.
- **Actividad 2:** Trabajos relacionados con la carga y descarga de materiales y maquinaria para la ejecución de la obra objeto del proyecto.
- **Actividad 3:** Construcción de las bodegas, oficinas de obra o campamento, equipos de producción, casetas de obra y sus conexiones de agua, electricidad y saneamiento, colocación de señalización de obra, montaje de instalaciones, perforadora y accesorios, almacenamiento de materiales (material de fontanería y eléctrico para conexiones de casetas de obra y lavaderos, señales de seguridad.) y medios auxiliares (herramientas eléctricas y manuales, balizamiento)

- **Actividad 4:** Instalación de la máquina de perforación, construcción de contrapozo, verificación de condiciones óptimas para iniciar ejecución del programa de perforación.

Riesgos más frecuentes durante la instalación y traslado:

- Deslizamiento y desprendimientos de tierras.
- Atropellos, golpes, vuelcos y falsas maniobras de las máquinas.
- Generación de polvo.
- Averías o incidentes debidos al mal mantenimiento.
- Atrapamientos en desplazamientos intempestivos de la carga.
- Falsas maniobras, proyección de llaves, etc.
- Caídas o resbalones por barro o grasa.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Desprendimientos de cargas.
- Aplastamientos.
- Colisiones.
- Lumbalgias.
- Quemaduras.

3.9.7. Obras temporales requeridas por el Proyecto

El campamento, oficina, bodega e instalaciones para equipos y materiales tendrán un área de terreno restringida al tamaño mínimo requerido, tomando en consideración las condiciones ambientales y de seguridad individual. Se tiene previsto la construcción de infraestructura u obras temporales que incluyen:

3.9.7.1. Campamento portátil de material liviano/ oficinas temporales

En cuanto a la presencia de personal la mayoría de los trabajadores serán hospedados en Potosí o El Capulín requiriendo transporte dos veces al día para su traslado hasta el sitio de perforación. Sin embargo, se instalará un campamento portátil desmontable y de material liviano que sirva para resguardar al personal en momentos de lluvia o descanso, así como una caseta para la permanencia del supervisor de perforación y oficina temporal que será construida de tablones de madera de pino y techada con lámina de zinc. Este será desmontado y trasladado a cada plataforma que se conforme.

3.9.7.2. Bodega de almacenamiento de materiales y bodega de aditivos químicos

Sobre la plataforma será necesario instalar una bodega temporal para el resguardo de la tubería y herramientas de perforación y una bodega para el almacenamiento de los aditivos químicos. Ambas bodegas serán construidas de madera, techada y con puerta

de control de acceso a personal autorizado a fin de controlar el equipo y aditivos químicos. Serán desmontadas y reutilizadas en las demás plataformas.

3.9.7.3. Letrinas para el manejo de aguas residuales sanitarias

Para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores y dependiendo de las condiciones del suelo, se instalará una letrina tradicional tipo abonera o tipo inodoro ecológico popular versión CIPRES¹⁷, 1 por cada 20 trabajadores hombres, es decir que se instalarán dos letrinas en cada plataforma, ya que cada turno es de 30 trabajadores y las actividades de perforación son transitorias o de corto plazo en cada plataforma. Hasta el momento no se tiene previsto la contratación de mujeres por el tipo de trabajo a realizar en campo. Las dos alternativas propuestas garantizan evitar la contaminación del subsuelo por infiltración de aguas residuales sanitarias. Asimismo, al término de las actividades esta será estabilizada con cal y posteriormente clausurada.



Figura 20. Letrina ecológica portátil para el control de las aguas residuales sanitarias.

3.9.7.4. Tanques de combustible y dispensadores

El consumo promedio de diésel para perforación es de unos 100 a 120 galones por día (cada 24 horas). El sistema de almacenamiento en obra, será en tanques plásticos con jaula reforzada de 2500 litros, se preparará o dispondrá en la parte inferior de los tanques un sistema de recolección anti derrames (cubeto de contención portátil¹⁸), el

¹⁷ Los Inodoros ecológicos populares es una tecnología desarrollada por el Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social de Nicaragua (CIPRES), que elimina la contaminación del suelo y aguas subterráneas, generación de malos olores, menos consumo de agua, es fácil de construir, instalar y usar. Sin embargo, es una estructura más permanente.

¹⁸ Con esta medida se reduce el impacto al suelo por movimiento de suelo para construcción del cubeto de contención y la construcción de obra permanente; el cubeto es la solución viable ambientalmente y garantiza la retención del combustible que pueda derramarse eventualmente durante el trasiego. Al cierre de cada plataforma este será desmontado y trasladado a la siguiente plataforma de perforación.

cual tendrá provista arena, aserrín, y trapo absorbente por si es necesario. Dicho tanque por razones de seguridad integral siempre estará a la mitad de su capacidad, y bajo techo (tipo toldo), con buena ventilación, estableciendo las medidas de seguridad necesarias. En el plan de manejo de hidrocarburos se profundizan las medidas de seguridad y los requisitos del área de almacenamiento, transporte y trasiego del combustible.

El transporte del combustible al sitio de obra será a través de barriles plásticos de 55 galones que cumplan con los requisitos de la NFPA 30 o que sean autorizados por el ente regulador, los cuales se recargarán cada 2 o 3 días. Esta es la única manera debido a las condiciones del sitio y lo lejos del suplidor autorizado ubicado en El Viejo.

Se utilizarán dispensadores¹⁹ portátiles tanto para los barriles de 55glns como para los tanques de 2500lts que abastecerán la máquina de perforación. Los tanques cumplen con los requisitos de seguridad de la NFPA 30 "Flammable and Combustible Liquids Code" y la normativa nacional vinculante.

3.9.7.5. Fosa de lodos y contrapozo

La torre requiere de un consistente sistema de suministro y depósito de agua para mantener la barrena lubricada y a temperatura adecuada. El lodo de perforación compuesto por agua más bentonita y otros aditivos, es recirculada a través de una pila o contrapozo construido alrededor de la tubería superficial. Esto es esencialmente una caja de concreto de 1.50m de ancho y 2.50m de largo. Su profundidad será tan superficial a como sea posible para evitar la acumulación de cualquier gas y que permita su drenaje libremente a la pila o fosa de lodos de la plataforma. En la siguiente figura se aprecia el diseño del contrapozo, indicando dimensiones y demás aspectos constructivos.

¹⁹ Equipo destinado para el despacho o trasiego de combustible, el cual consta de válvulas, manguera y pistola.

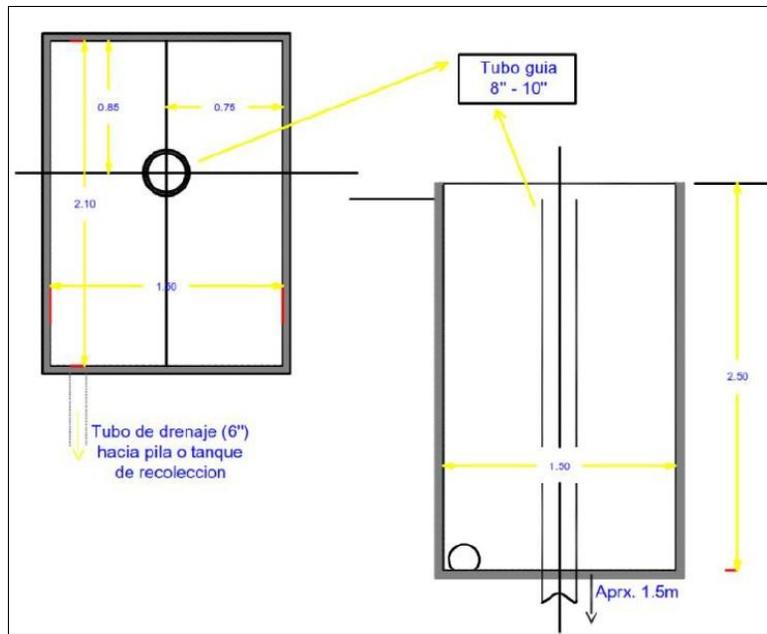


Figura 21. Diseño de contrapozo

Cuando el lodo de perforación pierde sus propiedades, el agua y los sólidos se depositarán en la pila de lodos o de sedimentación, excavada, compactada al 90% proctor con arcilla e impermeabilizada con geomembrana o plástico de alta densidad considerando el tipo de suelo en el área (arenoso en algunos sectores), construida en la parte más baja de la plataforma con una pendiente desde el contrapozo hacia la pila de recirculación y esta hacia la fosa de lodos de aproximadamente 1-2% para garantizar el drenaje por gravedad a través de tubería PVC. La fosa de lodos tendrá una capacidad aproximada de 200 m³. Ver en Apéndice Sección III, numeral 4, planos de diseño de las fosa de lodos y pilas de recorte.

3.9.7.6. Motores eléctricos

Para la perforadora marca Christensen modelo CS-1500 P6L multipropósito se utilizará un motor turbo diesel Cummins de 6 cilindros, el turbo diesel tiene una capacidad de 6.7L. Con una velocidad de 3,013RPM, ofrece una salida de potencia de 350 HP. La configuración de la transmisión automática hace que sea posible alcanzar un máximo de 800 libras/pie. Tecnología avanzada en emisiones certificado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Sin líquido de escape diesel (DEF). 50 % más silencioso y con menos vibraciones que otros motores.

Nivel de Certificación	EPA 2010	
Potencia	350 hp / 261 kW	
esfuerzo	800 lb-ft / 1085 N•m	

Cuadro 14. Características del motor turbo diesel Cummins de 6 cilindros.

3.9.7.7. Área de parqueo de vehículos livianos y pesados.

No se contempla la adecuación de un área para el parqueo de vehículos livianos ni pesados considerando la transitoriedad del Proyecto en la fase exploratoria. Sin embargo, se podrán estacionar en la plataforma a una distancia mínima de 15 metros de la torre de perforación en posición de salida de emergencia.

La flota de vehículos livianos será de 2 camionetas 4 x 4 que se utilizarán para el traslado del personal en campo. El parqueo de los vehículos estará permitido cercano a la plataforma y en el Hostal en Potosí donde estará hospedado el personal. Se utilizarán dos pipas con capacidad de 2000 galones cada una que realizarán recorridos continuos de 4 a 6 viajes por día para abastecer a un reservorio o estación de bombeo.

3.9.7.8. Talleres de mecánica y electricidad

No habrá talleres de mecánica ni de electricidad. Todos los trabajos mecánicos y eléctricos serán realizados por especialista en la materia solamente para la instalación del equipo de perforación, equipos auxiliares y bodegas temporales, al inicio de cada montaje de plataforma. Dentro del personal del proyecto se contratará un electricista y un mecánico que se mantendrán en contacto permanente con el equipo de perforación de turno nocturno en caso de una eventualidad. En la bodega de equipos y herramientas se mantendrá material para este tipo de reparaciones.

3.9.7.9. Planta generadora de energía

Se utilizará una Planta Eléctrica Diesel para iluminación y trabajos menores si son necesarios. Las especificaciones son las siguientes.

- Horario de Uso: 6 pm - 6 am
- Potencia Máxima: 6000 W
- Motor: POWER MASTER 10.0 HP
- Combustible: Diesel-inyección directa
- Capacidad Tanque Combustible: 15.0 Lts
- Tipo Generador: autoexcitado-monofasico-dos polos- factor potencia 1.0
- R.P.M.: 3600

- Voltaje: 120 / 240 - 12 V DC-8.3 Amp.
- Frecuencia: 60 Hz
- Tipo de Arranque: eléctrico/manual

3.9.8. Actividades de preparación de terreno para la instalación de las plataformas.

Los procesos de construcción a nivel general presentan similitudes; la plataforma será ubicada a un nivel sobre un área disponible de tal manera que con obras mínimas se obtenga un área de 25 x 25 m, la capa de suelo vegetal será removida y apilada, y una capa de agregados o material selecto se esparcirá sobre la plataforma. En caso específico del Proyecto con relación al emplazamiento, las actividades a desarrollar son las siguientes:

- **Desmante:** El desmante consiste en la tala de arbustos, remoción de troncos, raíces y cualquier otra vegetación o material que haya necesidad de remover para poder efectuar correctamente el descapote, o que obstaculice la ejecución de las obras. Estos serán reutilizados en actividades de reforestación cuando la especie lo permita. (Abra y destronque).
- **Descapote:** Se realizará la remoción de la capa vegetal (30cm o hasta donde se identifique la capa de humus) y de otros materiales blandos en áreas donde se proyecta construir las plataformas y las trochas nuevas del Proyecto.

Se estima un volumen de 125m³ de remoción de humus o suelo orgánico en cada plataforma (375m³ en total para el componente de plataformas). No se estima remoción de capa vegetal en el trayecto del camino a rehabilitar pero si, en la apertura de trochas nuevas. El volumen de suelo fértil será apilado al lado de cada plataforma o trayecto del camino en montículos de altura no mayor a 2m, esparciendo el material de desmante sobre el suelo a fin de reducir la erosión hídrica y eólica del suelo suelto. En el cuadro siguiente se detallan las estimaciones de volúmenes de suelo fértil a remover. En el Capítulo de Medidas Ambientales se indican las acciones o actividades propuestas a realizar para el correcto manejo del humus.

COMPONENTE	SUB -COMPONENTE	DIMENSIONES (M)		ALTURA DE REMOCIÓN (M)	VOLUMEN (M ³)
		LARGO	ANCHO		
TROCHA NUEVA	HACIA PLATAFORMA C	989	7	0.30	2076.9
	HACIA PLATAFORMA A Y B	1025	7	0.30	2152.5
SUB-TOTAL1					4229.4

PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN	PLATAFORMA C	25	25	0.30	187.5
	PLATAFORMA B	25	25	0.20	187.5
	PLATAFORMA A	25	25	0.20	187.5
SUB-TOTAL2					562.5
TOTAL (M³)					4791.9

Cuadro 15. Volumen de suelo fértil a remover

- **Cortes y movimiento de suelo inerte:** Se requiere realizar corte de suelo para la conformación de las plataformas a fin de que la terraza tenga una pendiente suave no mayor a 5% que permita la estabilidad de la infraestructura temporal a instalar. Cualquier talud resultante de la actividad de corte tendrá un ángulo de 45° para reducir riesgo de deslizamiento de suelo. De igual manera se procederá en los nuevos tramos de acceso hacia las plataformas, potenciando los transeptos de topografía suave que reduzcan el corte de suelo.
- **Rellenos:** Para las actividades de relleno se realizará escarificación, nivelación, conformación y compactación del terreno, de acuerdo con las especificaciones necesarias para el proyecto, en los sitios donde se requiera según conformación de terrazas y apertura de trochas. En ningún caso las actividades de relleno podrán bloquear el flujo de agua de las quebradas intermitentes donde se atravesase.
- **Instalación y operación de facilidades temporales de apoyo (obras preliminares).** Se levantara un campamento tradicional portátil, bodegas, y demás obras asociadas. Se pretende contratar mano de obra local y supervisión constante del personal técnico de la Empresa y del Contratista.
- **Transporte de materiales de construcción.** Operación que consiste en el transporte de los materiales necesarios para la construcción de la obra, y de los materiales sobrantes de limpieza. Se requerirá de material selecto para rehabilitar el área de rodamiento del camino terciario existente, para la construcción de las tochas nuevas y la estabilidad de las plataformas, ya que se estima esparcir una capa de agregados o material selecto sobre cada plataforma. El camino terciario existente se considera mejorarlo con un ancho de rodamiento de 3.5 metros y colocar una carpeta estabilizadora de 20 cm de espesor. Ver en Apéndice Sección II, numeral 1, planos de diseño de caminos y volumen de material a requerir.
- **Conformación del sistema de drenaje pluvial.** Consiste en la construcción de las obras de drenaje pluvial con el fin de contribuir al drenaje rápido y eficiente de las escorrentías superficiales tanto en el camino, trochas y plataformas. En el camino existente se estima construir cunetas de suelo natural en el sentido del eje longitudinal y corregir drenajes transversales. En las plataformas se propone

construir un canal revestido de drenaje perimetral de 100m lineales, con una pendiente del 5% que servirá para desviar la escorrentía superficial del área.

- **Obras civiles para instalaciones eléctricas e iluminación.** Consistente en la instalación eléctrica para los equipos del proyecto e iluminación de otras infraestructuras.
- **Generación y disposición de desechos sólidos de construcción (Manejo).** Corresponde al manejo de los residuos sólidos producto de las actividades de la construcción. Estos residuos son orgánicos e inorgánicos proveniente de las actividades de apertura y destronque, movimiento de tierra por obras de relleno, estabilización, excavaciones, construcción de variantes, entre otros.

Se realizarán obras civiles en cuanto a:

- Obras preliminares
- Definición de terrazas o movimiento de tierra
- Electricidad e iluminación
- Obras de drenaje pluvial

3.9.9. Descripción de caminos de acceso

3.9.9.1. Situación actual de la red vial existente

Hasta la Comunidad El Capulín se llega a través de una carretera pavimentada que conecta El Viejo con la Comunidad Cosigüina Sur (NIC-12) de 53.9Km; de ahí se recorren hasta El Capulín 10Km en carretera de todo tiempo código NN-265.

Desde la comunidad El Capulín hacia la Comunidad El Mojado existe un camino terciario con una longitud de 3 Km, que permite la comunicación de la zona con la carretera de todo tiempo que conecta Potosí, otras comunidades del sector y El Viejo. Las tres plataformas se encuentran en las faldas del volcán Cosigüina. Actualmente no existe trocha hasta los puntos definidos para los pozos de perforación exploratoria (plataformas A, B y C), solamente hay senderos para tránsito peatonal de los habitantes de la comunidad El Mojado. En las siguientes fotografías se aprecia la red vial existente.



Figura 22. De izquierda a derecha (1) carretera El Viejo-Cosigüina Sur, (2) Camino de todo tiempo Cosigüina Sur-El Capulín. (3) Camino terciario existente El Capulín-El Mojado. (4 y 5) trochas y senderos existentes en la comunidad El Mojado que conectan las fincas esporádicas del sector.

El suelo del camino terciario es del tipo limo-arenoso, tiene 16m de área de vía, y aproximadamente 5m de área de rodamiento, se observa material de sobre tamaño (piedras grandes) sobre la vía (0445293, 1435464); durante el recorrido se observaron secciones que requieren obras de estabilidad de taludes y de drenaje pluvial principalmente en la banda derecha del camino donde hay pendientes mayores a 45°, todo el camino en la banda izquierda está delimitado con alambre de púas ya que son propiedad privada. En el kilómetro 2, el suelo es totalmente arenoso y hay hundimiento o socavamiento del suelo (444482,1435126).

A lo interno de la comunidad El Mojado, solo existen senderos de uso peatonal, de 3m de ancho máximo. Las trochas de acceso a los sitios A, B y C se estima tendrían una longitud combinada de 6 Km. De los cuales 1/3 se darían sobre rutas nuevas y los restantes 2/3 sobre trochas existentes.

3.9.9.2. Rehabilitación de camino terciario existente

El camino existente de 4Km se considera rehabilitar con un ancho promedio de área de rodamiento de 3.5 metros más bahías que se amplían hasta 6m de ancho, colocar una carpeta estabilizadora de 20 cm de espesor, cunetas revestidas con suelo cemento en el sentido del eje longitudinal y corregir drenajes transversales.

En Apéndice Sección III, numeral 1 y 5 se presentan los planos de diseño de los caminos de acceso y la obra de drenaje pluvial.

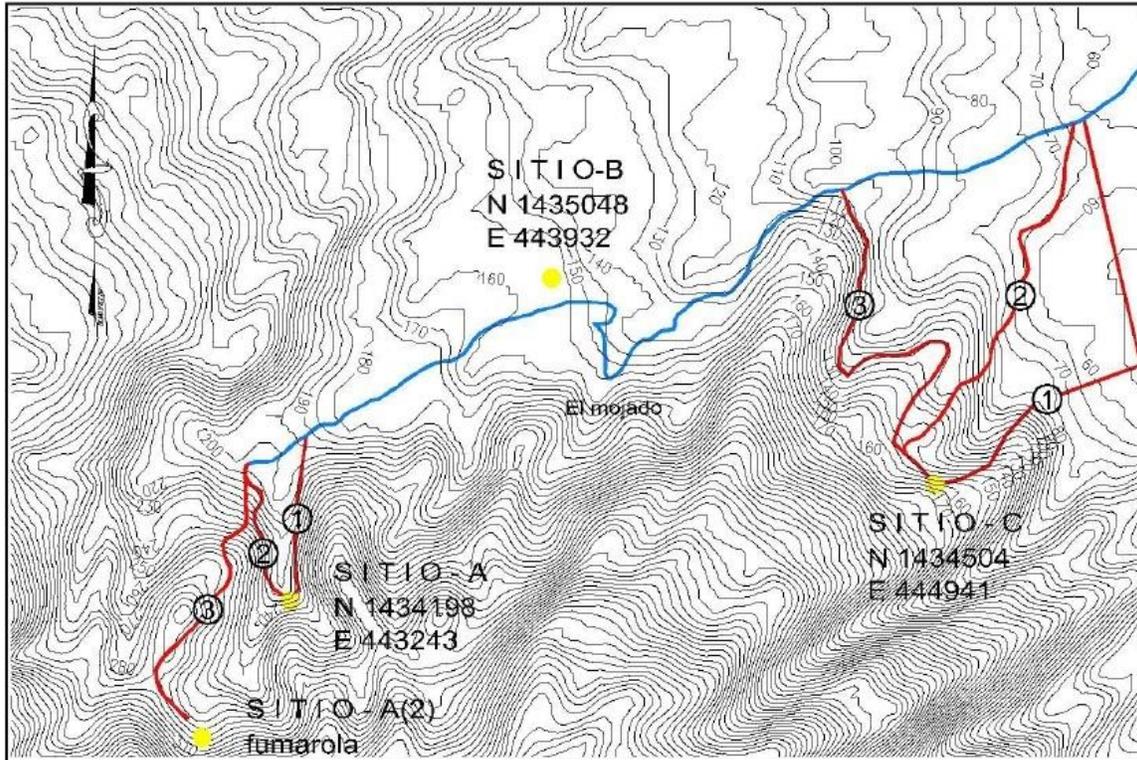
3.9.9.3. Apertura de nuevas trochas

En el resto del acceso se hará abra y destronque donde sea necesario; este camino no se le dará rigor de camino de todo tiempo ya que preliminarmente este será una obra temporal, considerando la transitoriedad del Proyecto en la zona en esta etapa de exploración, que es de aproximadamente 8 meses.

El trazado de las nuevas trochas considera la apertura de 2Km que conectarán a las plataformas A, B y C. La estabilización producto del corte longitudinal será usando el suelo de descapote para la estabilización de taludes en ángulo no mayor a 45°.

3.9.9.4. Análisis de alternativas para el acceso a cada plataforma

En el transcurso del Proyecto se analizaron tres (3) alternativas de selección de accesos hacia las plataformas. En la imagen siguiente se observan las alternativas evaluadas.



Leyenda

- Sitio de exploracion
- Trocha existente
- Trocha nueva alterna

Mapa 1:25,000 / INETER

Ilustración 3. Trazado de alternativas para nuevas trochas

- **Análisis 1:** rehabilitación de 1Km de camino terciario y trazado de nuevos accesos considerando distancias cortas de intervención. Esta alternativa no se consideró técnica ni ambiental viable debido a que propietarios de terrenos agrícolas no permitieron el acceso, por lo que el trazado debía pasar por acantilados con pendientes abruptas. No se realizó levantamiento topográfico.
- **Análisis 2:** Rehabilitación de 1Km de camino terciario y trazado de nuevos acceso considerando los permisos de acceso a la propiedad privada y distancias cortas de intervención; ésta alternativa fue analizada técnica, legal y ambientalmente. Del análisis legal se determinó las restricciones de la Ley 620, Ley 217 y sus reformas, para el corte de árboles en el margen de 200m de cuerpos de agua permanente o intermitente (Quebrada Agua Agria sector de la finca de la Sra. Flor Manzanares).

Ingenierilmente era más compleja y aumentaba los costos del componente lo cual lo hacía inviable. Ecológicamente atravesaba el área identificada con mayor diversidad ecológica de la zona tanto en flora como en presencia de fauna debido a las condiciones de bosque. Ninguna de las especies presentes en ésta cuenca (a 100 metros de plataforma B) se encuentra en listados de vulnerabilidad pero su importancia ecológica radica en preservar los procesos hídricos de la cuenca.

En la figura siguiente se detalla el levantamiento topográfico de la ruta propuesta. Curvas de nivel cada 2m.

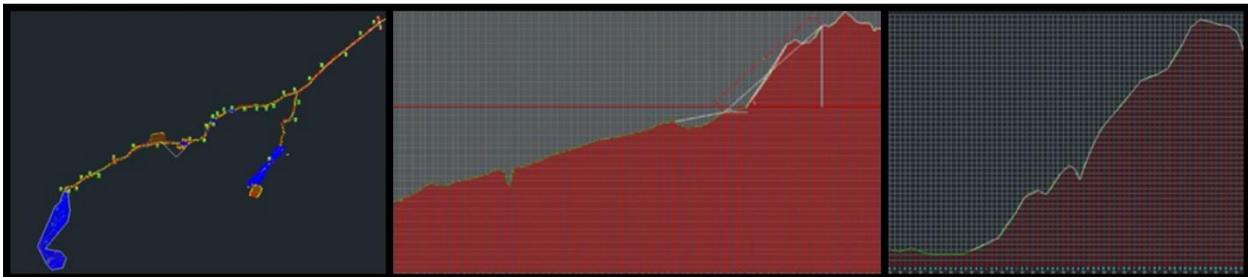


Figura 23. Trazado topográfico Alternativa de acceso 2.

Del recorrido por todo el trayecto de la ruta propuesta para el ingreso de vehículos a las tres plataformas de perforación, se identificaron 10 puntos críticos, siendo estos:

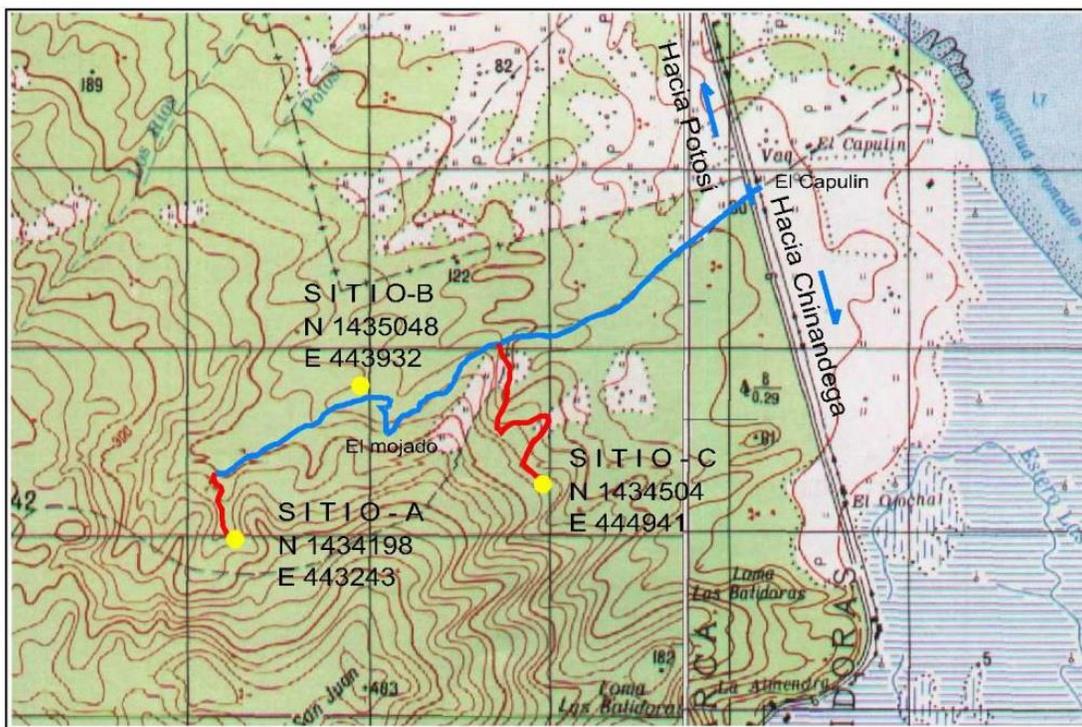
Cuadro 16. Puntos críticos de la ruta de acceso Alternativa 2.

Punto crítico identificado	Ubicación de la estación		Distancia medida (m)	Observaciones
	Inicio	Finaliza		
1	1+650	1+690	39.423	Socavamiento del camino
2	1+710	1+730	19.862	Socavamiento del camino
3	1+860	1+900	39.930	Socavamiento
4	1+980	2+000	19.721	socavamiento
5	2+230	2+300	69.964	Quebrada
6	3+560	4+317.04	757.04	Pendiente abrupta mayor a 55°
7	0+580	0+720	140.00	Hacia plataforma C; pendiente mayor a 45°
8	0+720	0+760	40.00	Drenaje
9	0+760	1+060	300.00	Pendiente mayor a 45°
10	1+060	1+080	20.00	Drenaje

Como se mencionó anteriormente el marco regulatorio nacional prohíbe el corte de árboles en los 200m medidos desde la ribera de los ríos, quebradas o cualquier cuerpo de agua superficial y hay restricciones en terrenos con pendientes mayores a 45°.

Análisis 3. Rehabilitación de 4Km de camino terciario, reducción de área de rodamiento y derecho de vía a categoría trocha, trazado de nuevos acceso por sectores ya impactados por senderos existentes, con permiso de acceso a la propiedad privada. De manera general esta alternativa de trazado obedece en la medida de lo posible a las rutas más cortas y de menor impacto ambiental. Esta alternativa fue la que se consideró más factible económicamente, técnica, legal y ambientalmente viable.

De las tres alternativas hacia la zona de exploración geotérmica en A se seleccionó la ruta No.2, que es la que representa los mayores cambios de trazado horizontal pero que se desarrolla sobre pendientes más suaves en su total de longitud. Para las tres alternativas hacia la zona de exploración geotérmica en C se seleccionó la ruta No.3, que es la que representa los mayores cambios de trazado horizontal pero que se desarrolla sobre pendientes más suaves en su total de longitud. En la siguiente ilustración se observan las rutas seleccionadas. Ver **"Informe topográfico sobre caminos de acceso y sitios A,B,C para exploración geotérmica en volcán Cosigüina, ACN."**, en Apéndice Sección I, numeral 9.



Legend

- Sitio de exploracion
- Trocha existente
- Trocha nueva

Mapa 1:50,000 / INETER

3.9.10. Controles operativos a realizar durante la perforación exploratoria

Monitoreo de parámetros de gases, T°, y tratamiento de los datos recolectados. Tipos de dispositivos de medición, marca, modelo y especificaciones técnicas.

Cuando el programa de perforación es alcanzado, una tubería con ranuras permite la entrada del vapor al pozo y es corrida hasta el fondo del pozo para evitar el posible colapso de las paredes. Luego las pruebas de terminación son realizadas, midiéndose las presiones y temperaturas en el fondo del pozo, variando el caudal de bombeo de agua. Estas pruebas determinan la capacidad de inyectividad del pozo y la localización de las zonas de alimentación de las fracturas. Un cabezal es colocado sobre el pozo, la torre es bajada y al pozo se le permite calentar. Mediciones adicionales de presión y temperatura son realizadas hasta que se estima que el pozo es capaz de descargar. Una unidad de registro de datos electrónicos grabará todos los parámetros de perforación, los cuales serán complementados con datos cualitativos e interpretaciones geológicas aportadas por el geólogo durante la perforación.

Se ejecutarán registros de presión-temperatura una vez finalizado el bombeo, al cabo de 12 horas, 24 horas, 2 días, 4 días, 1 semana, 2 semanas y 4 semanas; y posiblemente al cabo de un tiempo mayor en algunos pozos. Estos registros repetidos de presión-temperatura brindan pruebas adicionales sobre la ubicación de las zonas permeables dentro del pozo, sobre la base principalmente del perfil de temperaturas y el tiempo que tarda en calentarse cada zona en el interior del pozo.

- **Prueba de Descarga**

- a. **Medición de flujo y otros requisitos de datos**

Como la descarga del pozo puede ser una mezcla de dos fases de vapor y agua caliente, este se separa en un tanque de evaporación instantánea y el flujo de salmuera separado se medirá sobre un vertedero. El esquema de diseño probable ha sido adoptado por la ingeniería del proyecto Volcán Casitas, donde se utilizó un sistema de separación fase vapor-líquido similar. El esquema constructivo se presenta en anexos. La salmuera caliente fluirá entonces en el estanque por gravedad. Un manómetro debe estar instalado en el lado del vertedero para permitir la medición de flujo de salmuera.

La tubería de extremo tiene una presión de labio tapping para permitir la "presión labio" o presión crítica para ser medido a la salida del tubo, que permite la entalpía del fluido a ser estimado. Un bajo rango calibrado correctamente (0-4 bar) de calibre debe ser usado para medir la presión del labio.

Se recomienda tomar las medidas para los siguientes parámetros: la PST, la presión del labio, altura flujo vertedero, y la temperatura del fluido en la tubería de descarga si

está disponible. Muestras separadas de salmuera, condensado de vapor y de gas para análisis geoquímicos.

b. Mediciones de Presión/ Temperatura

Se utiliza un Kuster PTS (K10 PTS) diseñado para registrar los datos de presión / temperatura / Spinner. El K10 geotérmico PTS puede operar el fondo del pozo para un máximo de 6 horas a 300C. La sección electrónica y la batería está encerrado en una carcasa de presión, que térmicamente protege de temperaturas geotérmicas de alta temperatura. Los transductores de presión detecta la presión del pozo a través de un tubo capilar, mientras que el sensor externo dispositivo rápido de temperatura resistivo de platino (RTD) permanece expuesta al pozo para detectar la temperatura. Caudalímetros intercambiables e impulsores permiten elegir cuál es el más adecuado para las condiciones de flujo.

c. Muestreo químico

Es necesario tomar muestras separadas de agua, gas y condensado de vapor para el análisis químico con el fin de caracterizar el recurso y para evaluar la química del depósito, en particular, el contenido de gas y el potencial escalar. Las muestras pueden ser tomadas de las muestras del vertedero y vapor y las muestras de agua bajo presión aguas arriba del punto de descarga.

El muestreo requerirá lo siguiente:

Dos juegos "completos" de muestras de condensado de agua, gas y vapor se recogerán en el segundo día de la descarga completamente abierta y de nuevo al final del período de descarga completamente abierta (nominalmente a 7 días). Muestras de agua del vertedero se recogerán todos los días de la descarga horizontal en 0800hrs, 12: 00hrs y hasta 1600 hrs prueba es completa.

Un conjunto "completo" de las muestras deberá incluir lo siguiente:

- 1) Vertedero de Salmuera: pH, Li, Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, F, SO₄, HCO₃, B, SiO₂
- 2) Separador de vapor: H₂O, CO₂, H₂S, He, H₂, Ar, O₂, N₂, CH₄
- 3) Condensado de vapor separado: NH₃, δ²H, δ¹⁸O
- 4) Salmuera separada for: pH, Li, Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, F, SO₄, HCO₃, B, SiO₂, NH₃, δ²H, δ¹⁸O

Si hay una indicación de que el pozo no sostendrá descarga, a continuación, debe hacerse todo lo posible para reunir un conjunto completo de muestras antes de que el pozo esté cerrado.

- **Configuración equipo de descarga**

- a. **Equipo**

El equipo para el ensayo será diseñado y fabricado por, o bajo la supervisión del contratante. El esquema final del equipo y la disposición para la prueba se preparará para cada pozo. La brida de la válvula principal, válvulas laterales y cabeza carcasa debe estar conectado con una presión y una temperatura nominal equivalente según las especificaciones ANSI 600.

- **Descarga de pozo**

- a. **Seguridad**

1. Comprobar que los Equipo de Respiración Autónoma están disponibles en el sitio. Comprobar que el personal están entrenados en el uso de estas unidades. Compruebe que el sensor de H₂S está instalado y funcionando.

2. Asignar responsabilidades y deberes para el funcionamiento de la válvula maestra y la recolección de datos.

3. Todo el personal no esencial (es decir, aquellos que no participan con la apertura de pozo o supervisión EHS) se mueven fuera de lugar durante la apertura del pozo hasta que el flujo también se ha estabilizado y los niveles de gases han sido verificados. Este personal se debe colocar en una posición en contra del viento del punto de descarga.

- b. **Seguridad y medio ambiente**

La descarga puede implicar caudales moderados de agua caliente y vapor. Las cargas dinámicas también pueden ser altos y líneas de descarga y equipos de prueba deben tener soportes y sistemas de retención adecuados y deberán ser revisados por el Ingeniero Supervisor.

El H₂S es un gas potencialmente letal presente en la mayoría de los ambientes geotermales. El personal debe incluir un Monitor de gas H₂S como parte de su equipo de protección personal (EPP). El EPP mínimo incluye, pero sin limitarse a: Casco, gafas de seguridad, arnés de cuerpo Ropa, Botas Punta de acero, guantes, protección para los oídos y un monitor de gas H₂S personal.

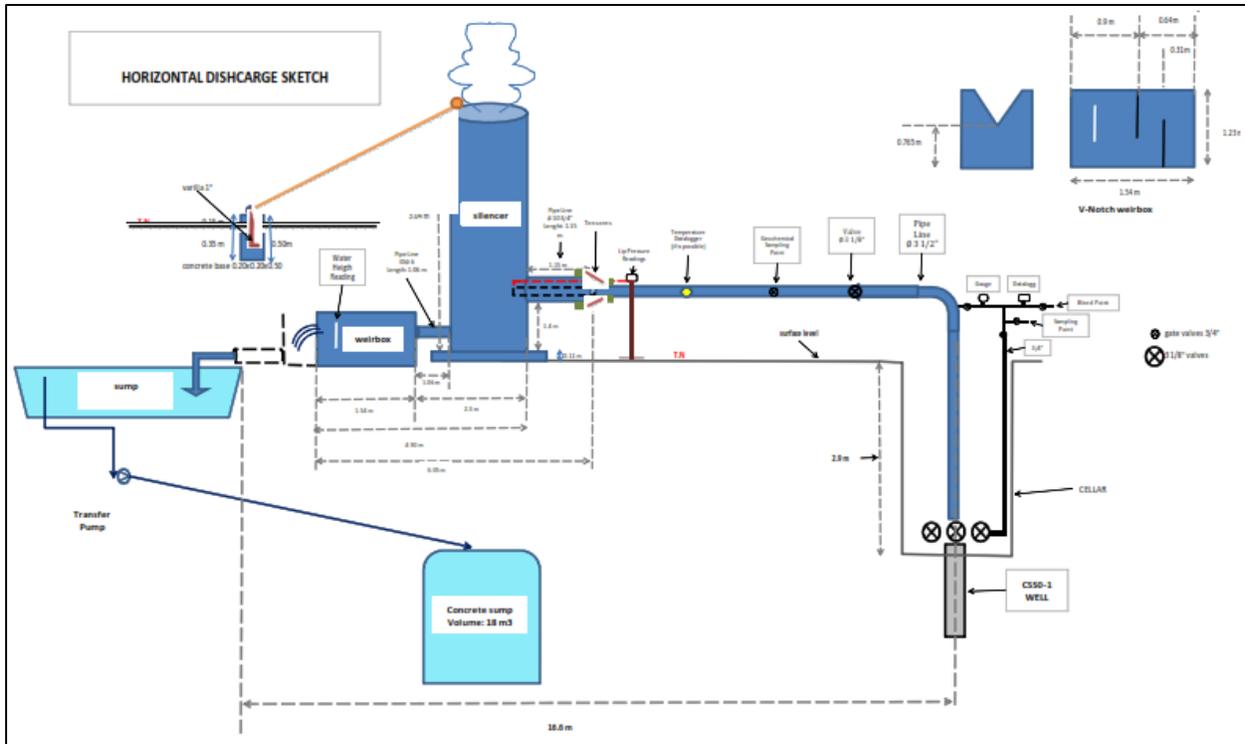


Figura 24. Esquema constructivo descarga de pozo.

Fuente: ACN

3.9.11. Plan de trabajo de las labores de exploración

Se prevé que la torre operará 24 horas/día, 7 días/semana en condiciones óptimas de operación. El tiempo de perforación del pozo dependerá de su profundidad, de las condiciones que se encuentren en el subsuelo y de la ausencia de problemas, pero se prevé que la perforación de cada pozo pueda requerir un período variable entre **2 y 3 meses**. La información de turnos de jornada laboral se presenta en acápite 3.7.

El programa de perforación exploratoria tiene tres etapas de trabajo importantes:

- **Fase de pre-operación.** Diseño y preparación de las plataformas de perforación: identificación, planificación y construcción de plataformas de 25 x 25 m, caminos de acceso y suministro de agua.

Se trabaja en el diseño de las vías de acceso a las plataformas utilizando las rutas de acceso existentes. Algunos transeptos de las rutas son elevados (topografía inclinada con pendientes de hasta 56°), por lo que se requerirá ensancharlas, mejorar la pendiente, la superficie y el drenaje.

Dentro del diseño de las plataformas se ha tomado en cuenta el establecimiento del campamento de perforación y la disposición temporal de los lodos, a fin de minimizar

tales impactos. Las plataformas y los caminos se construirán en base a diseños que han sido confeccionados para condiciones de ingeniería civil y geotécnica. Ver en Apéndice Sección I, numeral 10, resultados de ensayos geotécnicos.

En esta fase también se identifica la fuente de suministro de agua para las labores de perforación, la cual será de 80 a 95 m³ en operaciones reales de operación. Debido a que los pozos de agua subterránea existentes, se encuentran en estado crítico de aprovechamiento, el recurso se obtendrá de una fuente superficial.

- **Fase de operación y mantenimiento:** Esta fase comprende las actividades de perforación de tres pozos propiamente dichas, incluyendo la cementación de las tuberías de revestimiento, la instalación de los sistemas de válvulas de cierre del pozo, el manejo de los lodos de perforación, las pruebas de los pozos (terminación de las pruebas, el calentamiento y descarga de los pozos) y el manejo de los fluidos geotérmicos producidos por el pozo. Incluye el registro geológico durante la perforación. Debe considerarse como una actividad esencial de esta etapa, las mediciones y pruebas de producción de los pozos.
- **Fase de cierre:** Esta fase comprende las actividades a realizar en caso de que los resultados obtenidos de la perforación profunda no confirmen la viabilidad técnico-económica de un desarrollo comercial. O alternativamente, en los casos en que se presenten problemas técnicos durante la perforación que conlleven al abandono del pozo mismo.

Como parte de la fase de cierre, se incluyen también aquellas actividades que son necesarias en todo caso (aun cuando los pozos resultan exitosos) y están relacionadas con el retiro de la maquinaria de perforación y de los campamentos de trabajo en la plataforma, así como la clausura de las pilas de lodos y detritos de perforación geotérmica, dejando únicamente el área de influencia del pozo, para su uso posterior.

3.9.12. Lista de equipos y maquinaria a utilizar en el Proyecto

La lista de equipos y maquinaria de perforación se describe en acápite 3.9.5. "Descripción de la tecnología de perforación y sus componentes". En Nicaragua no existen empresas con capacidad de proporcionar el equipo y los materiales de perforación requeridos. Por lo tanto estos serán importados del exterior. La empresa seleccionará y contratará el equipo y materiales, aplicando los estándares de calidad y seguridad, comúnmente utilizados en la industria de perforación, comprobando el buen estado del mantenimiento de todas las partes mecánicas y estructurales.

El transporte de carga será realizado con camiones contratados a nivel local con empresas dedicadas a éste tipo de negocio, a las cuales ACN requerirá medios de

transporte en buen estado de funcionamiento, a fin de cumplir con las regulaciones de eficiencia del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Los materiales y equipos a utilizar en la etapa de pre-operación son:

- Maquinaria y equipos para la construcción de obras civiles (camino de acceso, plataforma y pilas de lodos), está compuesta por un módulo convencional de maquinaria para movimiento de tierra. Esta maquinaria será contratada en el mercado local. A continuación se presenta la configuración del módulo de equipos de construcción que se utilizará en las obras civiles

Descripción del equipo	Cantidad
Moto niveladora	1
Tractor DC-6	1
Camiones cisterna para humedad optima del suelo	1
Compactadora de rodillo de 10-12Ton	1
Camiones de volquete de 10-12m ³	3
Cargador frontal	2
Camión plataforma de 20Ton	1
Concretera	2
Patrol	1
Buldócer	1

Cuadro 17. Equipo para la construcción de caminos y plataformas

Entre los insumos, el principal componente es el material selecto que se ocupará para la conformación de la superficie de los caminos y de las plataformas. Se requiere además de agua (para riego, compactación y para la mezcla del concreto y morteros), cemento, bloques de concreto, arena, piedra triturada, madera para los encofrados, del contrapozo, las cunetas de drenaje, la losa y el sistema de almacenamiento de combustible. Se prevé además una cierta cantidad de tubos de concreto para las alcantarillas y drenaje transversal del camino.

La impermeabilización de las pilas de almacenamiento de lodos de perforación se realizará con lona plastificada impermeable o geomembrana.

Todos los materiales serán transportados hasta el sitio mediante camiones de 20 toneladas. El mantenimiento de toda la flota vehicular liviana y pesada, se realizará en talleres automotrices autorizados en el municipio de El Viejo. La maquinaria pesada que no pueda ser transportada fácilmente se le dará mantenimiento en el sitio de la plataforma tomando todas las medidas de prevención de contaminación de suelo y

agua, las cuales se presentan en el capítulo de Medidas Ambientales y Programa de Gestión Ambiental.

La ruta de movilización de la maquinaria y equipo a utilizar será la definida en el capítulo de caminos de acceso, que corresponde a la tercera alternativa seleccionada, considerando el menor impacto ambiental y cumplimiento de la normativa ambiental. No hay otra ruta de movilización posible en la zona.

En esta fase se utilizarán camionetas 4x4 para transportar los equipos y materiales a la plataforma de perforación; para el control del polvo en los caminos se ocupará un camión cisterna y ocasionalmente se utilizará una motoniveladora para la reparación y mantenimiento de los caminos de acceso.

Actividades de mantenimiento

- **Instalaciones**

Las actividades de mantenimiento a las instalaciones incluyen la limpieza del área de la plataforma y manejo de los residuos domésticos y otros desechos sólidos, los cuales serán trasladados al sitio de disposición final (vertedero municipal de El Viejo) con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana en dependencia del volumen generado.

- **Equipos**

El mantenimiento de los equipos implica esencialmente mantenimiento preventivo de motores de combustión interna y motores eléctricos (cambio de aceites y repuestos). Esto se realizará según programa determinado para mantener todos los componentes en perfecto estado de funcionamiento, lo cual garantiza un consumo óptimo de combustible, así como la reducción de emisiones y ruidos. Se realizará mantenimiento de los vehículos livianos en talleres automotrices o estaciones de servicio automotor ubicadas en El Viejo, ya que en la zona de influencia no existen talleres autorizados. A los vehículos pesados y maquinaria estacionaria se les brindará mantenimiento en el sitio del Proyecto, cumpliendo con las medidas de seguridad ambiental y ocupacional, lo cual se desarrolla en el capítulo de Medidas Ambientales y Plan de Mantenimiento de Equipos.

- **Vías de acceso y plataforma**

El mantenimiento de las vías de acceso y superficie libres de equipos y materiales en la plataforma, prevé el riego para controlar el efecto del polvo sobre los trabajadores y la población cercana. Esta actividad variará dependiendo de la intensidad del tráfico vehicular y de la humedad del suelo. Para mantener el camino en buen estado, se acondicionará periódicamente la superficie de rodamiento con una motoniveladora y además se realizará limpieza de vados y alcantarillas, y de las cunetas de drenaje, tanto en los caminos como alrededor de la plataforma.

Se pondrá particular atención al control de la integridad de la pila de lodos, para garantizar su impermeabilización y estabilidad estructural.

3.10. Etapa de perforación exploratoria

Esta fase comprende las actividades de perforación de pozos incluyendo la cementación de las tuberías de revestimiento, la instalación de los sistemas de válvulas de cierre del pozo, el manejo de los lodos de perforación, las pruebas de los pozos y el manejo de los fluidos geotérmicos producidos por el pozo.

Antes de la llegada al sitio de la torre, la tubería superficial es colocada dentro del suelo. Un contrapozo (caja de concreto) es construido alrededor de la tubería superficial. Luego que la torre ha sido transportada y levantada, la tubería superficial será perforada y cementada en el sitio. El agujero es perforado hasta la siguiente etapa, la tubería es corrida dentro del agujero y cementada en su lugar. El uso de cemento es mínimo y el exceso es depositado en la pila de desechos de la plataforma. Sucesivamente agujeros de diámetro más pequeños son perforados y la tubería de revestimiento es corrida dentro del agujero hasta que se estima que el reservorio geotermal ha sido interceptado y la tubería final, la tubería de producción, es corrida. Se preveé que la torre operará 24h/día en condiciones óptimas de operación.

Durante la perforación de la sección revestida del pozo el fluido de perforación utilizado es lodo. Este está constituido de agua y bentonita más aditivos, tales como soda cáustica para mantener la química óptima del lodo. El papel del lodo es enfriar el pozo, lubricar el proceso de perforación y transportar los recortes hacia arriba del pozo desde la barrena. Si el pozo encuentra fracturas a la profundidad, el lodo se perderá en el subsuelo, en tales casos, materiales tales como bagazo de caña, es agregado al lodo para bloquear la fractura, o la fractura es cementada. Sin embargo, cuando el pozo es perforado después de la tubería de producción cualquier bloqueo de las fracturas es evitado perforando solo con agua.

El agua será recirculada y los recortes cribados hasta que el pozo intercepte suficientes fracturas que impidan el retorno del agua y solamente el agua será bombeada al pozo, los recortes luego desaparecen en las fracturas del subsuelo.

Cuando el programa de perforación es alcanzado, una tubería con ranuras permite la entrada del vapor al pozo y es corrida hasta el fondo del pozo para evitar el posible colapso de las paredes. Luego las pruebas de terminación son realizadas, midiéndose las presiones y temperaturas en el fondo del pozo, variando el caudal de bombeo de agua. Estas pruebas determinan la capacidad de inyectividad del pozo y la localización de las zonas de alimentación de las fracturas. Un cabezal es colocado sobre el pozo, la

torre es bajada y al pozo se le permite calentar. Mediciones adicionales de presión y temperatura son realizadas hasta que se estima que el pozo es capaz de descargar. El pozo primeramente será descargado brevemente para su limpieza de manera libre y vertical si es posible por 30 minutos, luego es puesto en descarga controlada a largo plazo. En este caso se anticipa que el pozo producirá vapor seco, en cuyo caso el vapor será dirigido desde el pozo hacia un silenciador. Algo del agua de perforación original quizás sea retenido en el pozo y podría producir condensado, este drenará hacia la pila de desechos y si es necesario sería reinyectado dentro del pozo después de finalizada la descarga.

En el caso que el pozo produzca cantidad significativa de agua, un silenciador de presión atmosférico y un vertedero serán usados, el agua será dirigida a la pila de la plataforma y reinyectada al pozo luego de la finalización de la descarga. En el caso de que no se produzca mucha agua, el pozo será descargado por varias semanas para determinar sus características químicas y de producción en condición estable.

La perforación y terminación de los pozos de exploración se realizarán utilizando metodologías geotérmicas comprobadas y de acuerdo con los estándares de ingeniería **reconocidos internacionalmente**. Los procedimientos de perforación se regirán por las normas de ingeniería y seguridad aceptadas, y las tuberías de revestimiento de pozo permanentes, cabezal de pozo y las válvulas se instalarán de acuerdo con las normas API o equivalentes.

Se recurrirá a un contratista de cementación internacional para las tuberías de revestimiento de cementación. El programa de perforación estará respaldado por un fuerte énfasis puesto en la recolección de datos geocientíficos a través del proceso de perforación. Un geólogo con experiencia en perforaciones geotérmicas estará presente en la plataforma en todo momento para monitorear la geología y los indicadores geotérmicos que puedan interpretarse a partir de la mineralogía de la alteración. Una unidad de registro de datos electrónicos grabará todos los parámetros de perforación, los cuales serán complementados con datos cualitativos e interpretaciones geológicas aportadas por el geólogo durante la perforación.

Muestras geológicas

Las muestras de cortes serán recogidas por un recolector de muestras asignado a intervalos de 3.0 m debajo del fondo de la tubería de revestimiento del conductor (3.0 m por debajo del nivel del contrapozo). Las muestras se lavarán para quitarles el lodo de perforación y una parte de ellas será separada en una bandeja etiquetada para ser analizada por el geólogo. El resto de la muestra (al menos 200 gramos) será puesta a secar y colocada en bolsas de tela etiquetadas para su almacenamiento a largo plazo y referencia futura. Las bolsas de las muestras se guardarán en contenedores de tamaño

adecuado para facilitar su manejo. Los testigos pueden extraerse de la parte más profunda del pozo. El geólogo puede requerir la extracción de testigos de cualquier zona de interés, pero los lugares más probables son:

- Donde existe una pérdida total de circulación dentro del área de producción y
- En la profundidad total del pozo.

Recolección de datos

Los parámetros de perforación se registrarán utilizando un sistema automatizado de registro de lodos desde el fondo de la tubería de revestimiento del conductor, el cual será usado por el personal de perforación para monitorear el progreso del pozo. El sistema de registro de lodos recoge un rango de por lo menos 10 parámetros de perforación diferentes que pueden ser visualizados y así asistir al perforador, al supervisor de la perforación y al geólogo en la toma de decisiones diarias. El geólogo utiliza los datos de perforación relevantes (peso sobre la broca, tasa de penetración, torque de rotación, temperaturas del lodo, etc.) para asistir en la interpretación de las condiciones del fondo del pozo, los cambios en las formaciones, etc.

Análisis geológico

Se llevará a cabo una testificación geológica continua en el emplazamiento de los equipos de perforación por parte de geólogos con experiencia en geotermia, quienes utilizarán un microscopio binocular para examinar y describir los cortes de perforación. La testificación se centrará en determinar la litología original, la distribución, la mineralogía y la intensidad de la alteración y formación de vetas. Las descripciones de los cortes se incluirán en los informes geológicos diarios y se compararán con un registro de descripción de formaciones compuestas usando software Strater para presentación de pozos.

Se llevarán a cabo pruebas de absorción de azul metileno en la plataforma para realizar una evaluación inmediata semi-cuantitativa de la presencia de arcilla hinchada en las muestras de cortes. La evaluación de la capacidad de intercambio de iones de las muestras de roca se considera un indicador de temperatura útil que también puede ayudar a reconocer zonas de probable inestabilidad de agujeros. Las pruebas de azul metileno se llevan a cabo por lo general a intervalos de 15 m en los 200 m superiores aproximadamente; luego a intervalos de 30 m ó 60 m hacia el fondo del agujero o hasta que las pérdidas totales indican que no existen más muestras de cortes.

El análisis de Difracción de rayos X (XRD) de las muestras seleccionadas se realizará en un laboratorio internacional para ayudar a identificar minerales hidrotermales de grano fino, tales como especies de arcilla y zeolita sensibles a la temperatura. Por lo general, las muestras de XRD se extraerán de los mismos intervalos de muestra usados para el análisis de azul metileno para poder calibrar mejor los resultados de

este último. Se prepararán muestras seleccionadas de cortes y testigos en finas secciones en Managua, las cuales serán examinadas por un petrólogo experimentado utilizando un microscopio petrográfico en la plataforma, lo cual permitirá determinar rápida y precisamente las características de la litología, la alteración y la formación de vetas. Se extraerán secciones finas a intervalos de cerca de 100 m, o más frecuentemente en áreas de geología más compleja. Estas muestras serán típicamente aquéllas que también fueron analizadas por XRD, de forma tal que las identificaciones minerales en XRD puedan contribuir al trabajo de petrografía de sección fina y viceversa.

Los resultados combinados de las descripciones del microscopio binocular, el análisis de azul metileno, el análisis de XRD y la petrología de secciones finas se utilizarán para determinar la naturaleza de la litología presente en cada pozo, y las zonas de alteración hidrotermal presentes. Esto a su vez se utilizará para predecir la química y la temperatura de los fluidos durante la perforación, sobre la base de su correlación con otros campos geotérmicos. Las zonas permeables se identificarán inicialmente sobre la base del sitio de pérdida de agua, en donde haya cambios inexplicables de presión de bomba o temperatura de retorno de lodos, o donde se produzcan amagos de reventón del pozo durante la perforación, correlativos con cortes de perforación o zonas de perforación rápida. Las zonas permeables se localizarán entonces de manera más exacta durante las pruebas de terminación.

Registros/prueba de pozo

Una vez alcanzada la profundidad planeada, está previsto ejecutar una herramienta de sondeo acústico en cada pozo antes de meter la tubería ranurada de producción. Esta herramienta se usa principalmente para analizar la ubicación y la naturaleza de la permeabilidad en el agujero. Sin embargo, también puede proporcionar información acerca de la naturaleza de la litología, la orientación de la estratificación y las orientaciones de las fracturas principales. Esto puede acompañarse de estudios de resistividad o registros gamma.

Una vez colocado la tubería ranurada de producción en su lugar, se evaluará la permeabilidad del pozo mediante una prueba de inyectividad, bombeando agua a un rango determinado de tasas a la vez que se monitorea la presión en la boca del pozo, seguido de una prueba de caída de presión. Estas pruebas darán como resultado una inyectividad para el pozo (en toneladas/bar por hora), lo que será un indicador de la productividad probable del pozo. Un registro en espiral indicará la ubicación de las zonas de mayor permeabilidad durante la prueba de inyectividad. Se ejecutarán registros de presión-temperatura una vez finalizado el bombeo, al cabo de 12 horas, 24 horas, 2 días, 4 días, 1 semana, 2 semanas y 4 semanas; y posiblemente al cabo de un tiempo mayor en algunos pozos. El número de este tipo de registros que puede

ejecutarse está limitado habitualmente por otras actividades realizadas en la plataforma del pozo, incluidos los movimientos de la torre de perforación. Estos registros repetidos de presión-temperatura brindan pruebas adicionales sobre la ubicación de las zonas permeables dentro del pozo, sobre la base principalmente del perfil de temperaturas y el tiempo que tarda en calentarse cada zona en el interior del pozo.

Presentación de los datos

Los supervisores de perforación y geología entregarán informes diarios para permitir un monitoreo más cercano del progreso efectuado en la perforación y de la toma de decisiones permanente. Todos los datos mencionados anteriormente se presentarán en informes completos de perforación y geología que suministrarán información detallada sobre las operaciones, terminación de pozos, parámetros de perforación, geología, mineralogía de alteración, permeabilidad, y presentarán un resumen de varios parámetros interpretativos. Estos informes de pozo se concluirán por lo general al cabo de un mes luego de finalizar la perforación, y se enviará una copia al Ministerio de Energía y Minas.

3.10.1. Demanda de energía

En la zona de influencia directa no hay suministro de energía eléctrica a través del SIN. Los habitantes de la zona disponen en sus hogares de paneles solares que fueron instalados por TECNOSOL a través de financiamiento propio.

El Proyecto utilizará una planta eléctrica portátil a base de Diesel que suministrará energía para iluminación en horas nocturnas. Las características de la planta se describen en el acápite 3.9.7.10., con un tanque de almacenamiento de 15L. La máquina perforadora y demás equipos funcionan a base de Diesel como combustible. No son eléctricos.

3.10.2. Demanda de agua

En el Proyecto se requiere el uso de agua para las siguientes actividades:

- Lubricación de barrena y mantenimiento de la temperatura de la torre de perforación. Se forman los lodos de perforación que son la mezcla de agua más bentonita y otros aditivos químicos. Este suministro es permanente durante toda la fase de perforación.
- Humedecimiento de suelo en las actividades de movimiento de tierra para la conformación de plataformas, apertura y rehabilitación de caminos, principalmente en los primeros 200m y últimos 100m del camino que es donde existen asentadas viviendas; en el resto del trayecto no hay viviendas.

- Se requiere agua para labores de mezcla de cemento y otros materiales para las pequeñas obras grises que se requieren construir.
- Agua para consumo humano de la cuadrilla de 30 trabajadores en cada jornada laboral (60 trabajadores/día)

El consumo de agua para la torre de perforación es de aproximadamente 80 a 95 m³/día, más un stock adicional para contingencias de reventones probables en el pozo de 40m³. Esto aplica para torre Slimhole que es la que se usará en el Proyecto. Para torres comerciales el consumo de agua es mayor.

Se realizó un análisis técnico-legal de las potenciales fuentes de agua superficial de abastecimiento de agua para el Proyecto, en la zona baja de la sub-cuenca identificada por el estudio hidrogeológico (Potosí, El Capulín, Las Batidoras No.1) ya que en la zona de influencia directa del Proyecto, sobre el volcán San Juan y Cosigüina, no existen pozos ni cuerpos de agua superficial, solamente se identificaron ojos de agua de bajo rendimiento que sirven únicamente para el abastecimiento de los habitantes de la comunidad El Mojado. Inicialmente el Estudio Hidrogeológico identificó en las cercanías de la fuente termal de El Mojado un "pozo", que suministraba agua al pueblo de Potosí, sin embargo este fue clausurado según pobladores de la zona debido a las características del agua suministrada (caliente y salóbrega). Todo el equipo de bombeo fue retirado por la Alcaldía de El Viejo.

En la Comunidad El Capulín existe un pozo comunal que abastece a 4 comunidades del sector (Potosí, Capulín, Las Parcelas, Las Pozas) que actualmente suministra agua potable a 11,100 personas que están conectadas a éste acueducto, sin embargo la Municipalidad mencionó que ya existen problemas de abastecimiento del vital líquido estableciendo un estado crítico de aprovechamiento.

En coordinación con la Municipalidad de El Viejo²⁰, se abordaron las alternativas de fuentes de abastecimiento de agua que aseguren el suministro eficiente en cantidad requerida para el buen funcionamiento del Proyecto. Las alternativas propuestas fueron valoradas en términos de costos y disponibilidad de caudal:

- **Alternativa 1:** Captación de agua remanente de la piscina de agua termal del poblado de Potosí, que se utiliza para recreación y lavado de ropa. Se calculó un caudal de 3L/s, es decir, 259.2m³/día. El Proyecto requiere para las actividades de perforación máximo 135m³/día considerando el stock ante emergencias (52% de la generación diaria de la fuente)

²⁰ Reunidos con el Ing. Marvin Meléndez, Responsable de Riesgo de la Alcaldía de El Viejo.

POTOSÍ	100-NI-2014	28-02-14	9:21	ELEV:16 M	E 445,503	N 1437,720
<p>Manantiales de agua tibia y filtraciones que descargan de depósitos cuaternarios situados en el pueblo de potosí, costa noreste de Cosigüina. Al menos 4 manantiales de agua tibia llenando una piscina que es usada por la gente de potosí para lavar ropa y bañarse. Los fluidos emanan de depósitos cuaternarios no consolidados inmediatamente sobre el nivel de la piscina. No se presenció burbujeo, ni se percibió olor a h₂s. TEMPERATURA: 32.2°C PH: 7 TAMB.(°C): 27°C FLUJO TOTAL: 3L/S (FOTO MIRANDO AL NORTE)</p>						

Figura 25. Detalles de la fuente La Piscina de Potosí. Uso comunal.

- **Alternativa 2:** Canalización y posterior captación de los 3 ojos de agua que brotan en el margen izquierdo de la carretera principal hacia Potosí, ubicados en las comunidades de El Capulín y Las Batidoras No.1. Se calcula un caudal de 2L/s ó 172.8m³/día, sin embargo, estos "ojos de agua" están más alejados del área del Proyecto, pero no tiene ningún uso y se pierden por infiltración en las zonas aledañas.

Las batidoras 1	101-ni-2014	28-02-14	11:00	ELEV:28 M	E 445,471	N 1433,284
<p>Tres manantiales fluyendo sobre el camino que lleva a potosí. La temperatura máxima media fue de 42.2°C. No se presenció burbujeo, ni se percibió olor a h₂s. El agua fluye por debajo de depósitos no consolidados que parecen seguir el contacto entre depósitos cuaternarios y depósitos asociados al volcán san juan. Temperatura: 42.2°C Ph: 7 Tamb.(°c): 27°C Flujo total: 2l/s Área: 16m² (foto mirando al suroeste)</p>						

En el siguiente cuadro se detalla la ubicación de las fuentes potenciales de abastecimiento de agua analizadas y el caudal estimado disponible.

Fuente	Coordenadas		Altitud	Q (m ³ /día) ²¹
piscina termal Potosí	445500	1437736	23	259.2
Ojo de agua sobre la carretera potosí, dentro de la comunidad El Capulín	446500	1433281	20	172.8
Ojo de agua sobre la carretera potosí, conocido como Las Batidoras no.1	446388	1433253	3	

Cuadro 18. Fuentes potenciales de abastecimiento de agua propuestas por la Alcaldía de El Viejo.

Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A. (ACN), en base al análisis técnico-económico realizado y recomendaciones de la Municipalidad, seleccionó la fuente de La Piscina de Potosí (Alternativa 1) ubicada a 4Km de las plataformas. Esta fuente es de dominio comunal. En el siguiente mapa se indica la distancia de la fuente con relación a las plataformas de perforación. Ver mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 10.

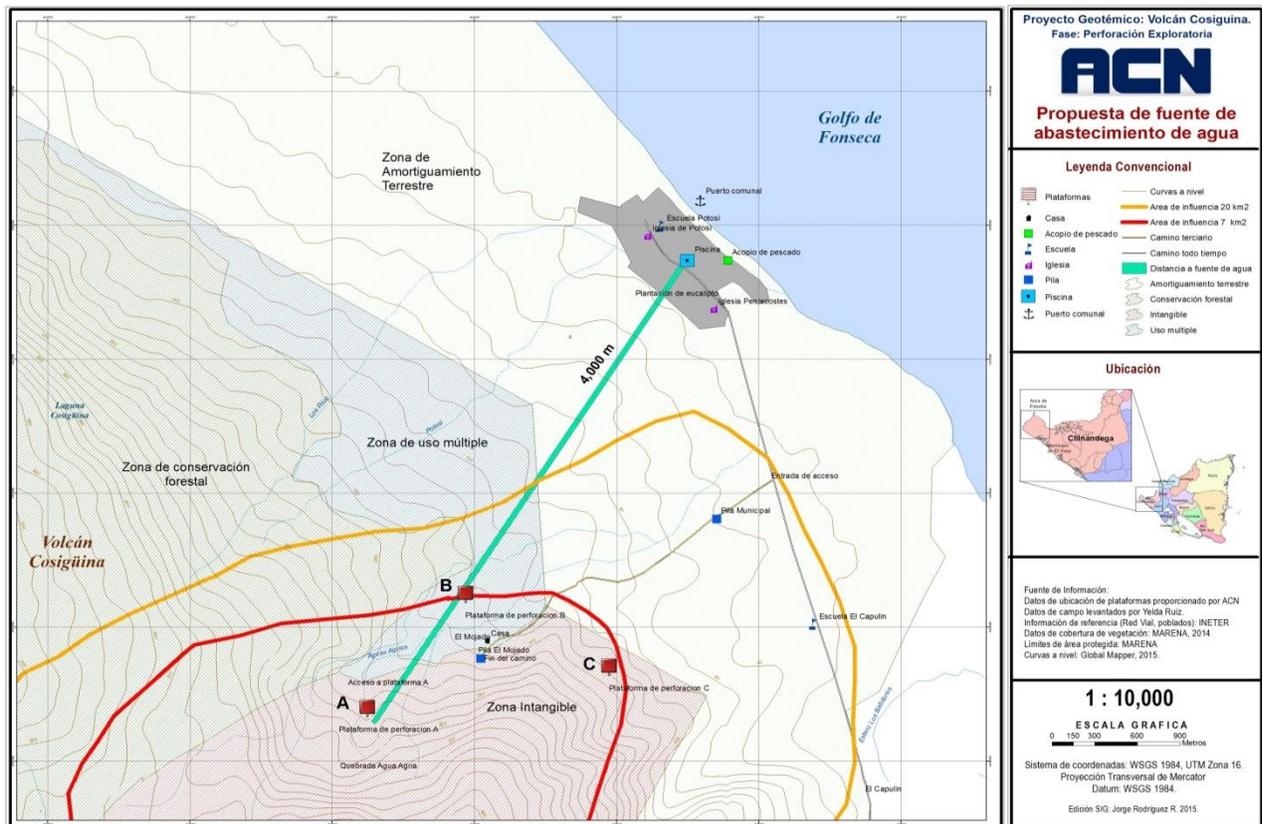


Figura 26. Mapa de propuesta de fuente de abastecimiento de agua para el Proyecto.

²¹ Según Informe de Prospección Hidrológico-Geoquímico, Junio 2014. ACN-SKM.

Durante la campaña de investigación hidrogeológica ejecutada en 2014 por SKM-ACN, se realizó análisis de parámetros fisicoquímicos asociados a la investigación geotérmica en ese punto (La piscina de Potosí denominada en el estudio hidrogeológico como Potosí SKM código de muestra 100-NI-2014), los resultados de ese monitoreo indican que las aguas pueden ser clasificadas como aguas sulfato-bicarbonatadas-cloruradas con una inclinación hacia la esquina de sulfato.

En campos geotermiales, las aguas sulfatadas son típicamente bajas en cloruros y ocurren en áreas geotérmicas volcánicas donde el vapor se condensa en las aguas superficiales. En los modelos volcánicos de terreno escarpado, la aparición de fumarolas y piscinas de barro en las altas elevaciones se interpreta generalmente como un fuerte indicador de la presencia de un flujo principal ascendente o “upflow”. Sin embargo, en Cosigüina estos manantiales se producen a los pies del volcán cerca de la línea de costa, lo que no se ajusta al modelo de terreno escarpado clásico. Así, y como lo sugiere el diagrama ternario estas aguas son más bien el resultado de la mezcla de aguas SO₄ con aguas superficiales más frías ya sean bicarbonatadas o meteóricas. Es importante notar que las aguas de la zona muestran en general un nivel alto de SO₄ que puede ser explicado por un aporte relacionado al sistema geotermal.

Nombre: Potosí skm		Código: 100-ni-2014
Parámetro	Unidad de medida	Resultado de análisis de laboratorio
T _{hco3}	°c	22
Amonio	Mg/l	0.004
Temp. °c	°c	32.20
Ph	Unidad	7.73
Li		0.04
As	Mg/l	0.02
Boro	Mg/l	1.7
Bromuro	Mg/l	0.44
Na	Mg/l	137
K	Mg/l	18.4
Ca	Mg/l	121
Mg	Mg/l	51
Cl mg/kg	Mg/l	145
So ₄	Mg/l	341
Sio ₂	Mg/l	113
Cl/b molar		85
F	Mg/l	0.40
T _{nakca}	°c	83
Hco ₃	Mg/l	234
Hierro	Mg/l	<0.08

Cuadro 19. Muestra de agua de la fuente La Piscina Potosí del lado Este de Cosigüina. Fuente: Estudio Hidrogeológico SKM 2014.

Con relación al trámite de obtención de “concesión” por parte de la Autoridad Nacional del Agua conforme Ley 620, se manifiesta que según lo establecido en la Ley, se requiere de una “Licencia de aprovechamiento de recurso hídrico superficial”, sin embargo y según los requisitos oficiales para el trámite para los derechos de uso de agua es necesario presentar el Permiso Ambiental, de acuerdo a la categoría del Proyecto, del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales; Por tanto, no puede realizarse ni presentarse en este Estudio la concesión solicitada en los TDR. De manera proactiva y tratando de tener respaldo de la fuente seleccionada la Empresa solicitó formalmente la Autorización de Uso por parte de la Municipalidad, a fin de obtener respaldo en la iniciativa mencionada. En Apéndice Volumen I, Sección A. Documentos legales, se adjunta Autorización de uso de la Alcaldía de El Viejo. ACN realizará el trámite especial, tomando en cuenta que el proyecto es de interés nacional, ante ANA una vez obtenido el Permiso Ambiental del Proyecto.

3.10.3. Demanda de insumos

Existen numerosas sustancias para la fabricación de fluidos de perforación, la elección de los aditivos de los fluidos de perforación depende de la maquinaria y procesos, así como de las condiciones particulares de cada sondeo. Estos fluidos no son más que un fluido base al que se añaden una serie de aditivos para conferirle ciertas propiedades físicas y químicas que permitan optimizar las labores de perforación. Cabe señalar que los aditivos de perforación son en su mayoría sustancias biodegradables y que presentan un menor riesgo al ambiente. Ver en Apéndice Sección I numeral 11, las hojas MSDS de los aditivos químicos a utilizar en el Proyecto.

Su consumo depende del tipo de terreno perforado, de la calidad de agua a utilizar (con énfasis en la dureza y pH del agua) y del tipo de propiedad que se necesita conferir a dicho fluido. En el proyecto se estima utilizar 9 sustancias químicas, siendo estas:

Sustancia química	Unid.	Cantidades aproximadas
Baroid bentonita Pellets de 1/4"	Kg/m	7.4
Ez Mud	L /m ³	1.25 - 2.5
Penetrol	L /m ³	2.5 - 10
Quik gel	Kg/m ³	18 - 30
Quik trol	Kg/m ³	0.6 - 1.7
Poly- plus	Kg/m ³	0.71 - 2.85
Polyswell	Kg/ L	0.025 - 0.075
Soda Ash	Kg/m ³	0.6 - 1.2

Cuadro 20. Consumos de sustancias químicas.

3.10.4. Consumo de materiales

Etapa constructiva de plataformas. En el Cuadro siguiente, se presenta la estimación de las cantidades de materiales que se ocuparán en la construcción de cada plataforma.

Material	Unidad	Cantidad
Material selecto	m ³	125
Cemento	Bolsas	30
Bloques de concreto	Unidad	300
Arena	m ³	80
Piedra triturada	m ³	50
Madera	pies	200
Lona plastificada impermeable	m ²	3000

Cuadro 21. Estimación del material de construcción para cada plataforma.

Fuente: ACN, junio 2015.

Esta información fue presentada en los acápites 3.9.4. y 3.9.8. En el área de amortiguamiento de la Reserva se identificaron 3 bancos de préstamo de material selecto. Estos son:

1	Banco de material de préstamo Juan Guardado, comunidad San Juancito. Teléfono de contacto: 83927921. Precio de venta C\$15/m ³ según información brindada.	438108	1422027	45
2	Banco de material de préstamo Martín Antonio Márquez, comunidad Mechapa. Banco inactivo. Teléfono de contacto: 8875-2309.	434969	1422220	52
3	Banco de material sobre carretera hacia potosí propiedad de Sra. María Manzanares.	446088	1432450	21

Cuadro 22. Bancos de préstamo de material selecto en la zona de amortiguamiento de la Reserva.

De los tres bancos visitados, el que presenta mejor calidad del material es el banco del Sr. Martín Márquez, ubicado en la comunidad de Mechapa, sin embargo éste está abandonado y no tiene permiso de explotación de conformidad a la normativa nacional. El banco de la Sra. María Manzanares, está en explotación y es usado por la municipalidad y el MTI para el mejoramiento de caminos de acceso de la zona, no cuenta con permiso ambiental. Ningún banco de material selecto privado, del municipio de El Viejo incluyendo la zona de amortiguamiento de la Reserva, cuenta con

autorización de MARENA ni del MEM, aun estando ya en explotación y siendo usado por autoridades estatales.

El banco del Sr. Juan Guardado, está en explotación por la municipalidad y el MTI. Este banco de material selecto es el que la Empresa utilizará para el Proyecto. En las siguientes fotografías se aprecia las condiciones actuales del banco de préstamos de material selecto a utilizar.



Figura 27. Banco del Sr. Juan Guardado. Fuente: Jarquín, E. et al., abril 2015.

En el siguiente mapa se ubican los tres bancos de material selecto identificados. Los tres están en la zona de amortiguamiento de la Reserva. Ver Mapa ampliado en Apéndice Sección II, numeral 11.

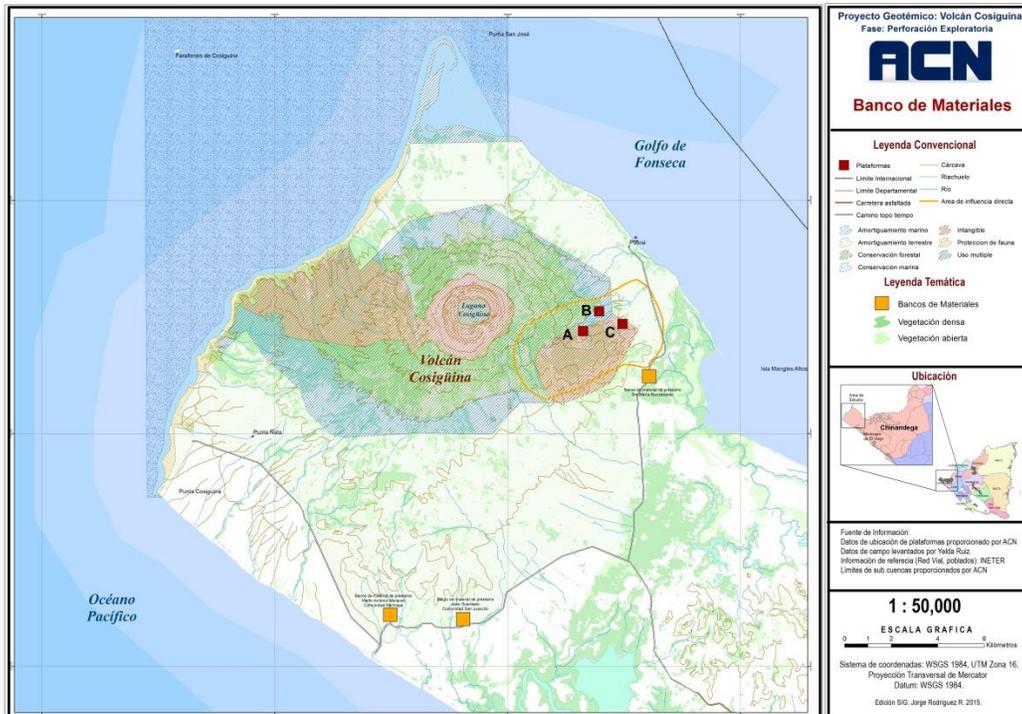


Figura 28. Mapa de ubicación de bancos de material selecto, zona de amortiguamiento de la Reserva.

3.10.5. Consumo de hidrocarburos, aceites.

Los combustibles y aceites lubricantes serán adquiridos en centros autorizados de El Viejo, Chinandega como centros poblados más cercanos al Proyecto. No se estima rentable la compra de estos insumos fuera de este entorno. En la etapa de construcción todos estos insumos serán adquiridos por el Contratista, sin embargo la Empresa supervisará y dejará establecido en contrato la disposición de compra.

Se estima un consumo de:

357	Unidad de medida	Cantidad	
		Mes	Etapa total de construcción ²²
Lubricantes ²³	Lts	200	-
Grasas ²⁴	Lbs	100	-
Combustible Diésel ²⁵	Glns	1,600	1600

Cuadro 23. Consumo de combustibles y lubricantes

3.10.6. Manejo de las aguas pluviales

Como se mencionó anteriormente, en el camino de acceso se construirán obras de drenaje pluvial en eje transversal y perpendicular que garanticen el fluido del agua de las quebradas intermitentes, protejan los taludes laterales del camino en zonas con pendientes pronunciadas, garanticen seguridad en el tránsito de los vehículos livianos y pesado y provean mayor vida útil al camino de acceso. Las obras incluyen vados, gaviones, alcantarillas, cunetas naturales, disipadores de energía, entre otros.

En las plataformas se construirá un canal perimetral tipo V, recubierto de suelo cemento, que permita la captura y desviación del drenaje pluvial para reducir riesgo de inundación e inestabilidad de las terrazas de 25m *25m, principalmente en la plataforma A y C. Se construirán disipadores naturales de energía con piedras bolón que permitan reducir la velocidad de la escorrentía superficial y reducir erosión hídrica y sedimentación de zonas bajas. Todas las plataformas están retiradas más de 200m de quebradas. En Apéndice Sección III numeral 2 y 5, se adjuntan los Planos de diseños a detalle de las obras propuestas.

3.10.7. Generación de residuos sólidos en la etapa de exploración

Los residuos sólidos no peligrosos a generarse en el Proyecto durante la etapa **Rehabilitación y apertura de camino provisional son:**

²² Estimada en un (1) mes

²³ Únicamente a utilizarse en la actividad de movimiento de tierra

²⁴ Utilizada para el mantenimiento de engrase del equipo pesado. Dato valido para los 8 meses del proyecto.

²⁵ Combustible para equipo pesado.

- Restos de desmonte: troncos, maleza, hojas, etc. todo el retiro de la cubierta vegetal donde se requiera para la Rehabilitación y apertura de camino de acceso.
- Restos del descapote: Retiro de la capa vegetal del suelo, primeros 20cm de profundidad.
- Suelo generado del corte.

Los residuos sólidos peligrosos a generarse son:

- Residuos sólidos contaminados con hidrocarburos de las actividades de mantenimiento
- Desperdicio de Combustible y aceites y grasas

Durante la etapa de perforación y prueba de los pozos, se producirán diferentes tipos de residuos sólidos: lodos deshidratados y detritos de perforación, embalajes y residuos de materiales, desechos del mantenimiento del equipo de perforación y desechos sólidos domésticos.

Lodos deshidratados y detritos de perforación

Los lodos y detritos de perforación, que se acumulan en la pila o fosa de lodos, ubicada a la salida de los tanques de recirculación lodo, serán secados por evaporación y permanecerán hasta la etapa de cierre de la plataforma, la cual prevé que esta pila sea sellada y cubierta por suelo vegetal (humus), para ser posteriormente revegetada. El volumen de estos desechos es variable dependiendo de las condiciones que se encuentren durante la perforación del pozo, sin embargo se estima para un pozo de 1000 m de profundidad un volumen de alrededor de 200 m³.

Embalajes y residuos de materiales

Durante proceso de perforación de los pozos exploratorios, se preparan lodos de perforación a base de agua, los cuales se preparan con químicos como bentonita, lignito, soda caustica entre otros. Estos químicos están empacados en su mayoría en bolsas de papel kratt, baldes plásticos, envolturas de nylon, cajas de cartón, paletas y cajas de madera, así como la tubería de perforación lleva rosca de protección de material plástico. Estos recipientes serán entregados al proveedor para su reutilización.

El volumen a producirse en cada plataforma es variable, dependiendo de las condiciones que encuentren en el subsuelo durante la perforación. En promedio se estima alrededor de 5000 bolsas de papel, 50 baldes de plásticos, 50 cajas de cartón o madera y 25 paletas de madera y envolturas plásticas y de nylon. Todos estos materiales serán segregados y almacenados en contenedores separados ubicados en la plataforma de perforación, para su posterior disposición o reciclaje.

Otros desechos son trozos de cables y tubos metálicos y fragmentos varios metálicos. La cantidad que se producirá es mínima y será en parte reutilizada dentro del mismo proceso de perforación, reciclada o vendida.

Desechos del mantenimiento del equipo de perforación

Se componen por lubricantes exhaustos, materiales absorbentes y trapos contaminados (lanillas) con combustible y lubricantes, filtros de aceite usados, repuestos mecánicos. La producción de estos desechos es ocasional y variable, dependiendo de las contingencias del mantenimiento y reparación del equipo y maquinarias de perforación del pozo, que ocurran durante la perforación del pozo. El volumen que se generará se estima que no excederá un barril por semana. Estos desechos serán temporalmente almacenados en la plataforma en contenedores separados, debidamente tapados y rotulados. Estos serán enviados mensualmente a un sitio de disposición final debidamente autorizado por el MARENA y otras instituciones nacionales competentes.

Residuos sólidos domésticos

Los residuos domésticos serán compuestos por botellas de plástico, envases de alimentos, sobrantes de comida y residuos menores propios de esta actividad. La Producción Per cápita diaria de generación de residuos asimilables a urbanos en el Proyecto se estima en 1/3 de la PPC promedio del país (0.75Kg/ppd) es decir aproximadamente 0.25 kg/ppd, por lo tanto considerando una presencia máxima de 60 personas en la plataforma de perforación en los 2 turnos previstos, el volumen diario total será de 15 kg/día. Estos desechos se almacenarán en recipientes con tapa y serán trasladados cada tres días al vertedero municipal más cercano, previa autorización de la Alcaldía de El Viejo.

Los residuos producidos durante la etapa de construcción, serán reciclados en la medida en que esto sea posible y para los que no se pueda, el manejo se realizará de acuerdo a la norma 05-014-01 "Norma técnica ambiental para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos". Los únicos desechos de la etapa de construcción que pueden considerarse como peligrosos, conforme a las Normas Técnica No. 05 015-02, "Norma Técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos" y NTON 05 032-10 "Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados", son cantidades mínimas de filtros, lubricantes exhaustos de los motores de la maquinaria y trapos empapados de los mismos, y que serán manejados de acuerdo a estas Normas Técnicas Obligatorias.

Industriales

Estos tipos de residuos se puede clasificar en:

- a) Desechos de construcción en general: vegetación cortada, sobrantes de materiales (madera, acero, cemento), envases, bolsas y contenedores de construcción. Los residuos sólidos como las bolsas de empaque para el cemento se reutilizarán como material de calafateo en el encofrado de elementos estructurales menores. Los otros materiales que no sean reciclables o de utilidad para la población local (como residuos de madera), serán almacenados en sitios de acopio y luego trasladados al vertedero municipal.
- b) Lubricantes usados, materiales absorbentes y trapos contaminados con combustibles y lubricantes, filtros de aceite usados, repuestos mecánicos, serán temporalmente almacenados en los sitios de obras en contenedores separados, debidamente tapados y rotulados. Mensualmente, o cuando se considere pertinente de acuerdo al volumen almacenado vs. disponibilidad en el sitio de la plataforma, serán enviados a SERTRASA la cual está autorizada por MARENA para el tratamiento y/o eliminación de estos contaminantes peligrosos.
- c) Lodo de perforación: El lodo de perforación se compone principalmente por agua y arcilla bentonítica. Estos serán dispuestos en pila de sedimentación temporal para su secado y posterior tratamiento y neutralización

3.10.8. Generación de desechos líquidos (domésticos e industriales)

Durante la etapa de perforación y prueba de los pozos, se producirán tres diferentes tipos de residuos líquidos:

- **Lodos de perforación**

Para la confección del lodo se eleva el pH del agua hasta valores de 10 -11 mediante la adición de hidróxido de sodio. Estas condiciones de pH básico son necesarias para que la arcilla bentonítica desarrolle óptimamente su propiedad tixotrópica y le confiera al lodo las características requeridas para la estabilización de las paredes del pozo y para el transporte hacia la superficie del detrito de perforación. Además de la bentonita y del hidróxido de sodio, el lodo de perforación contiene cantidades menores de lignitos sin cromo y polímeros, con funciones de controlar la viscosidad y preservar sus características en las condiciones de alta temperatura que existen en los pozos geotérmicos.

Componente	Cantidad (kg/ m ³ de lodo)
Agua	1000
Bentonita Mil Gel	70

Corrector pH Soda Caustica	0.5 – 1
Dispersante Lignito	0.5 – 1
Polímero New Drill	0.5

Cuadro 24. Composición típica del lodo de perforación. Fuente: Polaris Energy 2009

El tratamiento y manejo se detalla en el plan de manejo de residuales líquidos.

- **Aguas del lavado del equipo de perforación**, que serán conducidas a la fosa de lodos.
- **Aguas residuales sanitarias (tipo doméstica)**

Se estima la generación de 0.144m³/día de aguas sanitarias de los 60 trabajadores permanentes que laborarán diario en el Proyecto. En el siguiente cuadro se detalla el volumen a generar.

Datos de referencia		Cuantificación por periodo		
		(Carga Residual Sanitaria) m ³		
Número de trabajadores	Dotación Agua ²⁶ (litros/trab/día)	Día	Mes	8 meses (finalización del Proyecto)
60	3	0.144	4.32	34.56

Cuadro 25. Volumen de generación estimada de aguas residuales sanitarias

Dadas las características propias de éste proyecto, se hizo las determinaciones de composición de contaminantes conforme la metodología presuntiva, utilizando datos estadísticos preexistentes. Cabe destacar que las aguas residuales domésticas han sido muy estudiadas en muchísimos países, llegando a establecer caracterizaciones muy precisas desde el punto de vista del diseño ingenieril, por lo que ésta metodología es ampliamente aceptada.

Como se podrá apreciar en el siguiente cuadro, los datos expuestos por diversos autores son muy consistentes entre ellos, dando un ámbito de valores bastante concurrentes.

Parámetro	Kiely ²⁷	Metcalf & Eddy ²⁸	Seoanez ²⁹
DBO (ppm)	250	220 (110 a 400)	100 a 300
DQO (ppm)	500	500 (250 a 1000)	250 a 1000
SST (ppm)	300	220	100 a 350
Ssed (ppm)		10	
GyA (ppm)	100	100	50 a 150

²⁶ Recomendación de la OMS

²⁷ Editorial McGraw-Hill, 1999

²⁸ Editorial Mc.Graw Hill, 1995

²⁹ Editorial McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A., 2012.

Nitrógeno total (ppm)	40	40	20 a 85
Amoniaco libre (ppm)	25	25	12 a 50
Fósforo total (ppm)	9	8	6 a 20
Coliformes fecales (NMP/L)	10^6 a 10^7	10^6 a 10^8	

Cuadro 26. Características de aguas residuales en la bibliografía

En el cuadro siguiente se expone un resumen de los datos de caracterización de aguas residuales crudas de alrededor de 20 comunidades distintas que guardan similitudes socioeconómicas y de población.

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
DBO (ppm)	237	150	390
DQO (ppm)	437	259	788
pH	7	6,75	7,6
SST (ppm)	199	80	312
Ssed (ppm)	3	0,9	6,9
GyA (ppm)	51	37	86
SAAM (ppm)	20	7,5	37,4
Kjeldahl	86	50	100
P	20	10	25

Cuadro 27. Caracterización de aguas residuales. Fuente: ENACAL, et al. 2013.

En base a la información bibliográfica recopilada se asumen estas características mencionadas anteriormente. No se consideró la construcción o instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales sanitarias prefabricado tomando en cuenta la transitoriedad del Proyecto. Se proponen dos alternativas que son viables ambientalmente dada la lejanía del sitio y la carencia de alcantarillado sanitario en la zona para la extracción y evacuación en la red pública.

Se propone construir letrina abonera la cual es muy eficiente y de bajo costo y ambientalmente aceptada para zonas rurales (es muy común en las comunidades aledañas) o letrina ecológica tipo CIPRES que es una alternativa aceptada y promovida por las instituciones de gobiernos del sector agua y saneamiento en las zonas rurales como MARENA, INAA, ENACAL. Ver en Apéndice Sección I numeral 12, guía de instalación del sistema.

3.10.9. Generación de emisiones gaseosas.

Durante la etapa de perforación y prueba de los pozos existen dos tipos de fuentes de emisiones gaseosas: los motores de combustión interna de la maquinaria y equipos de

perforación y el fluido geotérmico que contiene cantidades menores de gases no condensables.

Gases generados por motores de combustión interna

En esta etapa habrá emisiones en forma no continua de gases de escape de los vehículos y de los motores del equipo de perforación. Los motores del equipo de perforación representan en su conjunto una emisión localizada en el sitio de perforación, por una duración de **dos a tres meses** por cada plataforma, que corresponde al tiempo estimado de perforación de un pozo de 1000 m de profundidad. La potencia global de los motores que alimentan a los componentes del equipo de perforación es de aproximadamente 3000 HP, lo cual implica una emisión de bajo nivel de gases de combustión debido a la alta eficiencia del motor. Las emisiones del equipo vehicular serán intermitentes y no localizadas. Se estima que en el trabajo se involucrarán como máximo unos diez vehículos entre camiones y camionetas.

Gases geotérmicos

El vapor geotérmico que se liberará a la atmósfera durante las pruebas de producción de los pozos, contiene gases no-condensables, cuya concentración depende de las características naturales del reservorio geotérmico, las cuales no son conocidas en este momento. En general el contenido de gases no-condensables en la fracción vapor del fluido geotérmico varía de 0.5 a 5% en peso, dependiendo del campo geotérmico y, al interior del mismo, de un pozo a otro. Estas cantidades se componen por las fracciones de gases que se muestran en el Cuadro siguiente.

Gas	Concentración (moles/100 moles vapor)
Helium (He)	0.0002
Hydrogen (H ₂)	0.0577
Nitrogen (N ₂)	2.18
Argon (Ar)	0.0183
Methane (CH ₄)	0.0217
Oxygen (O ₂)	0.0296
Carbon Monoxide (CO)	0
Hydrogen Sulphide (H ₂ S)	11.66
Carbon Dioxide (CO ₂)	51.06
Ammonia (NH ₃)	0.06

Cuadro 28. Contenido promedio de gases no-condensables en campos geotérmicos de Nicaragua. Fuente: SKM

3.10.10. Medidas de Seguridad (señalización)

Antes de iniciar cualquier trabajo de montaje de instalaciones se procederá a la delimitación perimetral de la zona, señalizándola de tal forma que impida el paso a

cualquier persona ajena a la obra o actividad de montaje. Entre otras se instalarán las siguientes señales:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Uso obligatorio de casco de seguridad.
- Peligro cargas suspendidas.
- Uso obligatorio de botas de seguridad.
- Peligro caída de objetos.
- Uso obligatorio de arnés de seguridad (de ser necesario).
- Peligro maquinaria pesada en movimiento.
- Señales de peligro de incendio (en los lugares que sea preciso).

Otras medidas de seguridad incluyen:

- Cuidar los caminos de acceso, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, etc.
- Disponer de plataforma estable, firme y horizontal, libre de todo obstáculo aéreo o en el suelo para descarga de material y montaje de instalaciones.
- Todos los conductores de máquinas o vehículos que intervienen en el montaje, carga y descarga serán poseedores del Permiso de Conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación interno o externo.
- Todos los tendidos de instalaciones (agua, energía eléctrica, etc.) estarán perfectamente ubicados y señalizados.
- De existir zanjas, estarán correctamente señalizadas y/o balizados para evitar caídas del personal a su interior.
- No apilar materiales en zonas de tránsito.
- La salida a la calle de camiones, será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de vía pública, en caso de ser necesario.
- Mantenimiento correcto de la máquina y de la disposición de las cargas sobre el vehículo de transporte, no cargándolo más de lo permitido.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- El personal que interviene en la actividad estará formado en el manejo de cargas y estará limitado al número estrictamente necesario para la ejecución de los trabajos.
- Prohibir el manejo de cargas elevadas sobre el personal.
- Utilizar aparejos, eslingas, cadenas, etc. para la descarga, montaje y carga del material, adaptados a la carga a manejar, de ser necesario.
- Utilizar cuerdas de retenida para dirigir la carga elevada, en caso de darse el caso.
- Utilizar medios de transporte adecuados a las dimensiones y pesos de los equipos.
- Prohibir el manejo de los equipos a todo personal no apto para ello.

- Prohibir al operador del vehículo abandonar su puesto con él en marcha.
- Alejar del equipo a toda persona ajena al mismo.
- Aligerar el puesto de trabajo mecanizando las maniobras tanto como se pueda.
- Emplear los equipos de protección individual.

Protecciones colectivas

- Colocación de vallado y señalización a una distancia adecuada en previsión de intromisión de personas ajenas a la obra.
- Formación e información a los trabajadores acerca de los riesgos derivados de su actividad.
- No habrá operarios en el radio de acción de la maquinaria.
- Balizamiento y señalización de taludes.

Protecciones individuales

- Casco de neopreno homologado.
- Mascarilla especial y gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad si la maquinaria va dotada de cabina antivuelco.
- Botas de seguridad y de agua.
- Ropa de trabajo, guantes de cuero, chaleco reflectante

3.11. Etapa de cierre

Debido a las características del proyecto, que implica la exploración de recursos geotérmicos, cuyos resultados pueden ser establecidos solamente al final de la perforación, se definen dos distintas actividades de cierre:

1. Finalización de la perforación de cada pozo.
2. Abandono de las plataformas de perforación, en caso de que los resultados del proyecto sean negativos.

Al finalizar la perforación de cada pozo, se procederá a desmantelar y retirar todo el equipo e instalaciones asociadas de la plataforma (maquinaria, almacenes, campers, letrinas portátiles), así como a limpiar el área de materiales y desechos generados durante el proceso de perforación. Se delimitará el área del contrapozo y de la pila de lodo con un cerco de seguridad de una altura mínima de 1,80 m y se dejará disponible para el uso del proyecto geotérmico.

Las válvulas de cabeza pozo serán aseguradas con candados, para prevenir la apertura por personas no autorizadas.

Si al final de todo el programa de perforación exploratoria los resultados de los pozos son negativos, y el desarrollo del recurso geotérmico no resultara viable, se procederá a la restauración ambiental de todas las plataformas. La restauración ambiental implicará el sellamiento del pozo con cemento, la remoción del sistema de válvulas del cabezal del pozo, el recubrimiento de las pilas de lodo con suelo compactado, la reposición del suelo vegetal sobre toda el área intervenida de la plataforma, y finalmente la reforestación con especies nativas de la zona, seleccionadas tomando en consideración su adaptabilidad al sitio y el censo dasométrico realizado en la línea de base ambiental.

IV. LIMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta con relación a las actividades y efectos que se puedan generar por la ejecución de un Proyecto, es de vital importancia para el monitoreo eficaz y acertado de las condiciones ambientales y sociales del entorno de interés.

En la evaluación de los impactos ambientales que potencialmente puede originar un proyecto de exploración geotérmica será importante definir el área de influencia ambiental del proyecto, para poder en ella identificar las características ambientales pre existente a la ejecución de las obras, para establecer así una línea de base, que sirva de bench mark y compararla con un pronóstico de la futura situación ambiental que se espera como resultado de la ejecución de las obras y operación del proyecto.

El criterio fundamental para identificar el área de influencia del estudio, será reconocer los componentes ambientales que pueden ser afectados por las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto, tanto en la fase de construcción como en la de operación. Al respecto, debemos tener en cuenta que el ambiente relacionado con el proyecto, se puede caracterizar esencialmente como un ambiente físico (componentes de suelos, aguas y aire) en el que existe y se desarrolla una biodiversidad (componentes flora y fauna), así como un ambiente socioeconómico, con sus evidencias y manifestaciones culturales.

4.1. Área de influencia directa

Es el espacio físico que será ocupado en forma permanente o temporal durante la construcción y operación de toda la infraestructura requerida para el proyecto “Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria”, así como al espacio ocupado por las facilidades auxiliares del proyecto.

También son considerados los espacios colindantes donde un componente ambiental puede ser persistentemente o significativamente afectado por las actividades desarrolladas durante la fase de construcción y/o operación del proyecto.

Dentro del área de influencia directa, también se incluyen las áreas seleccionadas como depósitos de materiales excedentes o de corte de suelo de la conformación de terrazas o plataformas y caminos de acceso principalmente. Estas áreas serán afectadas (impactadas) directamente por el proceso de construcción y operación del proyecto, originando perturbaciones en diversos grados sobre el medio ambiente y sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos.

Por lo tanto, el área de influencia directa del proyecto comprenderá:

- Zona de emplazamiento de plataformas,
- Vías de acceso a rehabilitar (camino terciario) y nuevas trochas
- Viviendas cercanas a las plataformas
- Áreas del entorno del proyecto destinadas al almacenamiento temporal de residuos sólidos
- Radio de 500m medidos desde cada componente del proyecto en función de la dispersión de contaminantes, principalmente gases y material particulado.

Transecto de camino de todo tiempo desde Potosí hasta El Capulín (2.7Km)

- Comunidad El Capulín y Comunidad El Mojado
- Poblado de Potosí (hospedaje de personal del Proyecto externo a la zona)
- Área de la piscina comunal de Potosí para recarga del agua para el proyecto.
- Comunidad San Juancito, explotación del banco de material selecto.

Es importante mencionar que se analizó para la delimitación del área de influencia directa, la distancia posible de transporte de material particulado, manifestándose que según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos las partículas mayores, que constituyen aproximadamente el 95% del total de las emisiones, se depositan a muy corta distancia de las fuentes de emisión. Así mismo, en la delimitación del área influye la topografía o geomorfología del área, manifestándose que el emplazamiento está rodeado de elevaciones que crean un efecto barrera y de contención de propagación de ruido, gases y material particulado.

El siguiente mapa visualiza el entorno del área de influencia directa que es de aproximadamente 20.06Km². En esta zona se prevé la ocurrencia de los efectos vinculados con la actividad desarrollada. El proceso de definición de las alternativas de ubicación de los sitios de perforación se realizó por etapas, incluyendo un análisis de

alternativas que permitieron tomar en consideración tanto aspectos de carácter técnico-científico como ambientales y logísticos. Sobre la base científica, se definieron tres sitios los cuales presentan las condiciones para cumplir con los objetivos de exploración del recurso. La delimitación del área de estudio se basa en la primera fase de estudios geocientíficos que incluyeron la geología de campo, la geoquímica y la hidrogeología.

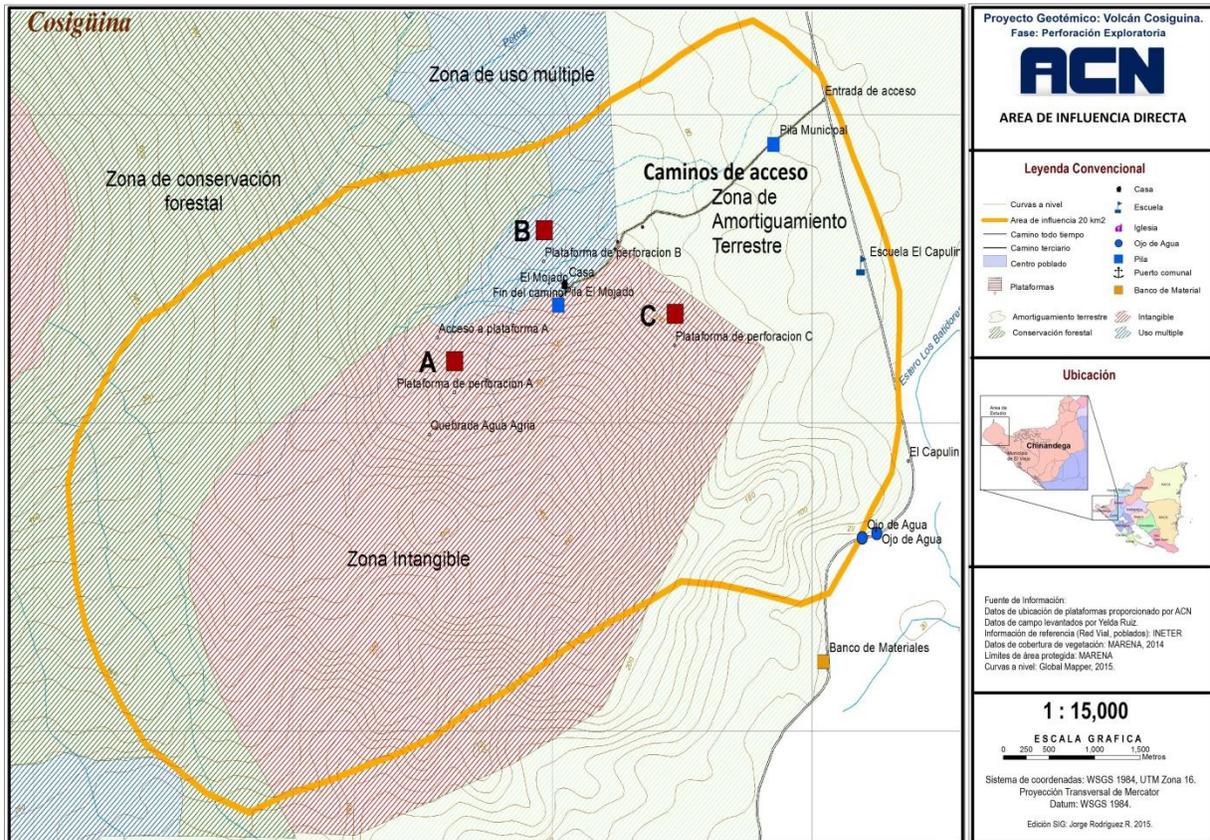


Figura 29. Mapa de área de influencia directa del Proyecto.

4.2. Área de influencia indirecta

Corresponde a porciones de terreno o espacio que pueden recibir impacto de forma indirecta cuando el impacto afecta áreas circundantes en diversos grados, debido a factores políticos, sociales, culturales, económicos, legales, geográficos, topográficos, entre otros. Se estima que dentro del área de incidencia indirecta, el municipio de El Viejo, será escenario por diversas índoles de impactos positivos y negativos generados por el Proyecto.

Para la delimitación del área de influencia indirecta, se utilizaron los siguientes criterios:

- Trayecto de la carretera pavimentada desde Managua hacia El Capulín por el traslado de personal a la zona, en varias etapas del proyecto.

- Utilización del relleno sanitario del municipio de El Viejo
- Aspectos administrativos e institucionales; vinculación del proyecto con las instituciones reguladoras en el municipio
- Abastecimiento de combustible y mantenimiento de vehículos en talleres y estaciones de servicio autorizadas.

V. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Se realizó un Estudio de Línea de base socio-ambiental con el propósito de contar con información actualizada previo al inicio de las operaciones del Proyecto. Los estudios de línea de base son de gran utilidad en el seguimiento y control de las condiciones de calidad del entorno. Se analizaron factores ambientales y sociales que podrían ser afectados a futuro por las actividades intrínsecas del proyecto en función de las características particulares del área a intervenir.

5.1. Medio abiótico

5.1.1. Geología

En la zona de las Lomas de San Juan (donde se ubican las plataformas A y B), al Este del volcán Cosigüina, una secuencia de ignimbritas de color grisáceo con una potencia de hasta 3m aflora discordantemente bajo los depósitos laháricos rojizos asociados al volcán San Juan. La zona basal de estas rocas no está expuesta en este punto. Según el análisis petrográfico realizado ésta roca se compone de fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno, y su matriz corresponde a microlitos de plagioclasa, vidrio y minerales opacos. Las vesículas presentan textura de enfriamiento rápido (perlítica), lo que es característico de los depósitos ignimbríticos. De acuerdo a Hradecký et al. (2001), estas rocas formarían parte de las zonas superiores de la Grupo Coyol, sin embargo no se descarta que estas rocas puedan ser parte de productos volcánicos asociados a la formación del volcán San Juan o a etapas primarias del volcán Cosigüina.

5.1.1.1. Estructuras geológicas

5.1.1.1.1. Fallas

5.1.1.1.1.1. Falla Cosigüina

Es una de las principales fallas, que corta el cráter del Volcán Cosigüina en dirección NNO-SSE. Los únicos datos que se tienen son mediciones de fracturamiento asociado, sin embargo, en los bordes del cráter es evidente su trazo, mostrando en la parte NO, una zona de dilatación producto de un fallamiento de transtensión derecha. En el otro

extremo del cráter (SE), solamente se observa un trazo casi vertical, bien definido, al cual se le atribuye la prolongación hacia el Sur de dicha falla. Su ángulo casi vertical, confirma el tipo de fallamiento (lateral).

La traza de esta falla parece prolongarse hacia el N-NO hasta alcanzar la costa, en donde se observa un dique clástico coincidente con el trazo de la misma. Este dique clástico está cubierto por materiales recientes los cuales no permiten ver mayores evidencias morfológicas de la falla. Esta falla se correlaciona muy bien con los trazos propuestos por McIntosh y Fulthorpe (2005), quienes proponen la existencia de fallas laterales de rumbo dextral cortando la península de Cosigüina.

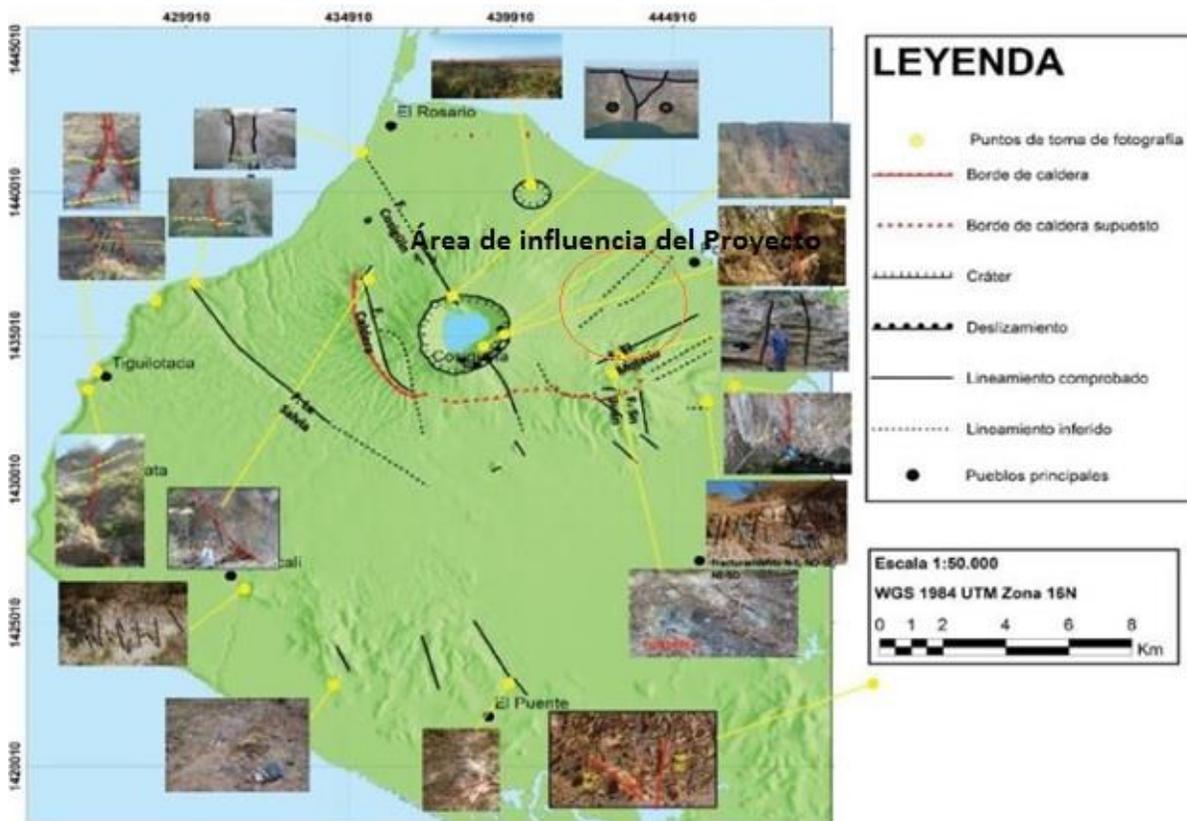


Figura 30. Mapa estructural y fotografías de estructuras observadas en campo, en círculo el área de influencia del Proyecto.

5.1.1.1.2. Falla San Juan

Es una de las fallas más importantes, considerando la existencia de un posible sistema geotérmico asociado a este volcán, ya que aparentemente, es el último trazo N-S, de Oeste a Este, que corta el antiguo Volcán San Juan. Morfológicamente, pareciera que el volcán fue afectado por una serie de cortes N-S originalmente y fue destruido en su parte Oeste, quedando menos afectada la parte Este, partiendo del trazo de esta falla.

Todavía se conserva parte del cráter de este volcán, pero el resto pareciera estar afectado por fallamiento posterior y posiblemente por un colapso.

5.1.1.1.3. Falla El Mojado (comunidad El Mojado donde se construirán las plataformas)

Si bien es cierto, no hay mayores evidencia de que sea una falla (estrías o morfología marcada), existe un fracturamiento intenso que lo sugiere, además, es el lineamiento que limita al Volcán San Juan en su parte Norte. Si a lo anterior agregamos que sobre este trazo, es la única zona donde se observó alteración intensa (aunque fósil) y que en la parte alta, pareciera estar asociada a las fumarolas de El Mojado, podría aseverarse que en efecto se trata de una falla de considerable importancia. Como puede observarse en el mapa de diaclasas, la tendencia en tres puntos diferentes es bien marcada, lo cual, termina de confirmar la existencia de ésta.

5.1.2. Geomorfología

La geomorfología del volcán Cosigüina revela erupciones anteriores tal como lo delata la existencia de un soma o borde relicto, conocida como Cresta Montosa o Filete Montoso, situado entre el actual cráter y el golfo de Fonseca, que a manera de filete arqueado sugiere la existencia de una antigua caldera de mayor diámetro. Otras estructuras vecinas al volcán son la caldera aterrada de La Salvia, semi- derrumbada en el borde de los farallones, el pequeño cráter El Barranco, cerca de Las Pozas, colmado por las cenizas lanzadas por el volcán en 1835 y una estructura más antigua y erosionada conocida como la Loma o Volcán San Juan (área de influencia del proyecto) en cuya base se proyectan antiguas coladas de lava basáltica, formación que parece corresponder al llamado grupo Coyol Superior del Mioceno- Plioceno.

En la Figura siguiente se muestra un Mapa de Pendientes, donde el color naranja intenso representa zonas con máximas pendientes, y por tanto las zonas con mayores probabilidades de ocurrencia de fenómenos de desplazamiento gravitatorio de masas rocosas. Las zonas más propensas, como también se menciona en CNE, 2001, son: el interior del cráter del Volcán Cosigüina, la ladera Este del Filete Cresta Montosa y el edificio antiguo del Volcán San Juan. En menor escala se puede mencionar la ladera del Volcán Cosigüina, especialmente en los flancos Sur y Suroeste, así como al Norte, que aunque las laderas no son muy pronunciadas, se encuentran cubiertas de depósitos superficiales de material piroclástico no consolidado que en un evento de lluvias fuertes o sismo, puedan producir avalanchas de lodo. Sin embargo, durante el trabajo de campo no se observaron deslizamiento en estas zonas antes mencionadas. De tal manera, que se sugiere tomar en cuenta la posibilidad de un deslizamiento, evaluando la presencia de depósitos no consolidados en la parte superior de las pendientes, a la hora de determinar el sitio de instalaciones superficiales. Las plataformas se ubicarán en áreas con pendientes entre 50 y 75%.

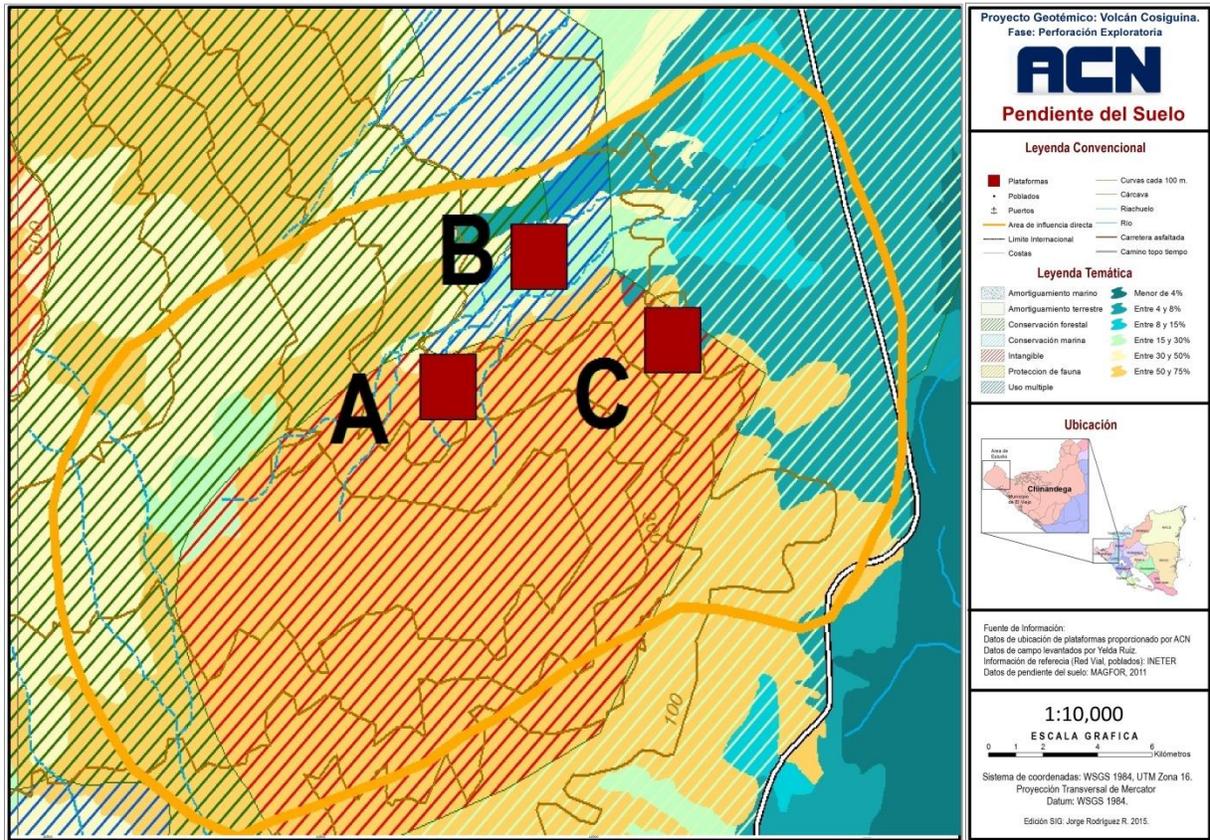


Figura 31. Mapa de pendientes del suelo en el área de influencia directa del Proyecto.

5.1.3. Suelos

El municipio de El Viejo presenta los suelos más fértiles y productivos del Litoral Pacífico, predominando los suelos agropecuarios sin limitaciones dado que sus características físico químicas permiten un aprovechamiento intensivo.

5.1.3.1. Uso Actual del Suelo

El mapa de Uso Actual de los suelos del municipio, refleja una serie de usos caracterizados principalmente por actividades agropecuarias, siendo los cultivos anuales, la Caña de Azúcar y el Maní los principales cultivos establecidos, la ganadería de baja escala, áreas de Bosque, conformadas por las categorías de Bosque Cerrado y Abierto, Bosque de Galería y Mangle presenta además, otras categorías de uso actual, tales como: Vegetación Arbustiva, Infraestructura Productiva, Cuerpos de Aguas y Zonas Húmedas, así como Áreas en Otros Usos como poblados, ciudades y áreas humanizadas. (Plan Municipal de Respuesta de El Viejo, 2013).

Según el Plan de Manejo de la Reserva, la distribución del “uso actual del suelo” en el área protegida en ese momento se presenta en los Cuadros siguientes.

Categoría	Área		%
	Km ²	Ha	
Agua dulce	1.31	131.09	0.94
Bosque denso	36.50	3649.65	26.10
Bosque ralo	56.73	5673.28	40.57
Matorrales	6.94	694.26	4.96
Sabanas herbáceas	19.26	1926.29	13.77
Agricultura	1.49	148.69	1.06
Manglares	2.79	278.64	1.99
Salitrales	0.23	23.11	0.17
Otros	14.59	1459.30	10.44

Cuadro 29. Distribución de Uso Actual en el Área Protegida.

Categoría	Área		%
	Km ²	Ha	
Bosque denso	29.04	2,903.97	16.35
Bosque ralo	58.58	5,858.42	32.98
Matorrales	32.82	3279.86	18.46
Sabanas herbáceas	17.53	1,752.60	9.87
Agricultura	37.73	3,773.36	21.24
Manglares	0.31	30.63	0.17
Salitrales	0.14	13.64	0.08
Otros	1.50	150.71	0.85
Total	177.63	17,763.19	100.00

Cuadro 30. Distribución de Uso Actual en el Área de Amortiguamiento Terrestre, donde tiene incidencia indirecta el Proyecto de exploración geotérmica.

La categoría agua corresponde a la extensión de la laguna cratérica. La mayor extensión del área protegida se presenta en la categoría de bosque ralo³⁰, con 5,673.28 Ha, lo que representa un 45,77% del área total, seguida de la categoría bosque denso³¹, con el 29.45% del área; ambas categorías suman un total 9,322.93 Ha, para un 75,22% del área. El bosque denso se presenta principalmente en las zonas de cañadas y los alrededores del Filete Montoso y La Tigüilotada, en las zonas más escarpadas, que no han sido explotadas por madereros y en las que los incendios forestales no han tenido tanta incidencia. El bosque ralo corresponde principalmente a áreas de regeneración, al igual que los matorrales, y se encuentra en las laderas del cráter del Cosigüina principalmente.

Las sabanas herbáceas (área con predominancia de graminoides y algunas hierbas de hojas anchas con pocos leñosos: arbustos y árboles dispersos) se encuentran por lo

³⁰ Presenta árboles individuales o grupos de árboles separados por áreas de vegetación arbustiva, herbáceas o combinadas.

³¹ Se refiere a una vegetación arbórea de dosel cerrado.

general sobre capas de lava, en las áreas más cercanas al cráter. Esta categoría también comprende los pastizales dedicados a ganadería o áreas de agricultura en barbecho. Las áreas agrícolas se concentran en el Sur, en los alrededores de las comunidades El Chorro, Elena María, El Jicarito y Los Laureles, en forma de parches dispersos (Aproximadamente 770 Ha de agricultura en esta zona). En la Loma Las Batidoras también existen algunos parches de agricultura dispersos (30 Ha.) de agricultura en áreas de suelos no aptos para la agricultura.

Según el Mapa de Uso de Suelo más actualizado del INETER (2014), se observa que en el área de influencia directa del Proyecto el uso de suelo actual es:

- Bosque Abierto
- Bosque Cerrado
- Tacotales
- Agricultura y Ganadería

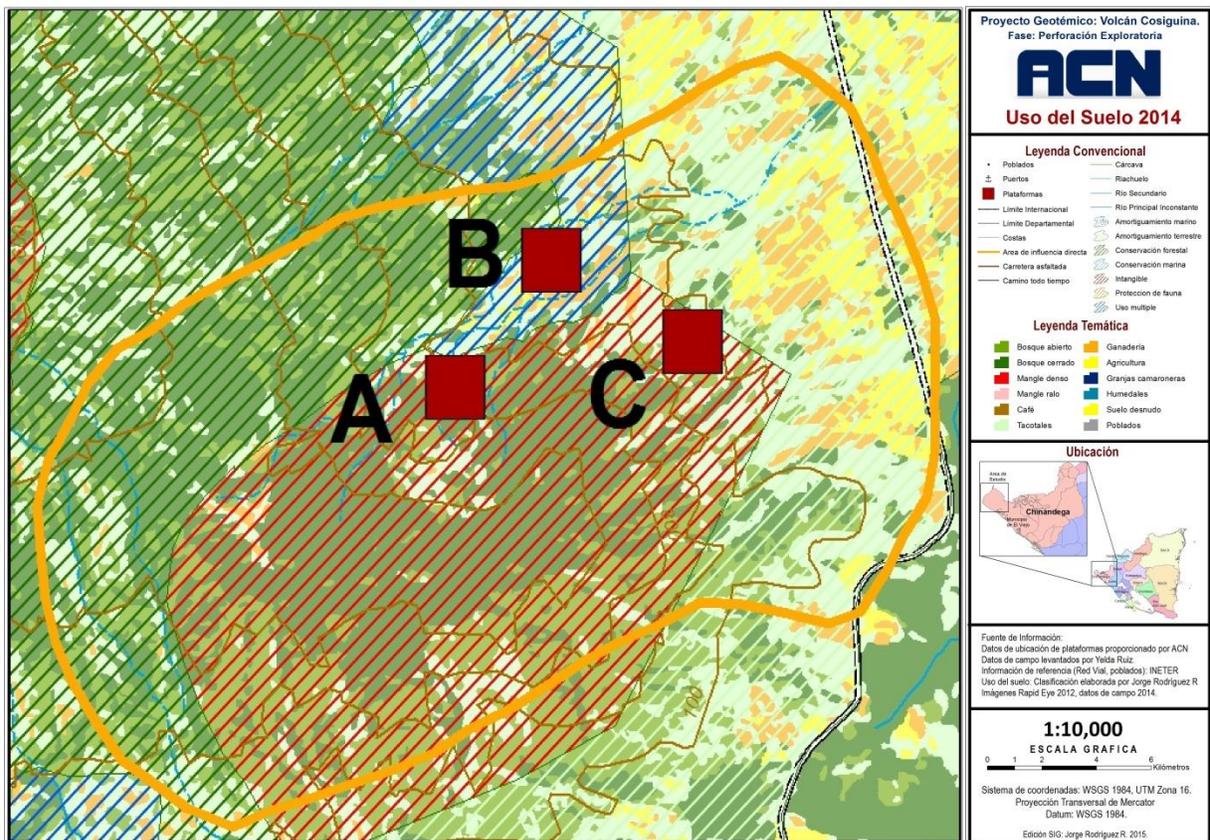


Figura 32. Mapa de Uso de Suelo Actual en el área de influencia del Proyecto.

5.1.3.2. Uso Potencial del suelo y confrontación de uso potencial/uso actual.

El mapa de Confrontación de Uso Potencial y Actual de los suelos del Municipio, refleja que el 62.91% presenta uso adecuado en los suelos, es decir se realizan actividades productivas o uso actual en el uso potencial que corresponde.

Refleja además usos inadecuados en el uso de los suelos, encontrándose un 18.25% en nivel sobre-utilizado, es decir que se realizan actividades agrícolas en suelos Forestales arriba de 30% de pendiente. Tal situación ha provocado deterioro en los suelos, bosques y cuencas hidrográficas, sin obtener los rendimientos de producción adecuados. También presenta el nivel sub-utilizado que alcanza el 10% del total, siendo esta relación la desarrollada en aquellos suelos agrícolas de buena calidad en la cual se producen granos básicos de subsistencia.

En el siguiente mapa se aprecia el uso potencial del suelo en el área de influencia del Proyecto, el cual es de Bosque de Producción, silvopastoril y agricultura extensiva-agroforestal. Al analizar la confrontación de uso potencial/uso actual en el área de influencia directa, se concluye que el uso actual es adecuado a su vocación potencial, sin embargo es contradictorio con las restricciones de uso que presenta el Plan de Manejo de la Reserva considerando que en la zona intangible donde se ubicarán las plataformas, prohíben el desarrollo de actividades agrícolas (excluyendo la de subsistencia). Actualmente en esa zona se está desarrollando la ganadería extensiva.

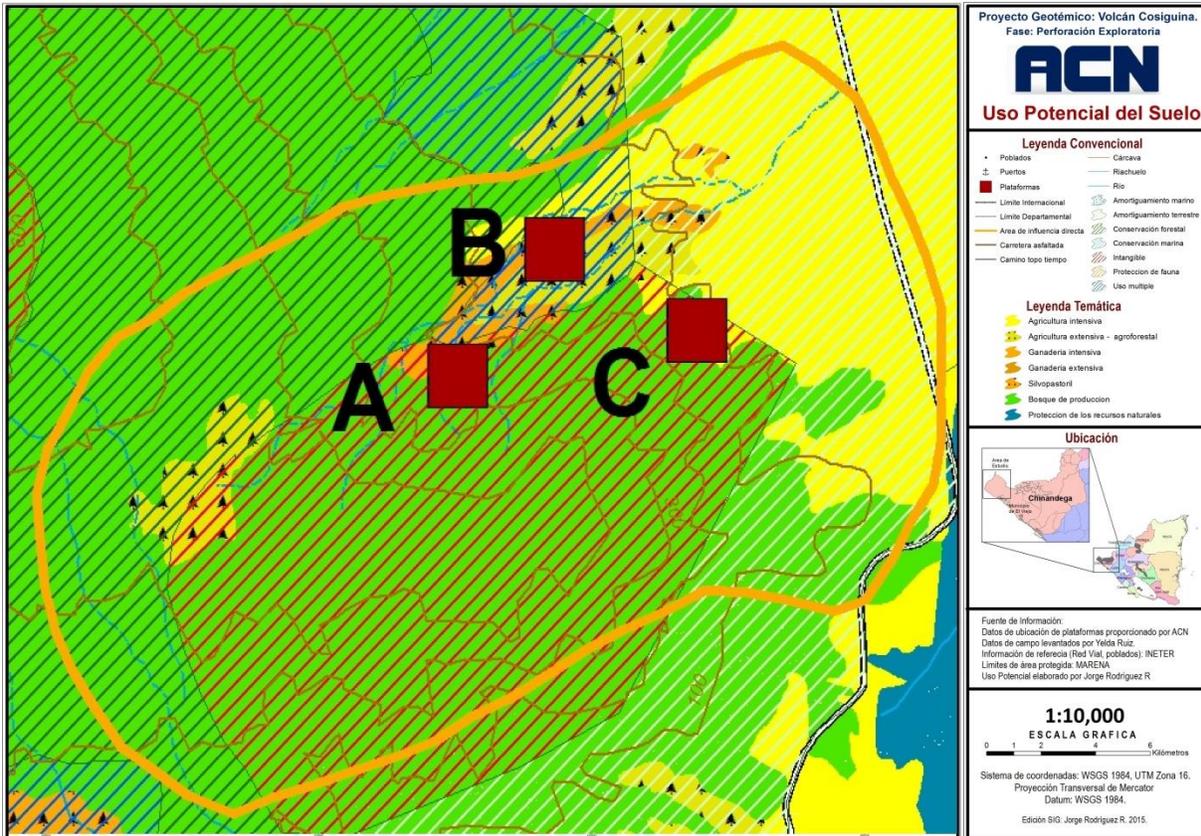


Figura 33. Mapa de uso potencial del suelo en el área de influencia del Proyecto.

Los suelos de la península de Cosigüina son de textura franco-arenosa, de origen muy reciente, no consolidado y muy frágil, por lo que estos suelos son altamente vulnerables a la erosión, especialmente en aquellas áreas intervenidas donde se ha suprimido la cobertura vegetal con quemas o para dar paso a los cultivos agrícolas y la ganadería. Los suelos agropecuarios no tienen limitaciones dado que sus características físico-químicas permiten un aprovechamiento intensivo.

La magnitud de las pendientes y el tipo de suelos, arenosos y no consolidados, se combinan para hacer inviables actividades tales como agricultura, ganadería, asentamientos humanos y actividades conexas en la mayor parte del área protegida principalmente en la zona núcleo, debido a los altos riesgos de erosión y derrumbes que afectarían las mismas áreas que se estableciesen y los asentamientos y obras construidas en las zonas bajas.

Los efectos erosivos son notables alrededor de toda la península, y especialmente después del huracán Mitch se reportaron deslaves y la formación y reactivación de numerosas cárcavas que destruyeron los caminos. En la base norte del volcán, en el sector conocido como la Tigüilotada se han formado numerosas cárcavas que han producido gárgolas de desfogue sobre el borde superior de los farallones con enormes descargas de sedimentos que son esparcidos por las corrientes frente a las playas inmediatas. (Plan de Manejo de la Reserva Volcán Cosigüina, MARENA). En el

siguiente mapa se observan los procesos erosivos en la Península. En la zona de influencia directa la erosión es "Fuerte".

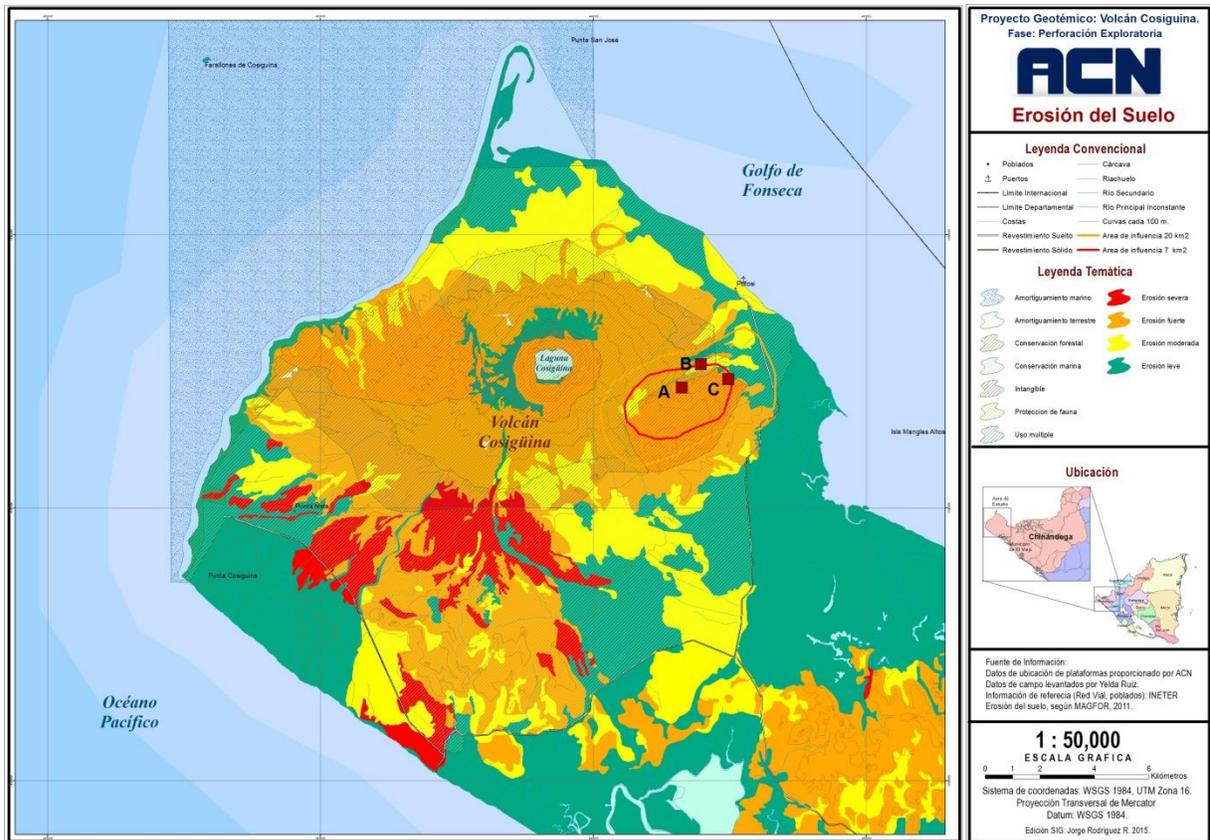


Figura 34. Mapa de erosión del suelo en el área de influencia del proyecto.

5.1.4. Clima

Según el Plan de Manejo de la Reserva, en el área existen de 2 zonas climáticas: a) Tropical transición a húmedo y b) Tropical sub- montano transición a húmedo. De acuerdo al sistema de Köppen Modificado (Enriqueta García, 1988) en la zona de influencia del Proyecto el clima es de tipo caliente y sub-húmedo, con lluvias en verano. Se caracteriza por presentar una estación seca (noviembre-abril) y otra lluviosa (mayo-octubre).

La precipitación pluvial anual promedia entre los 1,800 y 2,200 mm y se concentra principalmente durante la estación lluviosa. Son frecuentes los chubascos acompañados por tormentas eléctricas especialmente al inicio de la estación lluviosa, provocados por la fuerte convección de aire húmedo evaporado de los suelos arcillosos y de los humedales que rodean al Golfo de Fonseca. La parte Sur recibe mayor precipitación pluvial, la parte Norte sufre del efecto de "sombra" del cono volcánico y recibe menos precipitación pluvial. También la península es afectada por los "vendavales" cuando una inversión de vientos acarrea mucha humedad del océano Pacífico sobre la costa occidental de Nicaragua.

La Temperatura anual de la Península promedia unos 28°C y disminuye aproximadamente en un (1) grado por cada 150 m de elevación. La brisa marina y los vientos alisios contribuyen a refrescarla un poco.

INETER no cuenta con estaciones meteorológicas dentro del área de estudio y la estación climática completa más cercana en Nicaragua está localizada en Chinandega, a más de 60 km de distancia. De hecho, una estación climática en Choluteca, Honduras se encuentra un poco más cerca del área de estudio que la estación de Chinandega, aunque está más tierra adentro y por lo tanto es menos probable que represente el clima en Cosigüina que la estación de Chinandega. Sin embargo, durante el curso del Estudio Hidrogeológico SKM-ACN, se descubrió que durante los últimos siete años se han recogido datos diarios de pluviosidad en la Hacienda Cosigüina. Aunque únicamente se ha medido la pluviosidad, estos datos son valiosos ya que constituyen los únicos datos meteorológicos disponibles en el área de estudio.

Los datos diarios de precipitación para Chinandega, Choluteca (Honduras) y la Hacienda Cosigüina son comparados en la figura que se muestra abajo para el período 2007-2013 (2012-2013 en el caso de Choluteca). Se puede ver que la precipitación en Chinandega y Cosigüina son similares en valores totales.

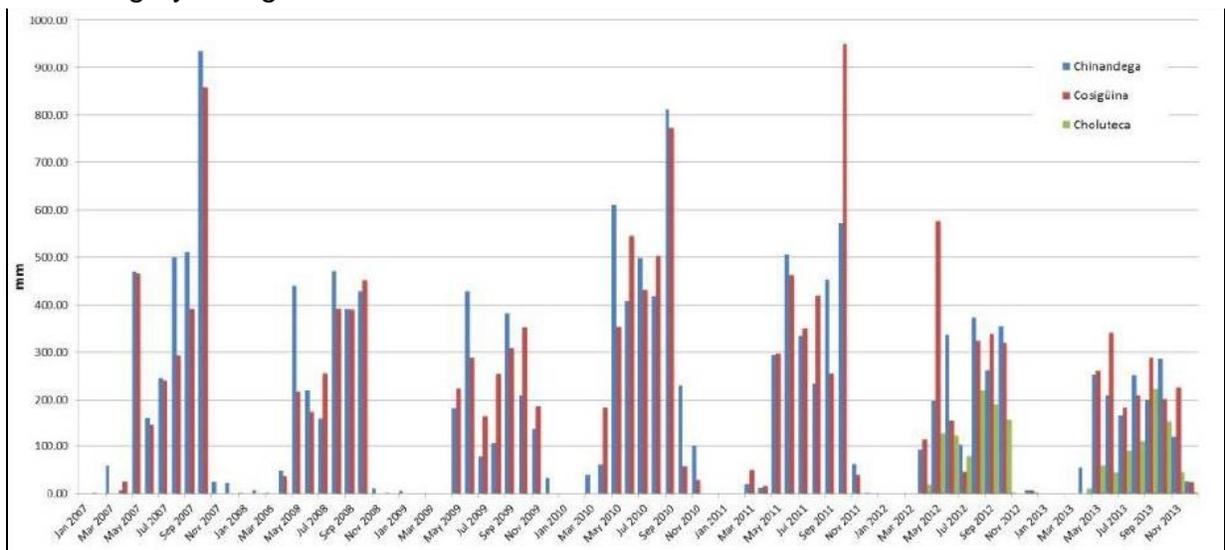


Figura 35. Datos históricos de precipitación mensual en Chinandega, la Hacienda Cosigüina y Choluteca (Honduras). Fuente: Estudio Hidrogeológico SKM-ACN 2014.

Aunque los datos de precipitación son razonablemente consistentes entre Cosigüina y Chinandega, quedan dudas significativas sobre la aplicabilidad de otros parámetros meteorológicos obtenidos de una estación climática con una localización tan remota con respecto al área de estudio. Aunque hay disponibilidad de un rango completo de parámetros de los últimos 15 años o más sobre Chinandega, se decidió que un cálculo completo de evapotranspiración basado en la metodología Penman-Monteith de acuerdo con lo publicado en *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación*

de los requerimientos de agua de los cultivos - Riego y drenaje (FAO) 56 (Allen et al., 1998), no sería justificable bajo el presente estudio. En su lugar, se decidió hacer un estimado inicial de la evapotranspiración utilizando datos de evaporación de pana de Chinandega. Los datos de evaporación de pana obtenidos para Chinandega para el período 2007-2013 se muestran abajo en Figura 51.

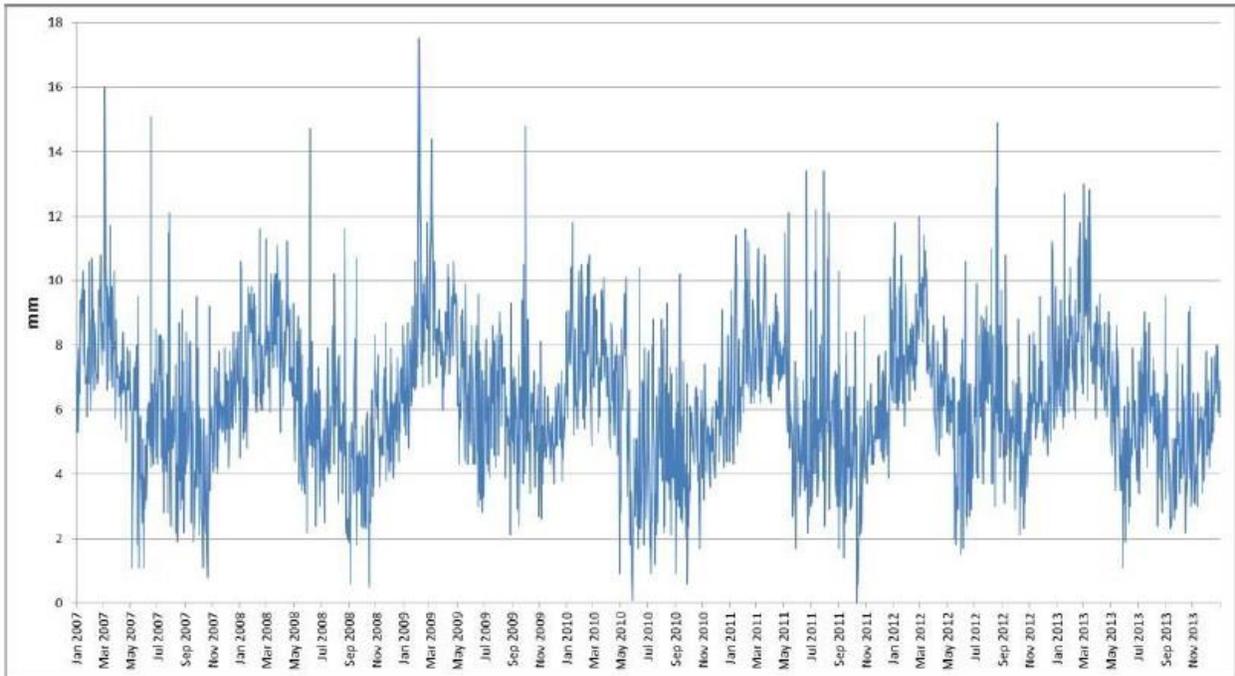


Figura 36. Datos históricos de evaporación de pana diaria en Chinandega

5.1.5. Calidad de Aire

En el área de influencia directa del Proyecto no existe fuente de generación de contaminantes atmosférica que emitan ruido o vibraciones, es una zona rural de viviendas esporádicas, dedicada a la agricultura y ganadería extensiva.

Se realizó un estudio de calidad de aire ambiente en el emplazamiento del Proyecto. El estudio fue realizado por el Laboratorio de Aire del Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA-UNI) en Mayo 2015. Los parámetros analizados³² fueron Partículas Totales Suspendidas (PTS), PM₁₀, Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O₃) ambiental. A continuación los resultados obtenidos:

³² Se manifiesta que no se realizó análisis de H₂S, ruido ambiental debido a que el equipo del laboratorio estaba en mal estado. No hay alternativas de selección de otro laboratorio de calidad de aire en Nicaragua. Ver en Apéndice Sección I, numeral 14.

Cadena de custodia:2114		Muestreo: 8 horas	
Sitio de muestreo: 0443485, 1434709			
Codificación PIENSA: LA-1505-0334			
Tipo de contaminante	Concentración	Valor límite permisible NTON 05 012-02	Método SM//EPA (a)
Partículas Totales Suspendidas (PTS) ³³	25.91 µg/m ³	260.0 µg/m ³	Air Samp. No.501
Partículas menores de 10micras (PM ₁₀)	24.15µg/m ³	150 µg/m ³ /día	40CFR 53 USEPA
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) ³⁴	0.048 ppm	0.21ppm	Sensores
Dióxido de Azufre (SO ₂)	N.D.	0.14ppm	Sensores
Monóxido de Carbono (CO)	0.51ppm	9.0/35.0ppm	Sensores
Ozono (O ₃)	0.04ppm	0.08/0.12ppm	Sensores

(a) SM: Standard Methodos, Environmental Protection Agency.

Cuadro 31. Concentraciones de los contaminantes muestreados en el sitio de línea de base.

Las concentraciones de [PTS y PM₁₀] están muy por debajo de los límites establecidos por la NTON 05 012-05 para estos tipos de contaminantes atmosféricos. Estas concentraciones con características de una zona rural; también es importante mencionar que durante el muestreo se generaron lluvias que contribuyeron a obtener estas bajas concentraciones.

Las concentraciones promedios de los gases NO₂, CO y O₃ obtenidas en el sito de muestreo están por debajo de los límites máximos permisibles que establece la NTON 05 012-05 para cada uno de estos contaminantes atmosféricos. La posible causa de la presencia de estos contaminantes, para el caso del monóxido de carbono, son los incendios recientes en zonas aledañas al sitio de muestreo y los propios gases emanados por el volcán Cosigüina y sus fumarolas. La presencia de SO₂ no fue detectada durante los diferentes periodos de medición realizados por PIENSA-UNI. Ver en Apéndice Sección I, numeral 13, resultados oficiales emitidos por el Laboratorio.

Es importante mencionar que el monitoreo de H₂S es de suma importancia cuando el proyecto inicie operaciones en el área de las plataformas, por el riesgo inminente a la salud de los trabajadores, por tanto la Empresa debe adquirir por lo menos 2 equipos portátiles de medición de gases como parte de la seguridad industrial; El estudio Geocientífico integrado de SKM realizó medición de gases incluyendo H₂S, en el sector

³³ Se utilizó para la medición un equipo EPAM 5000-Haz Dust Particulate Monitors de la marca SKC, que succiona 4L/min de aire a través de un filtro de poliTetrafluor Eteno.

³⁴ Para la medición de gases se utilizó un equipo de la marca Areoqual modelo serie 500, que posee una tecnología de Gas Sensitivo Semiconductor (GSS).

de Quebrada Aguas Agria, distante 300m de la Plataforma A (002B-NI-2014) los resultados son los siguientes:

Gas	Dry Gas % by Volume	Uncertainty % by Volume	Milimol	Method
He	< 0.12 ¹	+/- 0.01	0.0001	1
H ₂	< 0.39 ¹	+/- 0.05	0.0139	1
Ar	< 0.13 ¹	+/- 0.02	0.0019	1
O ₂	0.10	+/- 0.01	0.0100	1
N ₂	7.22	+/- 0.36	0.7235	1
CH ₄	6.99	+/- 0.81	0.7008	1
CO	< 0.06 ¹	---	0.0000	1
CO ₂	76.03	+/- 3.80	7.6225	2
H ₂ S	9.50	---	0.9525	3

Cuadro 32. Informe de análisis químico

5.1.6. Hidrología Superficial e Hidrogeología

Según el Plan de Manejo de la Reserva la superficie del escudo volcánico y la estrechez de la península hacen que las condiciones sean similares a las de una isla con sistemas hidrológicos limitados y frágiles lo que hace pensar que el volcán anteriormente formaba una isla en el Golfo. Según los estudios de aguas subterráneas realizados por INETER, el sistema de Cosigüina sería independiente del acuífero de León- Chinandega, y según notas de Hecht (sf), el tipo de laguna presente evidenciaría un acuífero subterráneo pequeño , todo lo cual viene a subrayar la importancia de mantener las áreas boscosas en las laderas del volcán con el objeto de mantener y mejorar la capacidad de infiltración de los suelos en dicha zona para mantener el acuífero subterráneo que alimenta los ojos de agua y pozos del pie de monte y de la planicie que es poblada y tiene gran actividad productiva en las fincas agrícolas y ganaderas.

El sustrato de material volcánico permite que la precipitación pluvial se profundice mucho hasta las zonas de los humedales costeros, sin encontrarse con los mantos freáticos, éstos son locales y no muy productivos. En la península hay pocas fuentes de agua superficial, y pocas corrientes o ríos, (más bien riachuelos), con poco caudal y solamente dos, en el sector Suroeste, son permanentes, El Chorro y Apascalí. De estas dos, El Chorro no llega hasta el mar, sino que desaparece en un lugar cercano a Venecia, y la corriente de Apascalí desemboca en la playa cercana. (Plan de Manejo de la Reserva Volcán Cosigüina, MARENA).

Las comunidades usualmente se abastecen de pozos propios excavados de diferentes profundidades y calidades. Muchas veces al excavar los pozos, el agua encontrada es de color amarillo-rojizo con sabor ferroso y caliente, en la parte norte se ha detectado aguas termales con presencia de arsénico y antimonio en los pozos perforados a 120 pies (\pm 30 m). La excavación de pozos con instrumentos manuales ha resultado en varias muertes por la presencia de bolsones de gases venenosos. Estos accidentes se han dado especialmente en el sector norte de la Península. Se sabe de excavaciones de pozos a mano (barra, coba, pala, balde, mecate y rondana) hasta de 150 m de profundidad sin éxito de encontrar agua. (Plan de Manejo de la Reserva Volcán Cosigüina, MARENA).

5.1.6.1. Hidrología superficial

Se obtuvo y analizaron cinco fuentes de datos topográficos con el fin de definir subcuencas útiles para el Estudio. Del análisis científico, utilizando modelos de elevación digital y mapas topográficos de INETER, se definieron 7 sub-cuencas.

1. La subcuenca más obvia es el cráter mismo del volcán. Su límite es fácilmente delineada con el punto más alto formando la división de la subcuenca.
2. El acuífero hacia el Norte del Cráter fue agrupado como una sola "subcuenca" a pesar de que en realidad no es una cuenca discreta. En la estación seca no existen efluentes significativos hacia el mar desde ninguna parte de la subcuenca. Los límites costeros de la subcuenca se extienden desde Mechapa, donde se une a la subcuenca de El Chorro Estero Padre Ramos, hasta Potosí alrededor de la costa Norte.
3. La tercera subcuenca cubre la parte del área de estudio que drena hacia el Estero Padre Ramos, desde Mechapa hacia la carretera principal a Chinandega. La parte más alta está formada por el valle de El Chorro.
4. La subcuenca de Río Grande incluye la parte del área de estudio que drena hacia el Estero Real. Esta subcuenca es interesante porque aunque incluye algunos efluentes significativos alrededor del Río Grande y la Hacienda Cosigüina, ninguna cantidad de ésta agua realmente fluye hacia la costa, hipotéticamente se evapora en la planicie de lodo conocida como Los Playones. El límite más bajo de esta cuenca está definido por la curva de nivel de los 10 metros porque las tierras más bajas hacia el Este tienden a inundarse con las aguas de inundación que cruzan las "fronteras" de la cuenca.
5. La subcuenca del Estero El Guásimo, en contraste, drena a través de un solo efluente fluvial cerca de Muro Bonito. Esta pequeña subcuenca incluye los manantiales termales (Ojo de Agua) cerca de Aguas Calientes.

6. La subcuenca de Potosí incluye el área que drena hacia el Río Potosí, alimentada por los grandes caudales de los manantiales termales. (área de influencia directa del Proyecto)
7. La subcuenca final incluye todos los manantiales termales desde La Piscina hasta El Capulín. Estos efluentes alimentan a los humedales que eventualmente desembocan en el Estero Real a través del Estero Lodo Podrido y el Estero Las Batidoras. (área de influencia directa del Proyecto)

En el siguiente mapa se aprecia la división de las sub-cuencas identificadas por el Estudio Hidrogeológico realizado por SKM-ACN 2014.

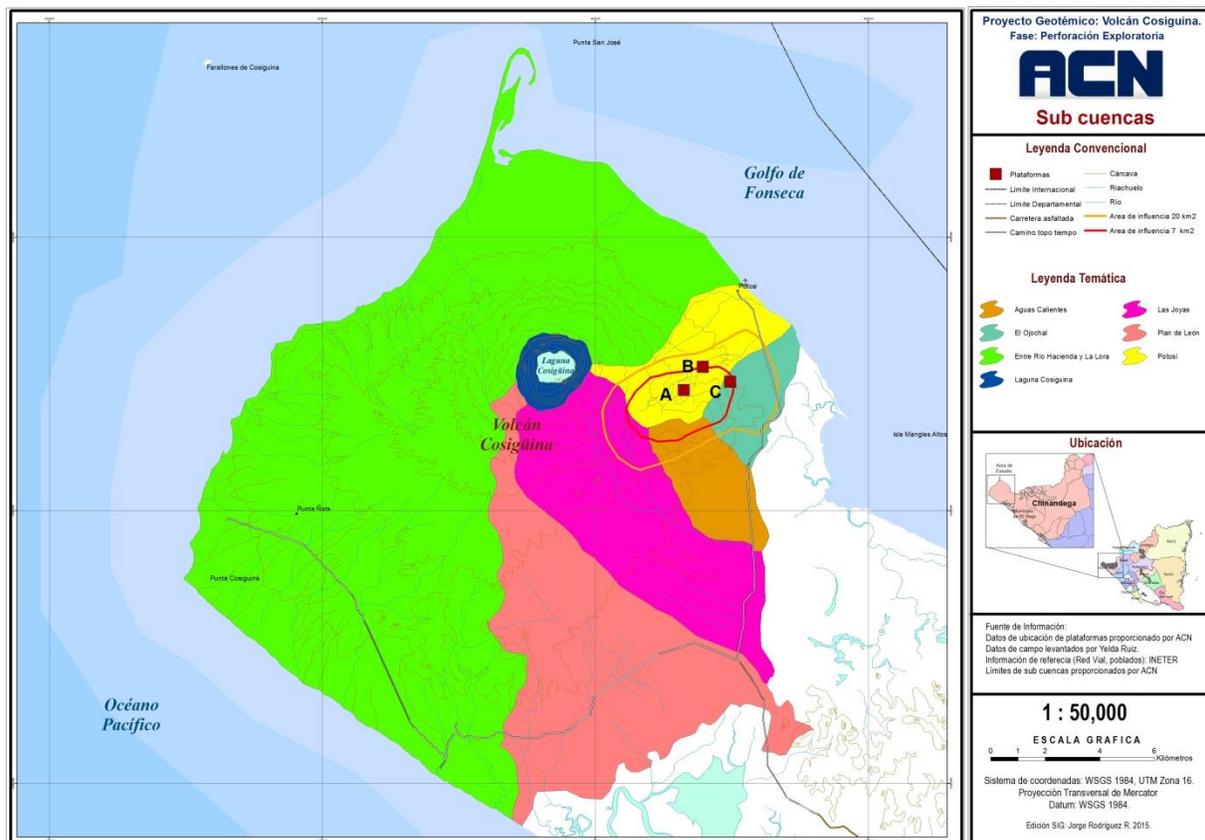


Figura 37. Mapa de sub-cuencas identificadas. Obsérvese que el área de influencia de directa de las plataformas, está inmersa en la sub-cuenca Potosí (6 color amarillo) y el Ojochal (7 color verde oscuro)

No existe descarga significativa de agua subterránea hacia el mar en el lado Oeste de la península durante la época seca. Los manantiales en el sector de influencia del Proyecto (sub-cuenca 6 y 7) fluyen desde acuíferos colgados, re-infiltrándose río abajo para proveer recarga a acuíferos situados a elevaciones menores. La mayoría del agua subterránea de la península descarga hacia el Este y Sureste del volcán. Esto incluye al agua de origen tanto meteórico como geotermal.

Las descargas del acuífero situado a menor elevación (< 30 metros sobre el nivel del mar) solo son significativos en un arco desde el Este-Noreste (Potosí) hasta el Sur-Sureste (Poza de la Vaca) con respecto al cráter del volcán. Se han identificado al menos 40 diferentes manantiales con caudal medible en esta área, con temperaturas entre los 27°C y 42°C. Los caudales medidos hasta van desde 0.08 (fuente termal, El Mojado) hasta 160 litros por segundo (Río Potosí).

La hidrología del área de estudio está compuesta de la laguna del cráter, acuíferos colgantes discontinuos en las laderas del volcán y un acuífero más extenso, aunque probablemente un tanto discontinuo, que se extiende por debajo del nivel del mar.

En la zona de influencia directa del Proyecto no hay cuerpos de agua superficiales permanentes, se identificó una sola quebrada intermitente llamada Quebrada Aguas Agria que atraviesa la zona desde la parte alta en las laderas del Volcán San Juan hacia la comunidad El Mojado. En la Quebrada Agua Agria se identificó un manantial sin flujo (agua estancada) al cual se le realizó caracterización fisicoquímica. No existen pozos en toda el área de influencia inmediata (Comunidad El Mojado), en esta zona la población ha construido represas pequeñas de concreto para capturar el agua de manantiales y drenarla por tubería PVC hacia sus viviendas. El Pozo "El Mojado", identificado en el Estudio Hidrológico del 2014, fue clausurado por la municipalidad debido a las características fisicoquímicas del agua. Cercano a la Plataforma B, aguas arriba, se identificó una pila de concreto perteneciente al Sr. Efraín Ríos; considerando esta obra de captación de agua como la más cercana a las plataformas A y B, se realizó caracterización fisicoquímica. Ver análisis de resultados en acápite de calidad del agua.

5.1.6.1. Fuentes termales Este y Fuentes del Volcán San Juan inmersos dentro del área de las sub-cuencas 6 y 7.

- **Fuentes Termales Este**

Este grupo congrega el número más grande de fuentes termales. Ubicadas en el flanco oriental del volcán San Juan consta de al menos 6 fuentes termales con temperaturas que varían entre 32°C y los 42°C. No fue posible encontrar la manifestación termal de 49°C reportada por Geothermex 2001 en esta zona.

Notas de campo junto con fotografías seleccionadas se presentan en los cuadros siguientes (coordenadas UTM, WGS84). La descripción de las fuentes termales se presenta en orden cronológico. En planta, las fuentes termales situadas al Este del cráter de Cosigüina parecieran exhibir una fuerte alineación NS, cubriendo una distancia de 20 km. Sin embargo, como fue propuesto en el estudio geológico-estructural, la posición de las fuentes termales pareciera estar controlada por el contacto geológico entre los depósitos aluviales y las rocas volcánicas pre-cuaternarias asociadas al Volcán San Juan y al Grupo Coyol. Entre este grupo se encuentran la

Piscina de Potosí, Las Batidoras 1 que fueron descritas anteriormente, entre otras como:

Lodo podrido	106-ni-2014	01-03-14	12:50	Elev:20m	E 446,118	N 1432,119
<p>Poza de agua muy sucia, con burbujeo intermitente pero débil. Geothermex 2001 reportó una temperatura de 49°C en esta fuente termal y le llamó lodo podrido sur. En esta campaña se midió 36.4°C. A unos 20m al este se encuentran depósitos de sal que parecen ser evidencia de las incrustaciones marinas que ocurren en esta área al menos una vez al año (comentario recogido de la gente local). No se percibió olor a h₂s.</p> <p>Temperatura: 36.4°C Ph: 7 Tamb.(°c): 27°C Flujo total: 2 a 3l/s Área: 12m² (foto mirando al oeste)</p>						

Cuadro 33. Fuentes Termales Este. Lodo Podrido y El Chorro

Lodo podrido	107-ni-2014	01-03-14	13:40	Elev:28m	E 446,796	N 1433,646
<p>Fuente de agua clara con burbujeo intermitente pero débil. Este incrementa a medida que se camina o salta alrededor de la poza. No se percibió olor a h₂s. La piscina es usada a veces por los habitantes locales para lavar ropa y bañarse. Esta fuente termal es similar a las anteriores, las que parecen ocurrir a un nivel de elevación similar emanando de depósitos cuaternarios.</p> <p>Temperatura: 36.3°C Ph: 7 Tamb.(°c): 27°C Flujo total: 2l/s Área: 12m² (foto mirando al noreste)</p>						

Cuadro 34. Fuentes Termales Este. El Chorro

Lodo podrido	108-ni-2014	01-03-14	14:53	Elev:27m	E 447,117	N 1435,006
<p>Poza de agua clara con burbujeo intermitente pero débil. Ubicada cerca de la zona de los pantanos. El agua aflora a la superficie de depósitos cuaternarios con un flujo moderado a alto, en comparación a otras fuentes termales similares en el área. No se percibió olor a h₂s. Esta poza puede ser considerada peligrosa ya que la gente local ha avistado cocodrilos en las cercanías. Temperatura: 39°C Ph: 7 Tamb.(°c): 27°C Flujo total: 2l/s Área: 25m² (foto mirando al este)</p>						

Cuadro 35. Fuentes Termales Este. Las Batidoras 2.

Muelle de potosí	109-ni-2014	01-03-14	16:00	Elev:1 m	E 445,723	N 1437,953
<p>Muestra de agua de mar para comparación y línea base. Temperatura: 27.7°C Ph: 7 Tamb.(°c): 27°C (foto mirando al noreste)</p>						

Cuadro 36. Fuentes Termales Este. Muelle de Potosí.

EL MOJADO	111-NI-2014	04-03-14	17:30	ELEV:125 M	E 444,045	N 1434,787
<p>AGUA DE COLOR CLARO CON UN FLUJO DÉBIL DE AGUA TERMAL DEPOSITANDO LIMONITA Y ALGAS NARANJAS. EL PH DE ESTA FUENTE ES LIGERAMENTE ÁCIDO, EL MÁS BAJO MEDIDO EN COSIGÜINA. EL FLUJO ES CAPTURADO POR LA GENTE LOCAL PARA SUMINISTRAR AGUA A SUS CASAS. EL FLUJO ES DÉBIL PERO LA GENTE INDICA QUE AUMENTA CONSIDERABLEMENTE DURANTE INVIERNO. TEMPERATURA: 36°C PH: 5 TAMB.(°C): 27°C FLUJO TOTAL: 0.2L/S ÁREA: 3M² (FOTO MIRANDO AL OESTE)</p>						

Cuadro 37. Fuentes Termales Este. El Mojado.

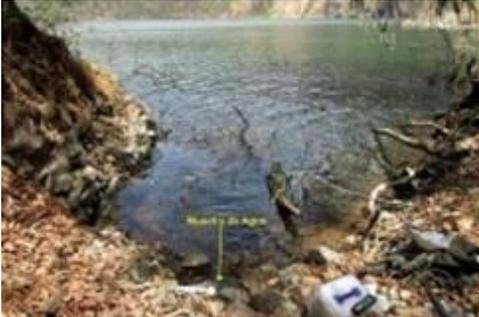
• **Fuentes del Cráter Cosigüina y Volcán San Juan**

Este grupo de fuentes termales presentan la mayor temperatura en el área cubriendo un rango que va de los 27°C a los 95.5°C. Como se mencionó anteriormente en estudios previos los lugareños informaron de la presencia de aguas termales en la orilla Sur del cráter del volcán Cosigüina con una temperatura de descarga de 80°C. Un

informe científico del Smithsonian Insititute en 1999 confirmo la existencia de estos manantiales de agua caliente y fueron los primeros en tomar una muestra de agua (no disponible para este Estudio).

En este estudio el equipo de hidrogeólogos llevó a cabo un trabajo detallado al interior del cráter Cosigüina. Tres muestras fueron tomadas confirmado la información del Smithsonian Insititute. Adicionalmente, en esta campaña de exploración fue posible identificar y muestrear por primera vez emanaciones de vapor ubicadas cerca de la cima del Volcán San Juan. Estas presentan la mayor temperatura del prospecto 95.5°C y son consideradas como un excelente indicador de la presencia de un sistema geotermal de alta temperatura en la península de Cosigüina.

Notas de campo junto con fotografías seleccionadas de las muestras recolectadas en el cráter de Cosigüina y el Volcán San Juan son descritas en los cuadros siguientes. Estas incluyen la toma de muestras de agua y gas.

Agua caliente laguna del cráter	112-ni-2014	04-03-14	12:06	Elev:170m	E 437,937	N 1434,675
<p>Flujo de agua termal con alta temperatura. El agua es clara y aflora a un nivel levemente superior de la orilla del lago. Se aprecian depósitos de sal asociados a la alta evaporación que experimenta el lago y as alto contenido de cl probablemente con influencia geotermal. Durante el muestreo se percibió un leve olor a h₂s. Temperatura: 79.3°C Ph: 7.6 Tamb.(°c): 27°C (foto mirando al norte)</p>						

Cuadro 38. Fuentes del Cráter Cosigüina y Volcán San Juan. Agua Caliente Laguna del Cráter.

Quebrada agua agria	111-ni-2014	04-03-14	17:30	Elev:125 m	E 444,045	N 1434,787
<p>Se encontraron dos grupos de fumarolas o terrenos emitiendo vapor con un flujo de emisión muy débil. Ambos grupos se ubican a 30m de distancia en dirección este-oeste de cada uno. Estas manifestaciones se ubican a unos 2.5km al suroeste de la fuente termal el mojado. En el área de las fumarolas se percibe un fuerte olor a h₂s (en ambas ubicaciones). También es posible ver la presencia de azufre nativo el que se está activamente depositando. Ambas fumarolas se encuentran emplazadas en prominentes quebradas con una litología correspondiente a lavas andesito-basálticas laminares cubiertas por una delgada capa de flujos piroclásticos. En el área inmediata donde ocurren las emanaciones de vapor estos depósitos se encuentran fuertemente alterados a arcillas. El área donde se tomó la muestra (fotografía superior) presenta las temperaturas más altas 95.5°C (vs.45°C en la segunda área) y mayor flujo de vapor. El flujo de vapor alcanza unos 20 a 30cm. Sobre el suelo. En el área muestreada existen al menos 6 puntos que han sido excavados de donde el vapor sale en forma más prominente. En el agujero de mayor temperatura se tomó una muestra de gas con su respectivo duplicado. Las quebradas parecen representar direcciones estructurales con orientación nw-sw, que limita al volcán san juan hacia el norte.</p> <p>Área 1. Muestra de gas: Temperatura: 95.5°C Tamb.(°c): 37°C Área: 40m² (foto mirando al noreste)</p> <p>Área 2. Muestra de gas: Temperatura: 46°C Tamb.(°c): 37°C Área: 12m² (foto mirando al noreste)</p>						

Cuadro 39. Fuentes del Cráter Cosigüina y Volcán San Juan. Quebrada Agua Agria.

5.1.6.2. Muestreo y análisis de resultados de la caracterización fisicoquímica

Se tomaron muestras de aguas superficiales de dos puntos (cañada Aguas Agria y Pila de almacenamiento de agua de finca del Sr. Efraín Ríos) proveniente de los dos ojos de agua más cercano al área de las plataformas A y B. Se preservaron, transportaron y entregaron a laboratorio LAQUISA para la realización de análisis químicos.

Se realizaron en situ, análisis organolépticos a sus aguas, como color y olor. Encontrando como resultado aguas incoloras y sin olor las procedentes de la pila de almacenamientos de agua de la finca del Sr. Efraín Ríos; La de la quebrada Aguas Agrias se encontró cubierta de vegetación, la cual se apartó para obtener las muestras a tomar, encontrando agua sin olor, color café, con presencia de sedimentación orgánica.

- Quebrada Agua Agria

Muestra No.001: Quebrada Agua Agria

Código de muestra: 001
Muestreado por: Ing. Eneyda Jarquín
Fecha: 28/04/2015
Profesión del recolector: Ing. Química.
Tipo de muestra: Muestra simple
Hora toma de muestra: 3:45pm
Nombre muestra: Agua superficial Quebrada Agua Agria
Coordenadas: 0443051, 1433926
Descripción muestra: Ojo de agua. Agua con mucho sedimento y hojarasca; presencia abundante de insectos en las orillas de la fuente. Color café oscura/negruzca; no hay fuentes de contaminación en los alrededores, ni en un radio de 1km. No hay agua fluyendo sobre la quebrada. Se indica que es intermitente.
Lugar muestreo: Ojo de agua Quebrada Agua Agria comunidad El Mojado. Terreno propiedad del Sr. Efraín Ríos.
Vol. Recolectado: un galón (3.78L) en recipiente plástico blanco de alta densidad; recipientes de 1L de vidrio color ámbar, recipientes plásticos transparentes de 100mL.
Condiciones climáticas al momento de la toma de muestra: nublado.
Preservantes: indicados por el LAQUISA. Ya contenidos previamente en el recipiente.
Temperatura Amb.: 33°C
Humedad Relativa: 75%



Figura 38. Fotografías del ojo de agua Quebrada Agua Agria, momento de la toma de muestra simple y condiciones del entorno. Fuente: Ruiz, y. et al. Abril 2015.

Materiales y método

Las muestras se tomaron del Ojo de agua Quebrada Agua Agria, la cual estaba recubierta por hojas y ramas que fueron removidas para poder tomar las muestras de agua. Estas se tomaron de la superficie de la fuente en recipientes de:

- a) 1 L de vidrio color ámbar (preservando con 2 mL de acetato de Zinc)
- b) 500 ml de plástico (preservado con 1 mL de ácido Nítrico)
- c) 500 ml de plástico (preservado con 1 mL de ácido Sulfúrico)
- d) 1 Galón plástico de 3.8 L (sin preservante)

Todos los recipientes antes de llenarse y adicionarle los preservantes indicados por laboratorios LAQUISA se endulzaron con el agua procedente del ojo de agua.

Control de calidad, transporte y conservación de muestras

El muestreo se realizó aplicando todas las consideraciones posibles para la correcta manipulación de los recipientes y la toma de la muestra, utilizando guantes de látex y recipientes limpios con sus respectivos preservantes. Después de tomadas las muestras se codificaron con código 001 y se guardaron en termos con hielo, manteniendo la temperatura de refrigeración hasta realizar su traslado a laboratorio LAQUISA.

Caracterización Físicoquímica.

Se analizaron 32 analitos, obteniendo los resultados siguientes (Ver en Apéndice Volumen I Sección C, Resultados oficiales emitidos por LAQUISA). Se utilizó como normativa de comparación la norma de agua CAPRE/INAA considerando que la fuente es un manantial, "ojo de agua", ubicado sobre la Quebrada Agua Agria; la muestra no se recolectó de una quebrada o río con flujo activo, por lo tanto no es aplicable el uso

de estándares internacionales de cuerpos de agua superficial como la Canadian Environmental Quality Guideline (Diciembre, 2003):

Caracterización química de Quebrada Agua Agria				
No.	Análisis	Unidad medida	Resultado de Laboratorio	Valor Guía
1.	pH	-	5.7	6.5 a 8.5
2.	Conductividad Eléctrica	µS/cm	950.2	400
3.	Dureza Total	mg/L	343.13	-
4.	Cobre	mg/L	<0.23	-
5.	Cianuro Total	mg/L	<0.03	0.05
6.	Arsénico	mg/L	<0.001	0.01
7.	Cadmio	mg/L	<0.01	0.005
8.	Cromo Total	mg/L	<0.06	0.05
9.	Níquel	mg/L	<0.1	0.02
10.	Plomo	mg/L	<0.1	0.01
11.	Mercurio	mg/L	<0.001	0.001
12.	Antimonio	mg/L	<0.001	0.005
13.	Selenio	mg/L	<0.001	0.01
14.	Sulfuro de Hidrogeno	mg/L	<0.01	-
15.	Calcio	mg/L	100.37	100
16.	Magnesio	mg/L	22.44	30 - 50
17.	Manganeso	mg/L	3.49	0.02 - 0.05
18.	Potasio	mg/L	11.52	10
19.	Hierro Total	mg/L	<0.06	0.05 – 0.20
20.	Sodio	mg/L	51.82	25 - 175
21.	Amonio	mg/L	4.02	0.05 - 0.5
22.	Cloruros	mg/L	13.24	25 - 250
23.	Fluoruros	mg/L	0.76	1.5
24.	Sulfatos	mg/L	419.20	25-250
25.	Fosfatos	mg/L	<0.06	-
26.	Aluminio	mg/L	13.14	-
27.	Zinc	mg/L	0.27	-
28.	Solidos Totales Disueltos	mg/L	669.2	1000
29.	Solidos Suspendidos Totales	mg/L	2378.0	-
30.	Solidos Sedimentables	mg/L	59.0	-
31.	Oxígeno Disuelto	mg/L	0.68	8

Cuadro 40. Resultado de la caracterización química realizada.

- **Análisis cañada Aguas Agrias:**

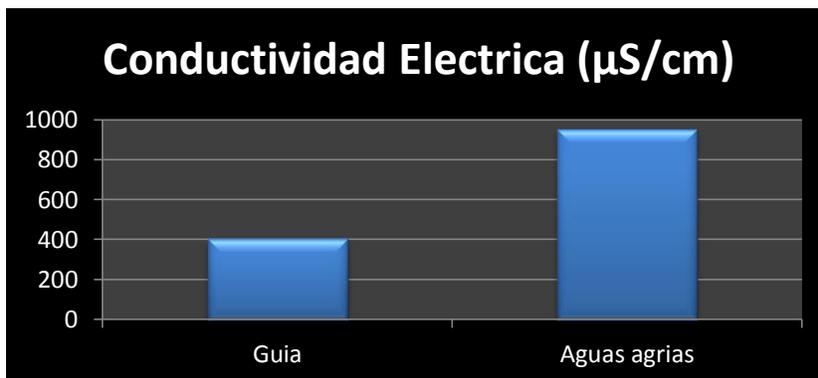
pH: ‘Potencial de hidrógeno’, indica la concentración de iones hidronio [H₃O]⁺ presentes en determinadas disoluciones. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 5.7, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 6.5 – 8.5. El ámbito del pH para la mayoría de organismos acuáticos es de 6.5 a 8.5.

Figura 39. Comparación del pH con valor guía Quebrada Agua Agria



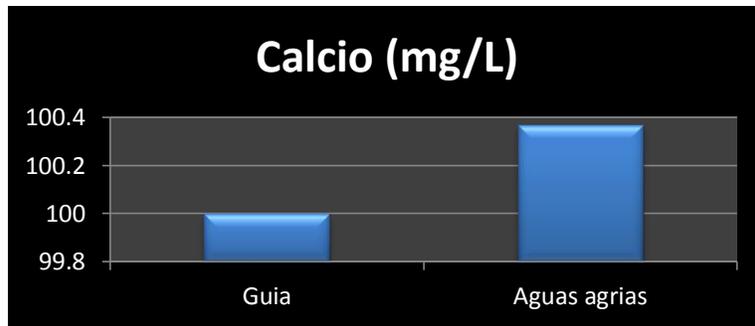
Conductividad eléctrica: Refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 950.2 us/cm, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 400 us/cm. Los altos valores de conductividad eléctrica en estas aguas se deben potencialmente a la presencia de metales como aluminio, calcio, sodio etc.

Figura 40.comparación de conductividad eléctrica con valor guía Quebrada Agua Agria



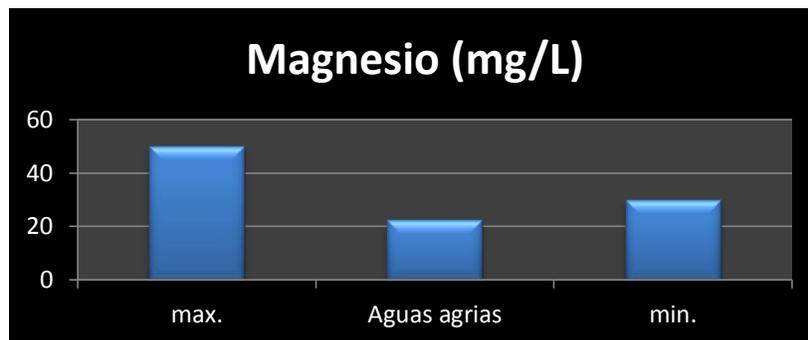
Calcio: Es un metal alcalinotérreo, se oxida con el aire y el agua y, combinado con el oxígeno. El ión calcio, Ca^{+2} , forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como CO_3Ca . Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 mg/L, o incluso 600 mg/L. El agua de mar contiene unos 400 mg/L. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 100.37 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 100 mg/L.

Figura 41. Comparación de Calcio con valor guía Quebrada Agua Agria



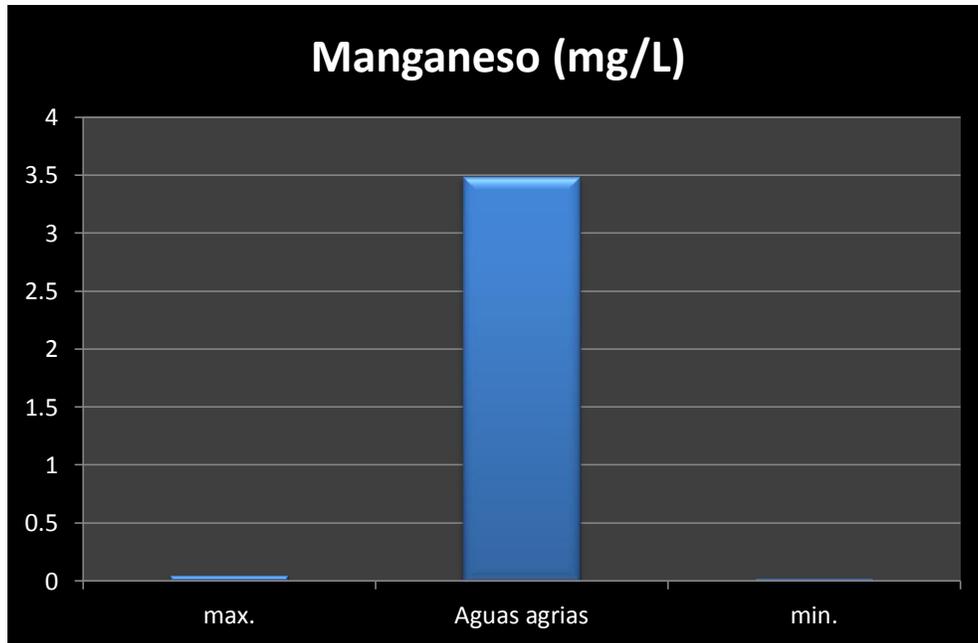
Magnesio: Es un metal alcalinotérreos, es un elemento esencial para los seres vivos. El ión magnesio, Mg^{+2} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, pero sus sales son, en general, más solubles y difíciles de precipitar; por contrario, su hidróxido, $Mg(OH)_2$, es menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 mg/L, y el agua de mar contiene unos 1300 mg/L. Cuando el contenido en agua alcanza varios centenares le da un sabor amargo y propiedades laxantes, que pueden afectar su potabilidad. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 22.44 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 30 - 50 mg/L.

Figura 42. Comparación de Magnesio con valor guía Quebrada Agua Agria



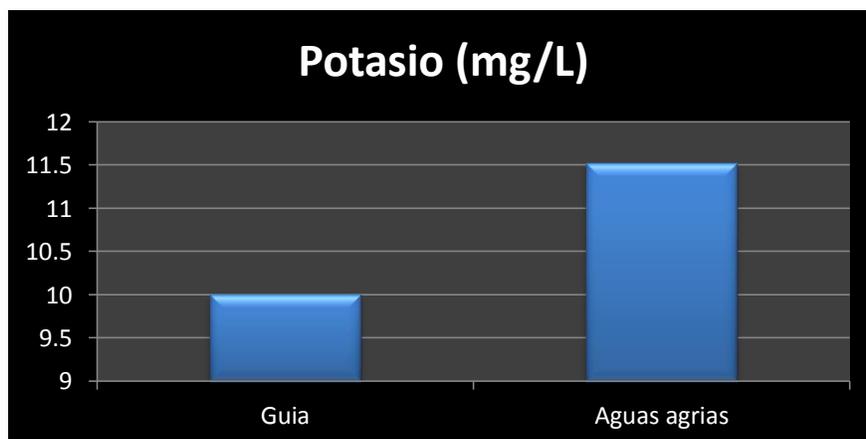
Manganeso: Es un elemento esencial para la vida animal. Funciona como activador enzimático. Sin embargo, grandes dosis puede causar daños en el sistema nervioso central. Su presencia no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al Hierro. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 3.49 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 0.02 - 0.05 mg/L.

Figura 43. Comparación de Manganeso con valor guía Quebrada Agua Agria



Potasio: Metal alcalino, muy reactivo, se oxida fácilmente, se inflama espontáneamente desprendiendo hidrógeno y es un nutriente esencial para los seres vivos. Está presente en todos tejidos animales y vegetales. La principal fuente de potasio para la población general son los alimentos. En el agua de consumo humano las concentraciones habituales de potasio son generalmente bajas. El ión potasio, K^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen contener más de 10 mg/L y el agua de mar contiene alrededor de 400 mg/L, por lo cual es un catión mucho menos significativo que el sodio. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 11.52 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 10 mg/L.

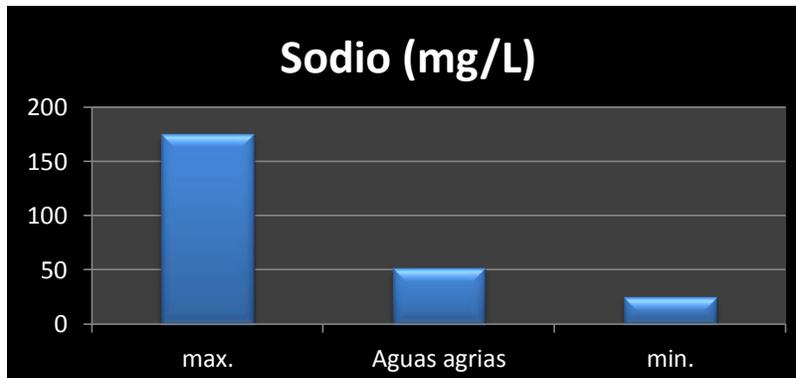
Figura 44. Comparación de Potasio con valor guía Quebrada Agua Agria



Sodio: Metal alcalino, buen reductor y muy abundante en la naturaleza; forma sales con otros elementos, es muy reactivo y se descompone con el agua y se oxida con el aire; esencial para los seres vivos. El ión sodio, Na^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Suele estar asociado al ión cloruro.

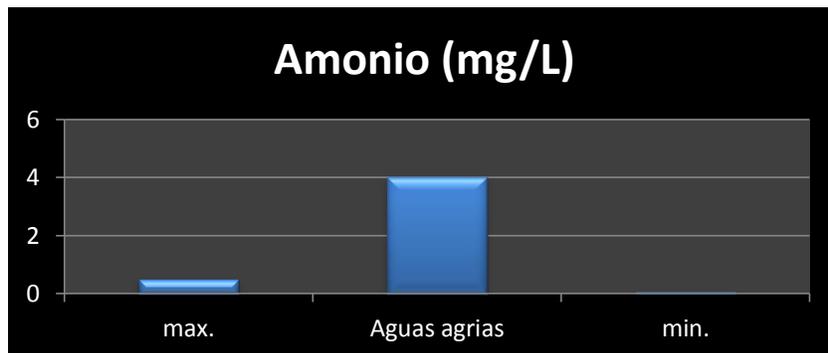
El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 y 150 mg/L, pero es fácil encontrar valores muy superiores, de hasta varios miles de mg/L. El agua de mar contiene cerca de 11.000 mg/L. Es un indicador potencial de corrosión. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 51.82 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 25 - 175 mg/L. Por encima de 200 mg/L de sodio, el agua podría tener un gusto inaceptable.

Figura 45. Comparación de Sodio con valor guía Quebrada Agua Agria



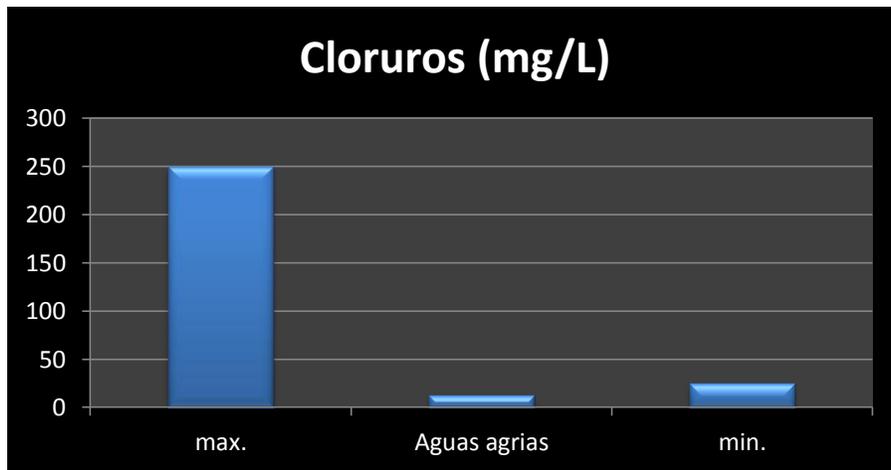
Amonio: Es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0.2 mg/L, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/L. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 4.02 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 - 0.5 mg/L. La ganadería intensiva puede generar concentraciones muchos mayores en aguas superficiales.

Figura 46. Comparación de Amonio con valor guía Quebrada Agua Agria



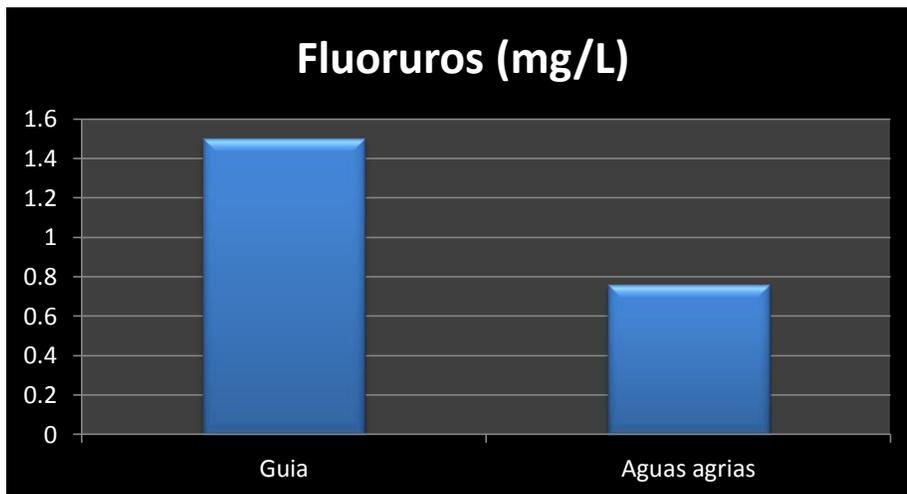
Cloruros: Procede de fuentes naturales, e intrusiones salinas. Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales, aunque variará en función de la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 13.24 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 25 – 250 mg/L. Las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/L pueden conferir al agua un sabor perceptible

Figura 47. Comparación de Cloruros con valor guía Quebrada Agua Agria



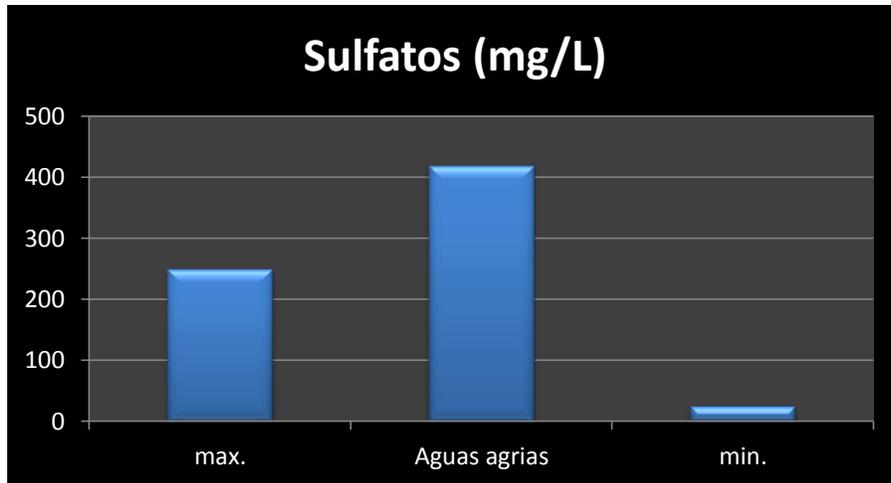
Fluoruros: El ión fluoruro, F^- , corresponde a sales de solubilidad en general muy limitada. No suele hallarse en proporciones superiores a 1 mg/L. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 0.76 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 1.5 mg/L.

Figura 48. Comparación de Fluoruros con valor guía Quebrada Agua Agria



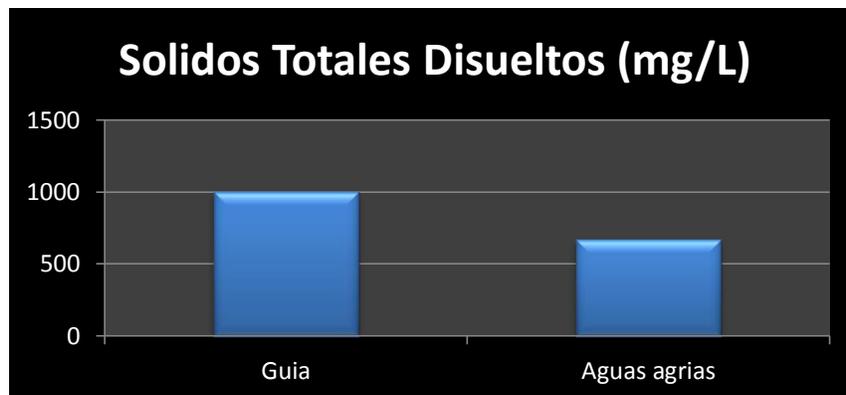
Sulfatos: Son un componente natural de las aguas superficiales. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 419.2 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 25 – 250 mg/L.

Figura 49. Comparación de Sulfatos con valor guía Quebrada Agua Agria



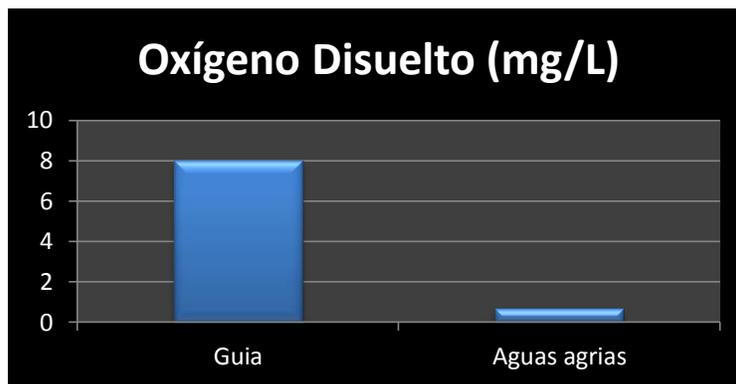
Solidos Totales Disueltos (SDT): Es la materia disuelta en un medio acuoso, mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables como sales y residuos orgánicos. Si su concentración esta elevada, proporciona al agua una apariencia turbia. El comportamiento de estos, según el análisis del punto de muestreo es 669.2 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 1000 mg/L.

Figura 50. Comparación de Solidos Totales Disueltos con valor guía Quebrada Agua Agria



Oxígeno Disuelto: La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno atmosférico y en menor medida a su generación en la fotosíntesis, principalmente de algas. Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 0.68 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 8 mg/L. La mayoría de los peces requieren niveles de 5 a 6 ppm para su crecimiento y actividad.

Figura 51. Comparación de Oxígeno Disuelto con valor guía Quebrada Agua Agria



Cianuro Total: Puede haber presencia de cianuro en algunos alimentos y en ocasiones en el agua de consumo, principalmente por contaminación industrial. La toxicidad aguda de los cianuros es alta. En algunas poblaciones se observaron efectos en el tiroides y, en particular, en el sistema nervioso, como consecuencia del consumo prolongado de alimentos que contenían concentraciones altas de cianuro. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.03 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 mg/L.

Arsénico: Semimetal sólido, muy venenoso. Distribuido extensamente por toda la corteza terrestre; la principal fuente de arsénico del agua es la disolución de minerales y menas de origen natural. Con frecuencia, su concentración está estrechamente relacionada con la profundidad del pozo. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L.

Cadmio: El cadmio es liberado naturalmente en los ríos a través de la descomposición de rocas. Es decir, que la contaminación de las aguas superficiales con este metal pesado puede provenir de la erosión de depósitos naturales, sino existe industria que manipule este metal en la zona. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.01 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.005 mg/L. La toxicidad del cadmio afecta principalmente al riñón.

Cromo total: Esta distribuido extensamente en la corteza terrestre. Se presenta principalmente como iones Cr (3+) y Cr (6+). Al parecer, los alimentos son en general la fuente principal de ingesta de cromo. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.06 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 mg/L.

Níquel: El níquel se utiliza principalmente en la producción de acero inoxidable y de aleaciones. En el agua puede proceder del contacto con aleaciones que están en contacto. La inhalación de compuestos de níquel es cancerígena para el ser humano; el níquel metálico es posiblemente cancerígeno, sin embargo, no hay pruebas sobre el riesgo de carcinogenia derivado de la exposición al níquel por vía oral. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.1 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.02 mg/L.

Plomo: En las aguas naturales está presente en forma de trazas. Su mayor fuente en el agua es de origen industrial pero también se puede encontrar de forma natural. Es un metal pesado en esencia tóxico, puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.1 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L.

Mercurio: Metal de transición, líquido a la temperatura ordinaria, los vapores de mercurio son tóxicos azogue. El mercurio inorgánico está presente en aguas superficiales y subterráneas, en concentraciones generalmente menores que 0,5 µg/l, aunque pueden darse concentraciones mayores en aguas subterráneas por la presencia en la zona de yacimientos de menas de mercurio. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.001 mg/L.

Antimonio: Semimetal de color blanco azulado, brillante y quebradizo. No es un contaminante habitual del agua bruta, no obstante en algunos casos está presente procedente del subsuelo; también puede hallarse en las aguas de consumo por la disolución de tuberías y accesorios metálicos de fontanería que lo contengan como impureza. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.005 mg/L.

Hierro Total: En las aguas superficiales, el hierro puede estar también en forma de complejos organoférricos y, en casos raros, como sulfuros. Es frecuente que se presente en forma coloidal en cantidades apreciables. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.06 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 – 0.20 mg/L.

Selenio: No metal, buen conductor de la electricidad. Está presente en la corteza terrestre, generalmente en asociación con minerales que contienen azufre. El selenio es un oligoelemento esencial, y su principal fuente para la población general son alimentos como los cereales, la carne y el pescado. Las concentraciones en el agua de consumo varían mucho de unas regiones geográficas a otras. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L.

Dureza Total: Corresponde a la suma de iones calcio y magnesio presentes en el agua. Muy importante para determinar el carácter incrustante de un agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 343.13 mg/L, demostrando la presencia de la elevada concentración de calcio.

Cobre: Con frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, en concentraciones menores a 1 mg/L. En estas concentraciones, el cobre no tiene efectos nocivos para la salud. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.23 mg/L. Es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo. Puede conferir un sabor amargo no deseado al agua; en concentraciones superiores afecta también a su color.

Sulfuro de Hidrogeno: Los sulfuros y el ácido sulfídrico son característicos de medios reductores, pero en general las aguas contienen mucho menos de 1 ppm. Comunican muy mal olor al agua, lo cual permite su detección. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.01 mg/L.

Fosfatos: Es un compuesto que está presente en las aguas subterráneas (por minerales del subsuelo) y de las aguas superficiales (por contaminación con fosfatos). Es un alimento de bacterias y causa eutrofización (crecimiento de algas) en los ríos. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.06 mg/L.

Aluminio: Metal ligero y dúctil, inoxidable y buen conductor eléctrico y térmico. Es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Una concentración residual alta puede conferir al agua color y turbidez no deseables. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 13.14 mg/L.

Zinc: Es una sustancia muy común naturalmente. Las fuentes industriales pueden aumentar las concentraciones de Zinc en el agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 0.27 mg/L. Los ríos naturalmente contienen generalmente entre 5 y 10 ppb de zinc, la Organización Mundial para la Salud, estableció como límite legal $5 \text{ mgZn}^{2+}/\text{L}$.

Sólidos Suspendidos Totales: Comprenden partículas de tamaño variable que se mantienen en suspensión en el agua. Es un valor utilizado como indicador de la calidad del agua. Para su determinación, se filtra un volumen de agua y se pesan los sólidos en suspensión retenidos en el filtro. La cantidad se expresa por el peso del material sólido contenido en la unidad de volumen de agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 2378.0 mg/L.

Sólidos Sedimentables: El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 59.0 mg/L.

Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅): La demanda biológica de oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 149.7 mg/L. En ríos moderadamente contaminados la DBO₅ oscila entre 2 - 8 mg/L. Son considerados ríos impolutos concentraciones de DBO₅ < 1 mg/L.

Muestra No.002: Pila de agua del Sr. Efraín Ríos. Fuente de consumo humano más cercana a plataforma A y B.

Código de muestra: 002
Muestreado por: Ing. Eneyda Jarquín
Fecha: 29/04/2015
Profesión del recolector: Ing. Química.
Tipo de muestra: Muestra simple
Hora toma de muestra: 7:30 AM
Nombre muestra: Pila de almacenamiento de agua procedente de dos ojos de agua.
Coordenadas: 0444095, 1434900, 112msnm
Descripción de lugar de toma de muestra: Captación en una pila de concreto de 1m ³ , drenaje por tubería PVC de 4" de dos ojos de agua. Almacenamiento en una pila de concreto de 12.5m ³ (5*5*0.5m), distribuida por tubería PVC hacia 3 viviendas. Muestra tomada de pila secundaria; agua con poco sedimento; color clara; hay fuentes de contaminación en los alrededores (ganadería y animales domésticos). Ambas pilas no están tapadas.
Lugar muestreo: Pila de concreto vivienda del Sr. Efraín Ríos, comunidad El Mojado. Terreno propiedad del Sr. Efraín Ríos.
Vol. Recolectado: un galón (3.78L) en recipiente plástico blanco de alta densidad; recipientes de 1L de vidrio color ámbar, recipientes plásticos transparentes de 100mL.
Condiciones climáticas al momento de la toma de muestra: nublado.
Preservantes: indicados por el LAQUISA. Ya contenidos previamente en el recipiente.

Temperatura Amb.: 30°C
Humedad Relativa: 72%
Se realizaron mediciones de caudal de esa fuente. Los resultados indican un promedio de 0.13L/s (0.12L/s, 0.15L/s, 0.13L/s) o 11m ³ /día



Figura 52. Fotografías de la pila de almacenamiento de agua finca Sr. Efraín Ríos, momento de la toma de muestra simple y condiciones del entorno. Fuente: Ruiz, Y. et al. Abril 2015.

Materiales y método

Las muestras se tomaron de la salida de la manguera que abastece la pila de agua del Sr. Efraín Ríos. Estas se tomaron de la superficie de la fuente en recipientes de:

- a) 1 L de vidrio color ámbar (preservando con 2 mL de acetato de Zinc)
- b) 500 ml de plástico (preservado con 1 mL de ácido Nítrico)
- c) 500 ml de plástico (preservado con 2 mL de Hidróxido de sodio)
- d) 1 Galón plástico de 3.8 L (sin preservante)
- e) 2 envases de 200 mL esterilizados

Todos los recipientes antes de llenarse y adicionarle los preservantes indicados por laboratorios LAQUISA se endulzaron con el agua procedente del ojo de agua.

Control de calidad, transporte y conservación de muestras

El muestreo se realizó aplicando todas las consideraciones posibles para la correcta manipulación de los recipientes y la toma de la muestra, utilizando guantes de látex y recipientes limpios con sus respectivos preservantes. Después de tomadas las muestras se codificaron con código 002 y se guardaron en termos con hielo, manteniendo la temperatura de refrigeración hasta realizar su traslado a laboratorio LAQUISA.

• **Caracterización Fisicoquímica y bacteriológica**

Se analizaron 33 analitos; se utilizó la normativa CAPRE/INAA como valores guías de análisis considerando el uso de la fuente para consumo humano de las familias del sector. Los resultados son los siguientes:

Caracterización química de Pila de agua del Sr. Efraín Ríos.				
No.	Análisis	Unidad de medida	Resultado de Laboratorio	Valor Guía Norma CAPRE
1.	pH	-	7.3	6.5 a 8.5
2.	Conductividad Eléctrica	µS/cm	355.9	400
3.	Dureza Total	mg/L	133.07	-
4.	Cobre	mg/L	<0.02	-
5.	Cianuro Total	mg/L	<0.03	0.05
6.	Arsénico	mg/L	<0.001	0.01
7.	Cadmio	mg/L	<0.01	0.005
8.	Cromo Total	mg/L	<0.06	0.05
9.	Níquel	mg/L	<0.1	0.02
10.	Plomo	mg/L	<0.1	0.01
11.	Mercurio	mg/L	<0.001	0.001
12.	Antimonio	mg/L	<0.001	0.005
13.	Cromo hexavalente	mg/L	<0.06	
14.	Selenio	mg/L	<0.001	0.01
15.	Sulfuro de Hidrogeno	mg/L	<0.01	-
16.	Calcio	mg/L	38.35	100
17.	Magnesio	mg/L	9.05	30 - 50
18.	Manganeso	mg/L	<0.02	0.02 - 0.05
19.	Potasio	mg/L	3.37	10
20.	Hierro Total	mg/L	<0.06	0.05 – 0.20
21.	Sodio	mg/L	18.42	25 - 175
22.	Amonio	mg/L	0.05	0.05 - 0.5
23.	Cloruros	mg/L	10.79	25 - 250
24.	Fluoruros	mg/L	0.36	1.5
25.	Sulfatos	mg/L	48.47	25-250
26.	Aluminio	mg/L	<0.3	-
27.	Zinc	mg/L	<0.01	-
28.	Solidos Totales Disueltos	mg/L	250.7	1000
29.	Solidos Suspendidos Totales	mg/L	3.0	-
30.	Solidos Sedimentables	mg/L	<0.1	-
31.	Oxígeno Disuelto	mg/L	5.55	8
32.	Coliformes Totales	UFC/100mL	118	0
33.	Coliformes Fecales	UFC/100mL	85	0

Cuadro 41. Resultado de la caracterización química realizada.

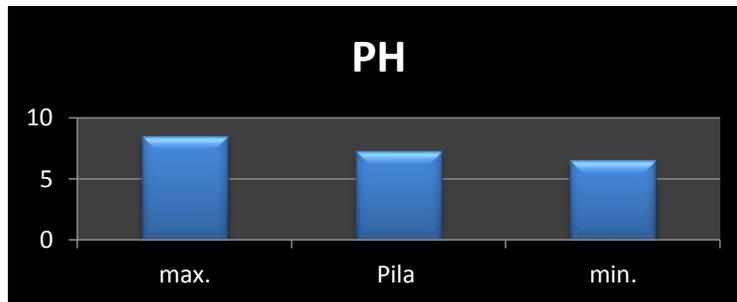
Análisis Obra de captación de agua finca del Sr. Efraín Ríos

pH: El agua pura tiene un valor de pH 7,0 Las aguas ácidas poseen un pH inferior a 7,0 y las aguas básicas o alcalinas superior a 7,0. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 7.3, en comparación al rango permisible por la norma

CAPRE es 6.5 - 8.5. El ámbito del pH para la mayoría de organismos acuáticos es de 5.6 a 8.5.

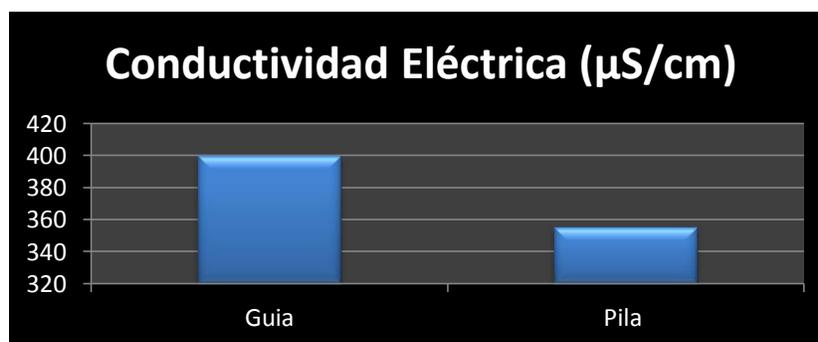
El pH del agua destinada a consumo humano está en la práctica condicionado por el ácido carbónico existente y en condiciones normales se halla generalmente entre valores de 7.2 – 7.8

Figura 53. Comparación del pH con valor guía obra de captación de agua



Conductividad eléctrica: Es un indicador del total de sales disueltas en el agua. Mide la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 355.9 us/cm, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 400 us/cm. Por lo que cumple para aguas de consumo humano.

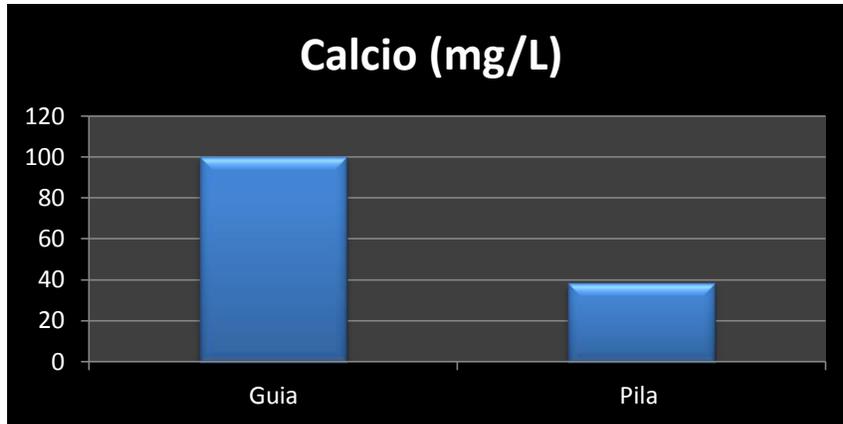
Figura 54. Comparación de conductividad eléctrica con valor guía obra de captación de agua



Calcio: El ion calcio, Ca^{+2} , forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como CO_3Ca . Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 mg/L. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 38.35 mg/L,

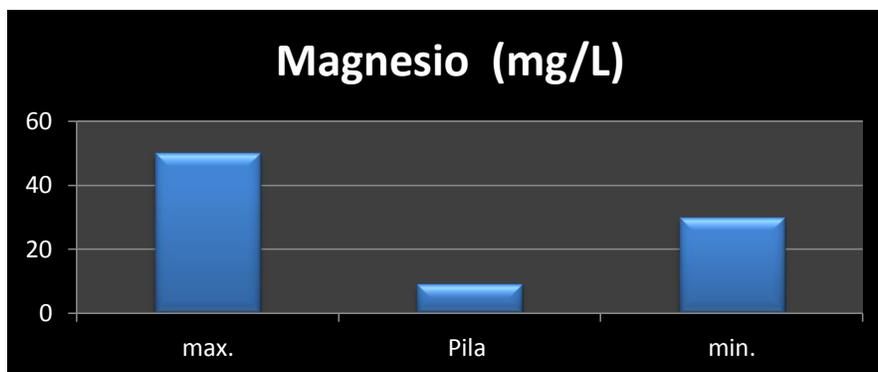
en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 100 mg/L. por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Figura 55. Comparación de Calcio con valor guía obra de captación de agua



Magnesio: El ion magnesio, Mg^{+2} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, pero sus sales son, en general, más solubles y difíciles de precipitar. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 mg/L, y el agua de mar contiene unos 1300 mg/L. Cuando el contenido en agua alcanza varios centenares le da un sabor amargo y propiedades laxantes, que pueden afectar su potabilidad. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 9.05 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 30 - 50 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

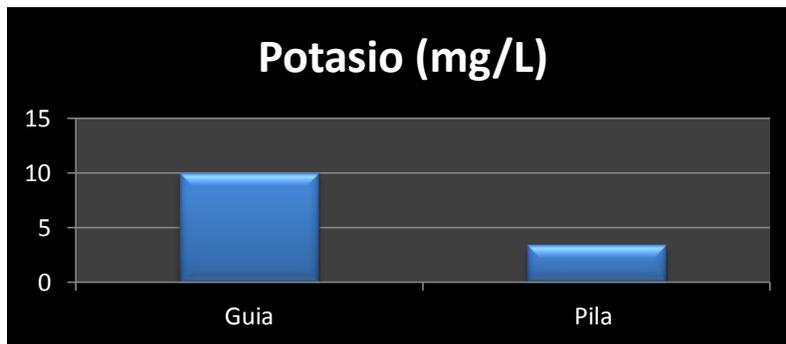
Figura 56. Comparación de Magnesio con valor guía obra de captación de agua



Potasio: Es un elemento esencial para el ser humano y está presente en todos tejidos animales y vegetales. La principal fuente de potasio para la población general son los alimentos. En el agua de consumo humano las concentraciones habituales de potasio son generalmente bajas. El ión potasio, K^{+} , corresponde a sales de solubilidad muy

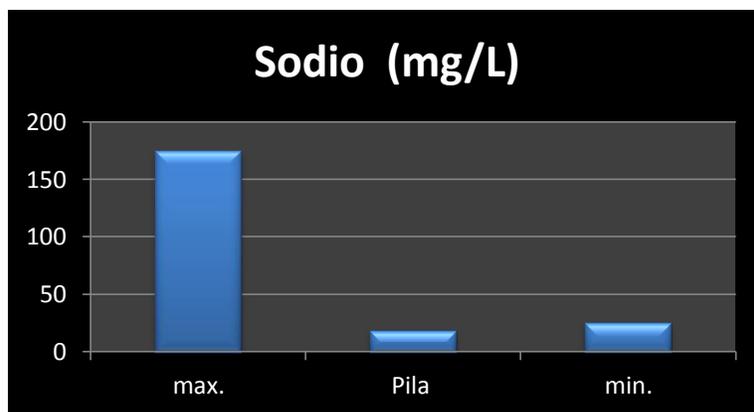
elevada y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen contener más de 10 mg/L. Es un catión mucho menos significativo que el sodio. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 3.37 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 10 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Figura 57. Comparación de Potasio con valor guía obra de captación de agua



Sodio: El ion sodio, Na^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Suele estar asociado al ion cloruro. El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 y 150 mg/L, pero es fácil encontrar valores muy superiores, de hasta varios miles de mg/L. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 18.42 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 25 - 175 mg/L. Por encima de 200 mg/L de sodio, el agua podría tener un gusto inaceptable. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano

Figura No. 2.5.7: comparación de Sodio con valor guía obra de captación de agua

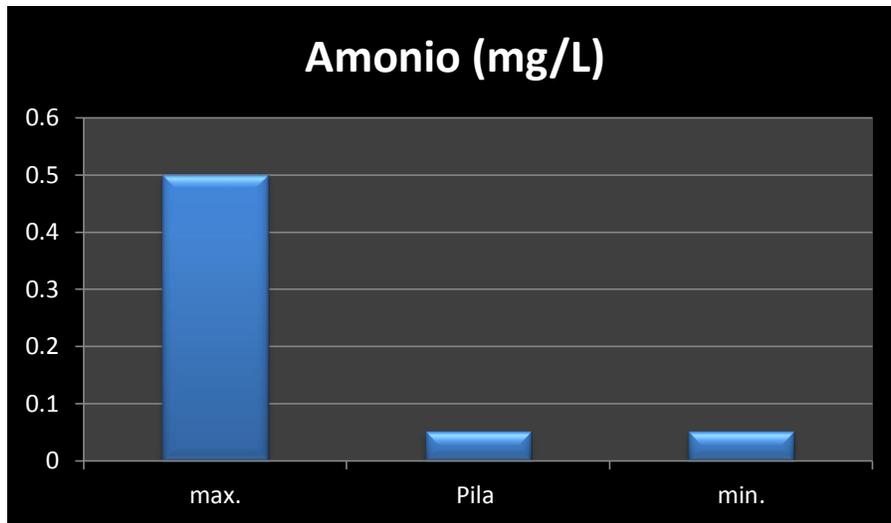


Amonio: Es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0.2 mg/L, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/L. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 0.05 mg/L, en comparación al rango

permisible por la norma CAPRE que es 0.05 - 0.5 mg/L. Este parámetro se encuentra en el valor guía de la norma.

La ganadería intensiva puede generar concentraciones mucho mayores en aguas superficiales. La presencia de amonio en el agua de consumo no tiene repercusiones inmediatas sobre la salud.

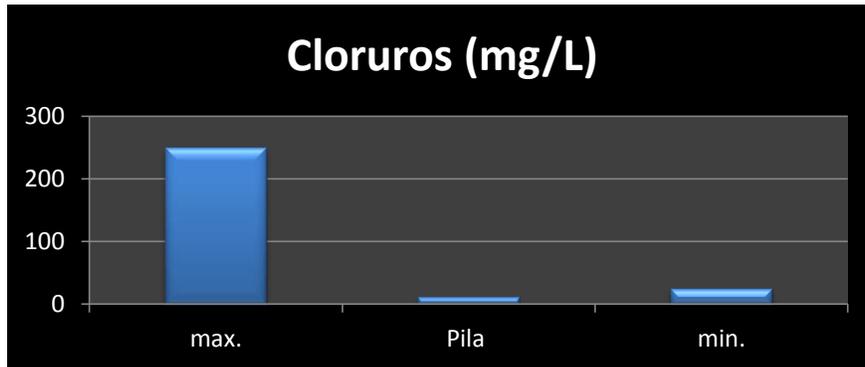
Figura 58. Comparación de Amonio con valor guía obra de captación de agua



Cloruros: El ion cloruro es uno de los principales aniones de las aguas, en concentraciones altas, el cloruro puede impartir al agua un sabor salino. Procede de fuentes naturales, e intrusiones salinas. Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales, aunque variará en función de la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 10.79 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 25 – 250 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

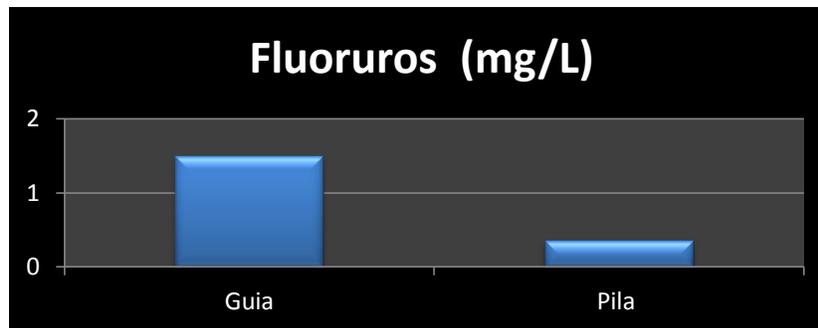
Las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/L pueden conferir al agua un sabor perceptible

Figura 59. Comparación de Cloruros con valor guía obra de captación de agua



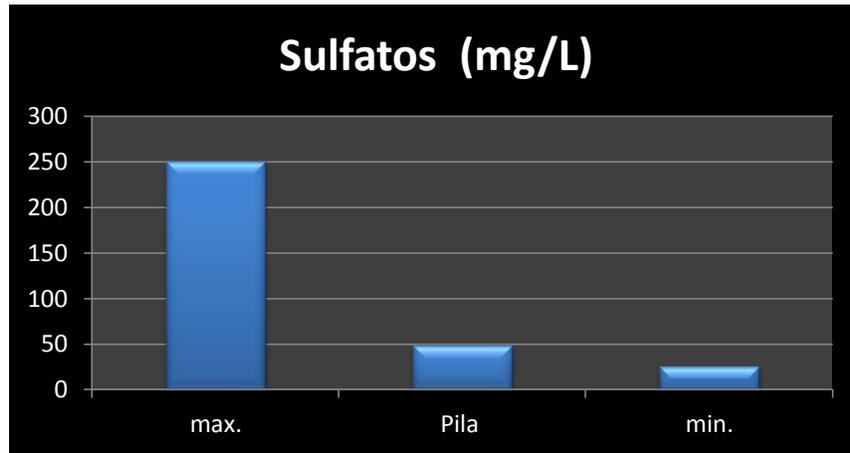
Fluoruros: El ión fluoruro, F^- , corresponde a sales de solubilidad en general muy limitada. No suele hallarse en proporciones superiores a 1 mg/L. Tiene un efecto beneficioso sobre la dentadura si se mantiene su contenido alrededor de 1 mg/L, y por este motivo se agrega a veces al agua potable. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 0.36 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 1.5 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Figura 60. Comparación de Fluoruros con valor guía obra de captación de agua



Sulfatos: Están presentes de forma natural en muchos minerales. Se liberan al agua procedente de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. La presencia de sulfato en el agua de consumo puede producir un sabor apreciable. Estudios con agua de grifo en voluntarios muestran asimismo un efecto laxante con concentraciones de 1000 a 1200 mg/L. El comportamiento de éste, según el análisis del punto de muestreo es 48.47 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 25 – 250 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

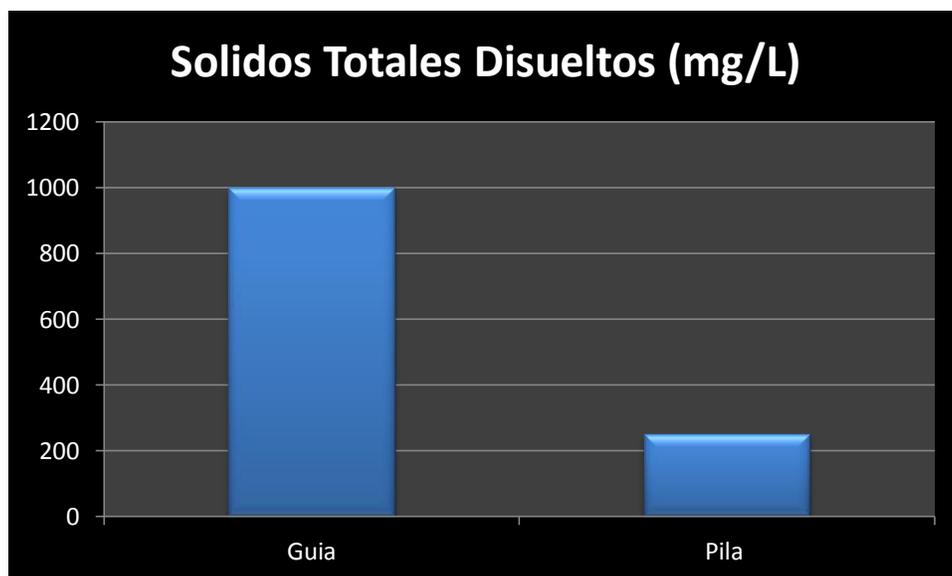
Figura 61. Comparación de Sulfatos con valor guía obra de captación de agua



Sólidos Totales Disueltos (SDT): La determinación de los sólidos totales disueltos permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Si su concentración está elevada, proporciona al agua una apariencia turbia. El comportamiento de estos, según el análisis del punto de muestreo es 250.7 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 1000 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

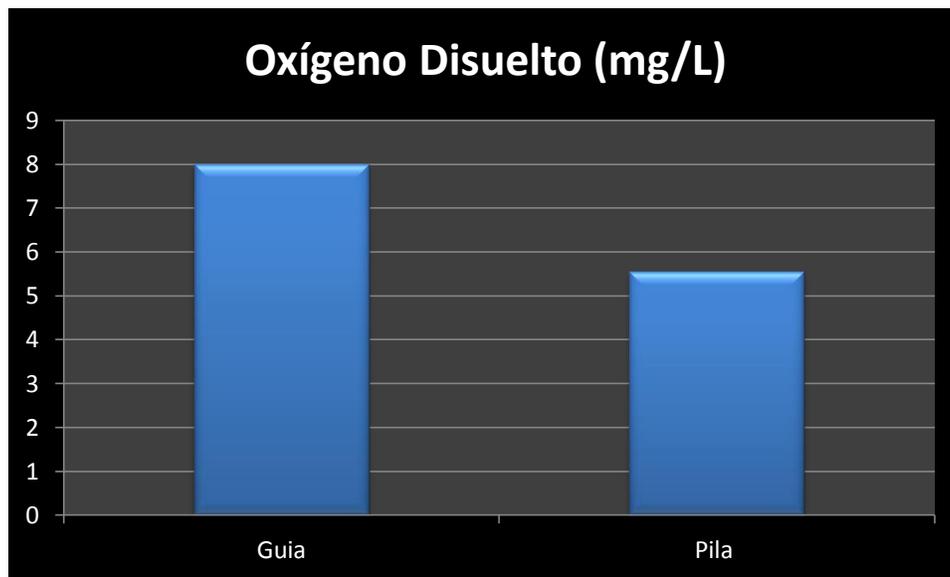
La presencia de concentraciones altas de sólidos disueltos en el agua de consumo puede resultar desagradable para los consumidores.

Figura 62. Comparación de Sólidos Totales Disueltos con valor guía obra de captación de agua



Oxígeno Disuelto: La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno atmosférico y en menor medida a su generación en la fotosíntesis, principalmente de algas. Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 5.55 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 8 mg/L. La mayoría de los peces requieren niveles de 5 a 6 ppm para su crecimiento y actividad. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Figura 63. Comparación de Oxígeno Disuelto con valor guía obra de captación de agua



Cianuro Total: Puede haber presencia de cianuro en algunos alimentos y en ocasiones en el agua de consumo, principalmente por contaminación industrial. La toxicidad aguda de los cianuros es alta. En algunas poblaciones se observaron efectos en el tiroides y, en particular, en el sistema nervioso, como consecuencia del consumo prolongado de alimentos que contenían concentraciones altas de cianuro. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.03 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Arsénico: El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre; la principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural. Se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en

comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Es un contaminante importante del agua de consumo, ya que es una de las pocas sustancias que se ha demostrado que producen cáncer en el ser humano por consumo. Hay pruebas abrumadoras, de estudios epidemiológicos, de que el consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones.

Cadmio: El cadmio es liberado naturalmente en los ríos a través de la descomposición de rocas. Es decir, que la contaminación de las aguas superficiales con este metal pesado puede provenir de la erosión de depósitos naturales, sino existe industria que manipule este metal en la zona. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.01 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.005 mg/L. El valor obtenido del análisis indica estar por debajo de 0.01 ya que es el rango mínimo a alcanzar por el equipo utilizado para realizar este análisis.

El cadmio se acumula principalmente en los riñones y su semivida biológica en el ser humano es prolongada, de 10 a 35 años. Hay pruebas de que el cadmio es cancerígeno por inhalación, no obstante, no hay pruebas de que sea cancerígeno por vía oral ni pruebas concluyentes de su genotoxicidad. La toxicidad del cadmio afecta principalmente al riñón. En el organismo, algunos iones Ca^{2+} de los huesos pueden ser reemplazados por iones Cd^{2+} . El estándar internacional de OMS es de 0.005 mg/L.

Cromo total: Se presenta principalmente como iones Cr^{3+} y Cr^{6+} . Al parecer, los alimentos son en general la fuente principal de ingesta de cromo. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.06 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 mg/L. El valor obtenido del análisis indica estar por debajo de 0.06 ya que es el rango mínimo a alcanzar por el equipo utilizado para realizar este análisis.

En estudios epidemiológicos se ha determinado una asociación entre la exposición por inhalación al cromo Cr^{6+} y el cáncer de pulmón. Los compuestos de cromo Cr^{6+} muestran actividad cancerígena así como genotoxicidad in vitro e in vivo, pero los compuestos de cromo Cr^{3+} no muestran dicha actividad.

Níquel: En el agua puede proceder del contacto con aleaciones que están en contacto. La inhalación de compuestos de níquel es cancerígena para el ser humano; el níquel metálico es posiblemente cancerígeno, sin embargo, no hay pruebas sobre el riesgo de carcinogenia derivado de la exposición al níquel por vía oral. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.1 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.02 mg/L. El valor obtenido del análisis indica

estar por debajo de 0.1 ya que es el rango mínimo a alcanzar por el equipo utilizado para realizar este análisis.

La dermatitis alérgica de contacto es el efecto más frecuente de la exposición al níquel en la población general.

Plomo: En las aguas naturales está presente en forma de trazas. Su mayor fuente en el agua es de origen industrial pero también se puede encontrar de forma natural. Es un metal pesado en esencia tóxico, puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.1 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L. El valor obtenido del análisis indica estar por debajo de 0.1 ya que es el rango mínimo a alcanzar por el equipo utilizado para realizar este análisis.

Se acumula en el esqueleto y es tóxico tanto para el sistema nervioso central como para el periférico e induce efectos neurológicos extra encefálicos y efectos conductuales. Resultados de estudios epidemiológicos prospectivos sugieren que la exposición prenatal al plomo puede tener efectos precoces en el desarrollo mental.

Mercurio: El mercurio inorgánico está presente en aguas superficiales y subterráneas, en concentraciones generalmente menores que 0.5 µg/l, aunque pueden darse concentraciones mayores en aguas subterráneas por la presencia en la zona de yacimientos de menas de mercurio. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.001 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Los efectos tóxicos se observan principalmente en los riñones tras exposiciones breves o prolongadas. La toxicidad aguda por vía oral produce colitis y gastritis hemorrágicas, aunque las lesiones fundamentales son renales.

Antimonio: No es un contaminante habitual del agua bruta, no obstante en algunos casos está presente procedente del subsuelo; también puede hallarse en las aguas de consumo por la disolución de tuberías y accesorios metálicos de fontanería que lo contengan como impureza. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.005 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Es posiblemente cancerígeno para el ser humano. Hay algunos indicios de la capacidad cancerígena de ciertos compuestos de antimonio por inhalación, aunque no se dispone de datos que indiquen capacidad cancerígena por vía oral.

Hierro Total: En las aguas superficiales, el hierro puede estar también en forma de complejos organoférricos y, en casos raros, como sulfuros. Es frecuente que se presente en forma coloidal en cantidades apreciables. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0.5 a 50 mg/L. Es un elemento esencial en la nutrición humana. Las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.06 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.05 – 0.20 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Selenio: Está presente en la corteza terrestre, generalmente en asociación con minerales que contienen azufre. El selenio es un oligoelemento esencial, y su principal fuente para la población general son alimentos como los cereales, la carne y el pescado. Las concentraciones en el agua de consumo varían mucho de unas regiones geográficas a otras, pero suelen ser mucho menores que 0.01 mg/L. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.001 mg/L, en comparación al rango permisible por la norma CAPRE que es 0.01 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano.

Dureza Total: La dureza total del agua, es la suma de las concentraciones de iones calcio y magnesio expresado como carbonato de calcio en mg/L. Muy importante para determinar el carácter incrustante de un agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 133.07 mg/L. demostrando la presencia de la elevada concentración de calcio.

Cobre: Es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo. Frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, en concentraciones menores a 1 mg/L. En estas concentraciones, el cobre no tiene efectos nocivos para la salud. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.02 mg/L.

Puede conferir un sabor amargo no deseado al agua; en concentraciones superiores afecta también a su color. Causa efectos gastrointestinales en el ser humano, pero el límite máximo aceptable de ingesta por vía oral para adultos resulta dudoso.

Sulfuro de Hidrogeno: Los sulfuros y el ácido sulfhídrico son característicos de medios reductores, pero en general las aguas contienen mucho menos de 1 mg/L. Comunican muy mal olor al agua, lo cual permite su detección. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.01 mg/L.

Aluminio: Es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Una concentración residual alta puede conferir al agua color y turbidez

no deseables. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.3 mg/L.

Hay escasos indicios de que la ingestión de aluminio por vía oral produzca toxicidad aguda en el ser humano, a pesar de la frecuente presencia del elemento en alimentos, agua de consumo y numerosos antiácidos. No puede calcularse actualmente un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el aluminio.

Zinc: Es una sustancia muy común naturalmente. Las fuentes industriales pueden aumentar las concentraciones de Zinc en el agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.01 mg/L. Los ríos naturalmente contienen generalmente entre 5 y 10 ppb de zinc, la Organización Mundial para la Salud, estableció como límite legal 5 mg Zn²⁺/L.

Sólidos Suspendidos Totales: Comprenden partículas de tamaño variable que se mantienen en suspensión en el agua. Es un valor utilizado como indicador de la calidad del agua. Para su determinación, se filtra un volumen de agua y se pesan los sólidos en suspensión retenidos en el filtro. La cantidad se expresa por el peso del material sólido contenido en la unidad de volumen de agua. El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es 3.0 mg/L.

Sólidos Sedimentables: El comportamiento de este, según el análisis del punto de muestreo es <0.1 mg/L.

Manganeso: Funciona como activador enzimático. Sin embargo, grandes dosis puede causar daños en el sistema nervioso central. Su presencia no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al Hierro. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de <0.02 mg/L, en comparación al valor permisible por la norma CAPRE que es 0.02 – 0.05 mg/L. Por lo que está dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano. A estas concentraciones imparte un sabor desagradable al agua si ésta es ingerida por la población.

Cromo hexavalente: El cromo se puede presentar en las aguas, tanto en forma hexavalente como trivalente, aunque esta última forma rara vez existe en aguas potables. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de <0.06 mg/L.

Coliformes totales: Los Coliformes totales son las *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 118 UFC/100mL, en comparación a la norma CAPRE que es 0. Nula la presencia de Coliformes fecales en aguas de consumo humano. Por lo que se recomienda tratar estas aguas, antes de ser consumidas.

Coliformes fecales: Los Coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. El comportamiento de este parámetro, según el análisis de este punto es de 85 UFC/100mL, en comparación a la norma CAPRE que es 4 bacterias en 100mL. Por lo que se recomienda tratar estas aguas, antes de ser consumidas.

5.1.6.3. Usos del agua de los manantiales identificados en el área de influencia inmediata (Comunidad El Mojado)

El uso del agua en la zona de influencia directa (Comunidad El Mojado) es para consumo humano, aseo personal, actividades domésticas, agua para el ganado y en menor medida para riego de cultivos. En la Comunidad El Capulín, existe un pozo que abastece a más de 11,000 habitantes de 4 comunidades del sector, sus usos son similares a la comunidad El Capulín, sin embargo en Potosí, se desarrollan actividades de acopio de pescados, talleres mecánicos, hostel para el alojamiento de turistas, entre otros.

Quebrada Agua Agria es de flujo intermitente, en tiempo de verano se seca y el manantial no drena aguas abajo, se empoza y sirve para abastecimiento de agua de la fauna del sector. En época de invierno está quebrada es caudalosa y atraviesa la comunidad El Mojado. Se usa para recreación, no se utiliza como fuente de abastecimiento de agua. La quebrada está distante 200m aguas arriba de la plataforma A y aún más alejada de la plataforma B, no tiene ninguna conexión con la plataforma C. Las características fisicoquímicas del agua se describieron en el apartado anterior. No se pudo medir caudal durante la campaña de debido a la falta de flujo de agua sobre la superficie.

5.1.6.4. Hidrogeología

Los acuíferos colgantes discontinuos están litoestratigráficamente controlados con características primarias y secundarias (diagenéticas) que producen contrastes de permeabilidad. El acuífero regional (o más extenso) puede estar estructuralmente controlado con el flujo de agua subterránea por un buzamiento desde el Noroeste hacia el área de descarga de humedales en el Sureste. Este acuífero lleva tanto agua fría como caliente. En el siguiente mapa hidrológico a escala 1:10,000 se observan las curvas piezométricas, sub-cuencas y profundidad del acuífero colgado en la Península. La zona de influencia es considerada como zona de recarga de acuífero; las curvas piezométricas en el área oscilan entre 40 y 10m de profundidad, lo que indica que el nivel estático del agua es somero, lo cual es evidente por la presencia de manantiales en toda la zona de la Reserva principalmente en la comunidad El Mojado.

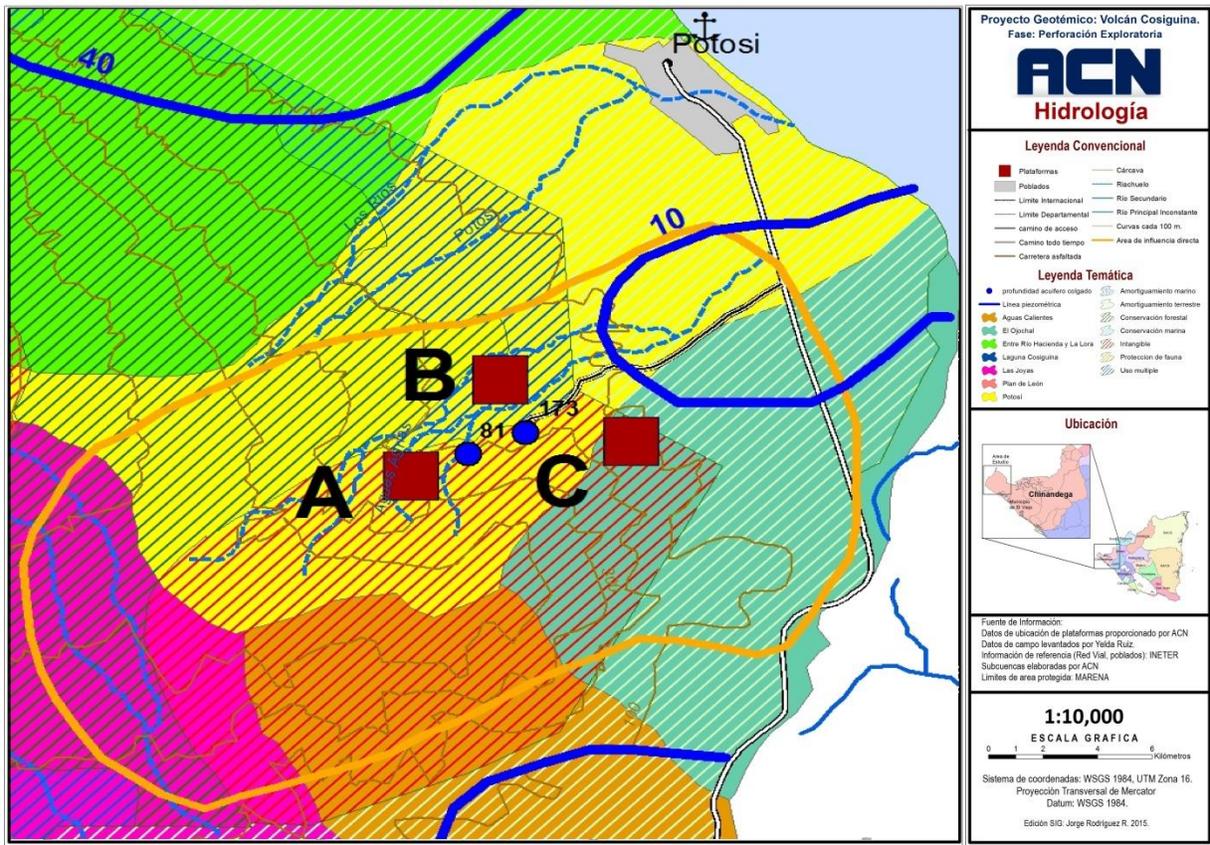


Figura 64. Mapa de hidrología del área de influencia del Proyecto.

5.2. Medio biótico

5.2.1. Flora

La presente sección es el resultado del estudio de caracterización de formaciones vegetales del área de influencia directa e indirecta de la zona de exploración geotérmica en la Reserva de Vida del Volcán Cosigüina.

En el estudio se determinó que el área de incidencia directa representa el extremo más al Sureste del bosque seco tropical de ladera de montaña. Estos bosques presentan una gama de intervención antropogénica que va desde muy severa a leve. El área con mayor afectación humana se ubica en los alrededores de la ciudad de Potosí y a lo largo de la carretera de acceso al mismo pueblo. Fue notoria la ausencia de árboles maderables de tamaños aprovechables en el área de incidencia directa e indirecta. En general, se determinaron las siguientes formaciones vegetales: (1) Bosque seco tropical de ladera de Volcán (Bosque Semi-decídulo Transición a Subtropical Alto Cerrado); (2) Área de vegetación abierta con árboles esporádicos de bosques secos tropicales; (3)

bosques de galerías; (4) humedales temporales; (5) pastizales; (6) áreas de cultivos y (7) plantaciones forestales.

Aunque el valor ecológico del área de incidencia indirecta es como refugio para la fauna y flora silvestre, la conectividad ecológica del paisaje con el área de incidencia indirecta permite coadyuvar el desarrollo de la actividad propuesta.

5.2.1.1. Área de influencia indirecta.

Se presentan caracterizaciones de la vegetación del área de influencia indirecta de la zona del emplazamiento.

Fin de camino asfaltado: intersección desde El viejo hacia Potosí

- Intersección del camino desde El Viejo hacia Potosí (445130, 1424552; 31 msnm). Caseríos en el área de amortiguamiento de la reserva con remanentes de especies de bosque natural combinados con frutales. Entre las especies observadas están el Espino de playa (*Pithecellobium dulce*), Jícara Sabanero (*Crescentia alata*), Ním (*Azadirachta indica*), Jocote (*Spondias purpurea*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) y Coco (*Coco nucifera*). Ver figura 55.

Figura 65. Tramo cercano a la intersección del camino desde El Viejo hacia Potosí. Nótese arboles remanentes en parches pequeños de bosques pero predominando en ésta área los suelos agrícolas.



Fuente: Ruiz, Y; et al. Abril 2015.

- Área de suelos productivos utilizados para el cultivo de plátano y maní en la entrada a Potosí (445579,1430351; 22 msnm). También se observó un vivero de Cacao (*Theobroma cacao*) de aproximadamente 50,000 plántulas el cual está proyectado a ser cultivado intercaladamente en el platanal que se encuentra al otro extremo del camino (Figura 56).

Figura 66. Tramo con suelos productivos para maíz, ajonjolí, cacao o plátano.



Fuente: Ruiz, J; et al. Abril 2015.

- Área de sabanas con presencia de áreas de humedales y presencia de Palma paceña (*Sabal mexicana*). La palma es importante económicamente ya que se utiliza las hojas para la construcción de techos. Muy probablemente la vía de fertilización más viable es la fertilización cruzada ya que se ha logrado calcular (preliminarmente) bajos niveles de similitud 25% en marcadores genéticos específicos (Guido y Díaz, 2006). Ecológicamente la palma sirve de vegetación hospedera para regeneración de dicotiledonias, ya que durante los incendios forestales las palmas aumentan la regeneración y reducen el calor específico que podría de otra forma carbonizar a las plantas. A partir de éste proceso se inicia toda una regeneración ecológica de formación de núcleos conformados por vegetación acompañante a estas palmas (Figura 57).

Figura 67. Área de sabana con presencia de palma paceña (*Sabal mexicana*) con presencia de sistemas de pantanos temporales.



Fuente: Ruiz, Y; et al. Abril 2015.

- Bosque seco tropical de ladera del Volcán Cosigüina. Este tipo de formación vegetal se caracteriza por la presencia de árboles típicos de bosque seco del Pacífico de Nicaragua. Este bosque se encuentra en el trayecto de la calle que va desde la comunidad Las Piscinas hasta Potosí.

La vegetación típica se encuentra reducida en forma de árboles esporádicos de tamaño pequeño y que conforman cercas vivas o reductos de pequeños parches de bosques de unos 10x10 mts. Predominando cultivos de maíz, ajonjolí y plátanos. Las especies de árboles más comunes son: Guanacaste de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*), Malinche montero (*Caesalpinia exostemma*), Espino de playa (*Pithecellobium dulce*), Jícaro

Sabanero (*Crescentia alata*), Jocote (*Spondias purpurea*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Cornezuelo (*Acacia hindsii*), Almendra (*Terminalia catappa*), Nancite (*Byrsonima crassifolia*), Genízaro (*Samanea saman*), Jobo (*Spondias mombin*) y Guácimo de molinillo (*Luehea candida*).

Se observaron los siguientes árboles frutales: Jocote (*Spondias purpurea*), Tamarindo (*Tamarindus indica*), Mango (*Mangifera indica*), Limón (*Citrus x limon*) y Guayaba (*Psidium friedrichsthalianum*). De igual forma se observaron especies exóticas en los patios de las casa de las comunidades sobre éste trayecto siendo estas: Noni (*Morinda citrifolia*), Marango (*Moringa oleifera*), Ním (*Azadirachta indica*), Eucaliptus (*Eucalyptus torelliana*) y Teca (*Tectona grandis*). Ver figura 58.



Figura 68. Parches de bosque tropical seco esporádicos y vegetación presente en patios y cercas vivas en el camino hacia Potosí.

- **Vegetación alrededor de los bancos de préstamo de material selecto**

Durante el reconocimiento de campo en el área de influencia indirecta, se identificaron tres bancos de préstamos de material selecto. En cada uno de estos sitios se realizaron caracterizaciones de formaciones vegetales predominando el bosque seco tropical típico del Pacífico y el bosque de chaparral.

- Banco de préstamo de material selecto Juan Guardado, comunidad de San Juancito (438108, 1422027; 45 msnm): Aquí se encontraron bosques secos de porte medio en áreas degradadas para el uso de agricultura y pastoreos, siendo la vegetación predominante en áreas de cercas vivas y en riscos empinados. Árboles en cercas vivas como Quebracho (*Mariosousa centralis*), predominando áreas para el cultivo de maíz, áreas de pastoreo de ganado y cerdos, con remanentes de palma (*Sabal mexicana*). También se observó una plantación de Teca (*Tectona grandis*) de unos 10 cms. de diámetro a la altura del pecho. Esta plantación limita el área de extracción de materiales y está localizada en una colina alrededor del mismo. Predominando algunas especies comunes: Laurel (*Cordia alliodora*)

Genizaro (*Samanea saman*), Quebracho (*Mariosousa centralis*), Guarumo (*Cecropia peltata*) en muy baja densidad (Figura 59).

Figura 69. Primer banco de material selecto visitado. Se observa en la parte superior el borde de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) la cual delimita el área de la misma en la actualidad.



Fuente: Ruiz, Y; et al. Abril 2015.

- Banco de préstamo de material Martin Antonio Márquez, comunidad Mechapa (0434969, 1422220; 52 msnm): La vegetación aquí es típica de bosques de chaparral con remanentes de bosques seco trópico del Pacífico con algunas áreas para pastoreo y cultivos de maíz al espeque. La formación vegetal aquí representa el extremo más al Norte de la vegetación de la zona de la Reserva. La orografía es irregular y por ende la presencia de más especies que en los sitios anteriores.

Especies comunes en esta área son: Carao (*Cassia grandis*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Michiguiste (*Pithecellobium dulce*), Güiligüiste (*Karwinskia calderonii*), Espino negro (*Pithecellobium lanceolatum*), Madero negro (*Gliricidia sepium*), Laurel (*Cordia alliodora*), Genizaro (*Samanea saman*), Quebracho (*Mariosousa centralis*), Chaparro (*Curatella americana*), Mora (*Maclura tinctoria*), Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*), Aromo (*Acacia farnesiana*). Es notoria la presencia de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) a la orilla del camino. Esta plantación es de aproximadamente 5,000 árboles o más y los arboles tienen en promedio unos 30 centímetros de diámetro a la altura del pecho (0435063, 1422071; 39 msnm). Ver figura 60.

Figura 70. Segundo banco de material visitado. El área presenta muchos árboles remanentes de bosque tropical seco y en el área también se observa una plantación de Teca.



Fuente: Ruiz, Javier; et al. Abril 2015.

- Banco de material selecto sobre carretera hacia Potosí, propiedad de la Sra. María Manzanares (0446088 1432450; 18 msnm). Esta área se encuentra representada por vegetación típica de laderas volcánicas en bosque seco. Por ejemplo: Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Guácimo de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*), Jiñocuabo (*Bursera simaruba*) pero a muy baja densidad. La vegetación presenta alta conectividad que va desde el punto de extracción hasta la cima de la Reserva. Inmediatamente al área de extracción se encuentran arboles remanente en la parte superior del tajo donde se está extrayendo el material. Con excepción del área de extracción de material selecto el bosque se conecta con otra parte sólida de bosque al otro lado de la carretera donde se observa parte del sistema de bosques de zonas bajas salitres, pantanos transitables (446355, 1432366; 10 msnm). Ver figura siguiente.

Figura 71. Tercer banco de material visitado. El área se encuentra conectada con una masa forestal de bosque seco tropical que se extiende hacia el Noroeste hasta la cúspide del Volcán Cosigüina.



Fuente: Ruiz, Javier; et al. Abril 2015.

Por medio de visitas de campo realizadas con anterioridad y consultando el plan de manejo de la Reserva Volcán Cosigüina aprobado por MARENA (2006), se conoce que los humedales cercanos presentan la siguiente vegetación típica: Guayabillo (*Terminalia oblonga*), Papalón (*Coccoloba caracasana*), Tempisque (*Mastichodendron capiri var tempisque*), Panamá (*Sterculia apetala*), Majagua (*Heliocarpus appendiculatus*), Muñeco (*Cordia bicolor*), y Papayo de Monte (*Carica mexicana*), más raros son el Capulín Macho (*Trema micrantha*), Espavel (*Anacardium excelsa*) y Guapinol (*Hymenea courbaril*). En lugares mal drenados se encuentran la Palma paceña (*Sabal mexicana*) y el Tamarindo de Charco (*Sesbania emerus*).

Área de incidencia directa.

Se realizaron recorridos de campo para identificar las caracterizaciones de las formaciones vegetales del área de influencia directa del emplazamiento del Proyecto. A continuación se presenta la caracterización de la vegetación identificada:

- **Caracterización de vegetación a lo largo de la trayectoria del camino hacia las plataformas de exploración.**

Caracterización vegetal desde el inicio (0446090; 1436096; 41 msnm) del camino comunidad El Capulín hasta la intersección o bifurcación del camino hacia Plataforma C (445,307.413; 1,435,463.464 en UTM WGS84, BM6) en éste trayecto la vegetación se encuentra altamente intervenida por actividades agrícolas (ajonjolí y maní) y pastoreo de ganado. Predominando especies de bosques tropicales seco de laderas bajas del volcán, reducida a pequeños parches de bosque natural (sobre todo en las áreas de cuencas hidrográficas) y con mayor porte en los picos de cerros de la zona. Entre las especies más representativas se encuentran Laurel (*Cordia alliodora*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) y Tigüillote (*Cordia dentata*). Ver figura siguiente.

Figura 72. Área de bosque seco tropical reducido a parches de bosques y cercas vivas. En la fotografía se aprecian los frutos del achioté (*Bixa orellana*).



- Tramo desde la bifurcación del camino de acceso comunal (445,307.413; 1,435,463.464 en UTM WGS84, BM6) hasta la plataforma C (0444941; 1434504; 170 msnm). Este tramo se caracteriza por la presencia de un área de pastoreo en descanso y se encuentran árboles esporádicos de Jícaro Sabanero (*Crescentia alata*), Laurel (*Cordia alliodora*) y cercas vivas de Marango (*Moringa oleifera*) y la presencia de un área de cultivo (maní). Este tramo representa el área del borde más al Este de bosque natural de la Reserva Volcán Cosigüina con varios niveles de usos pero principalmente caracterizado por ser bosques desprovistos de especies de árboles de valor comercial (Figura 63).



Figura 73. Parche de bosque donde la especie más abundante es el Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) que se encuentre en el tramo que va hacia la plataforma C. Se observan algunos árboles caídos que fueron tumbados en la parte Este del cerro por vientos fuertes ocurridos el 03 de Septiembre del 2014.

- Tramo desde la bifurcación del camino rural (0445324; 1435454; 70 msnm) hasta plataforma B (443932; 1435048; 251 msnm). Aunque la plataforma B se encuentra en un área de cultivo de ajonjolí de 1 hectárea, en éste tramo se encuentra la mayor diversidad de especies de árboles dentro del área de incidencia directa del proyecto, esto debido principalmente a la presencia de una cuenca hidrográfica paralela al tramo del camino rural. La cuenca es muy pronunciada y podría ser la razón por la cual los pobladores no han extraído árboles de Madroño (*Calycophyllum candidissimum*) y Guanacaste blanco (*Albizia niopoide*). En esta cuenca hidrográfica la vegetación se encuentra en buena condición con árboles de porte de alrededor de 100 cms. de DAP y que no han sido talados en quizás los últimos 40 años. La vegetación con porte mayor y que se encuentra predominando es: Madroño (*Calycophyllum candidissimum*), Guanacaste blanco (*Albizia niopoide*), Talalate (*Gyrocarpus americanus*), Palanca (*Sapranthus palanga*), Huevo de chancho (*Stemmadenia obovata*); Aceituno zorro también conocido en la zona como Caratillo (*Alvaradoa amorphoides*), Cuajinicuil (*Inga spuria*) y Zarzaparilla (*Smilax aspera*). Ver figura 64.



Figura 74. Bosque que se encuentra en la cuenca hidrográfica que está a unos 100 metros del a plataforma B. Se observa en el centro de la fotografía un árbol gigante de Guanacaste Blanco (*Albizia niopoide*), el cual fue tumbado posiblemente por vientos fuertes durante el invierno de 2014.

- Tramo desde la plataforma B (443932; 1435048; 151 msnm) hasta la plataforma A (0443243, 1434198; 254 msnm). En el área del llano a una altura de aproximadamente 150 metros sobre el nivel del mar la vegetación ha sido substituida por áreas de cultivos de maíz y ajonjolí. También se observan áreas de pasto que han estado en reposo y que presentan arboles remanentes esporádicos de Espino negro (*Pithecellobium lanceolatum*), Madero negro (*Gliricidia sepium*), Jiñocuabo (*Bursera simaruba*). El tramo corresponde a un punto crítico o de vulnerabilidad con una pendiente de 55% (443114, 1434555; 189 msnm) hasta la plataforma A.

Aquí el bosque está intervenido y se observaron principalmente Jobo (*Spondias mombin*), Madero negro (*Gliricidia sepium*) y Guarumo (*Cecropia peltata*), los cuales no se han extraído de la zona debido a que la mayoría de éstos árboles no tienen un valor comercial (Figura 65).



Figura 75. Bosque tropical seco típico de partes altas, debido a lo escarpado del terreno arboles no han sido extraídos recientemente y se observan arboles de Jobo (*Spondias mombin*) de buen porte, aproximadamente 40 centímetros de diámetro a la altura del pecho.

En toda la zona del camino comunal las especies de árboles que más se utilizan como postes para cercos son: Caratillo (*Alvaradoa amorphoides*), Quebracho (*Mariosousa centralis*), Espino negro (*Pithecellobium lanceolatum*), Madero (*Gliricidia sepium*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Burillo (*Apeiba tibourbou*) y Hule (*Castilla elástica*).

Vegetación arbustiva y pastos. En todo el trayecto donde se proyecta mejorar el camino y abrir vías de acceso se pudo observar que existen muchas parcelas agrícolas producto del avance de la frontera agrícola donde domina la regeneración de hierbas como jaragua (*Hyparrhenia rufa*; *Poaceae*), pimienta de llano (*Psychotrya nervosa*; *Rubiaceae*), mozote (*Priva lappulaceae*; *Verbenaceae*), paste (*Luffa cilíndrica*; *Cucurbitaceae*) y algunos arbustos como cornizuelo (*Acacia hindsii*; *Mimosaceae*) y aroma (*Acacia farnesiana*; *Mimosaceae*). La topografía del terreno presenta una pendiente entre 5-55% y hasta un máximo perpendicular en el caso de los acantilados en las quebradas.

En el siguiente mapa se aprecian las formaciones vegetales en el área de influencia del Proyecto con relación a la infraestructura de interés en la zona.

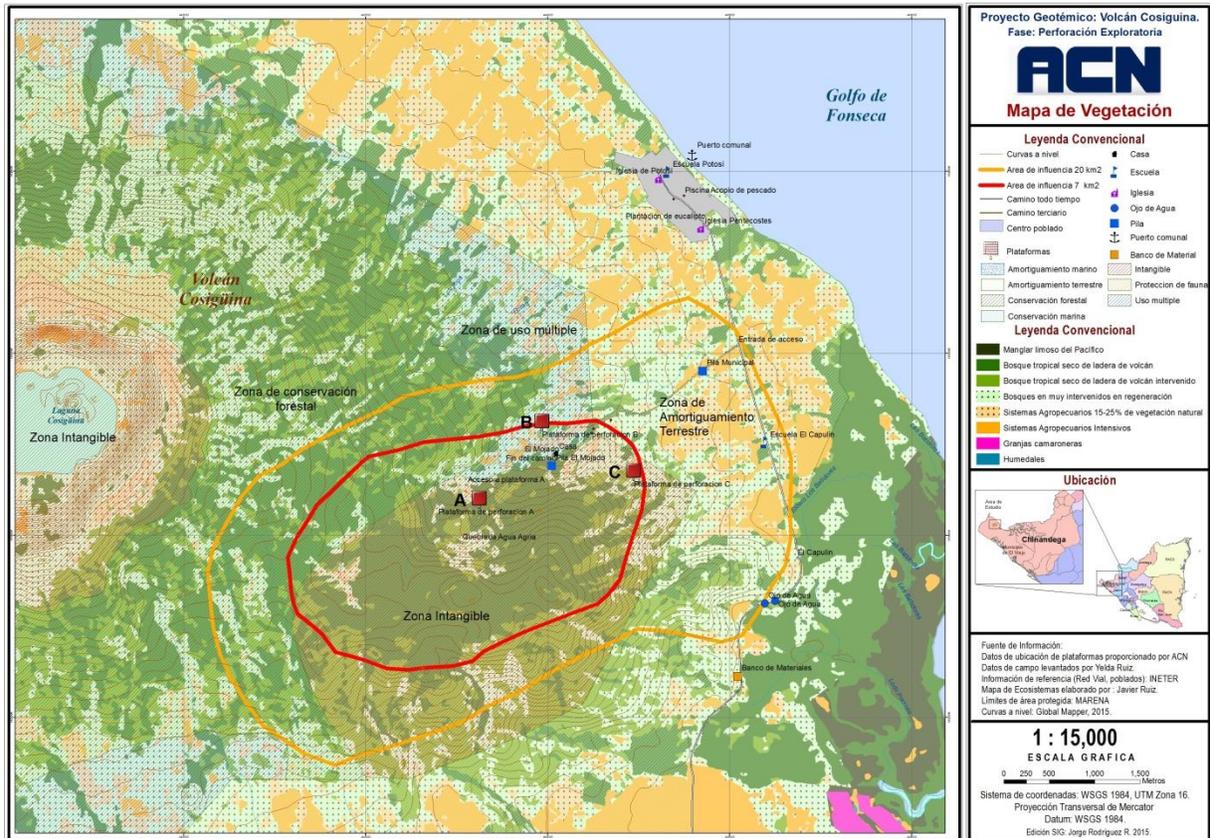


Figura 76. Mapa de formaciones vegetales en el área de influencia del Proyecto.

• **Conteo de especies**

En el área de influencia directa se realizó un inventario forestal con un componente de censo dasométrico. En Apéndice Sección I numeral 15-16, se adjunta el inventario forestal y el censo detallando la metodología implementada y el detalle de los árboles a intervenir. En el área de incidencia directa, específicamente en los trayectos de los caminos que van a las tres plataformas se identificaron 40 especies de árboles pertenecientes a 22 familias. Las especies en su mayoría son comunes y típicas de áreas intervenidas y no se notaron especies de árboles en el área de incidencia directa que presenten atención para su conservación o que estén en veda. En el área de incidencia indirecta se observaron 22 especies en 11 familias. Para un total combinado de 62 especies en 33 familias en la zona de incidencia directa e indirecta. En el cuadro siguiente, se presenta el listado de las especies observadas tanto en el área de incidencia directa como indirecta.

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Almendra	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Catappa</i>

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Genízaro	Fabaceae	<i>Albizia</i>	<i>Caman</i>
Jocote	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>Purpurea</i>
Limón	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>x limón</i>
Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	<i>Indica</i>
Anona	Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>squamosa</i>
Aromo	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	<i>Farnesiana</i>
Brujo	Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	<i>fagifolia</i>
Brurillo	Tiliaceae	<i>Apeiba</i>	<i>tibourbou</i>
Cacao	Sterculiaceae	<i>Theobroma</i>	<i>Cacao</i>
Caoba del Pacífico	Meliaceae	<i>Swietenia</i>	<i>Humilis</i>
Capulín negro o macho	Ulmaceae	<i>Trema</i>	<i>micrantha</i>
Carao	Fabaceae	<i>Cassia</i>	<i>Grandis</i>
Cedro espino	Meliaceae	<i>Carapa</i>	<i>guianensis</i>
Ceiba	Malvaceae	<i>Ceiba</i>	<i>Pentandra</i>
Chaparro	Dilleniaceae	<i>Curatella</i>	<i>Americana</i>
Chaperno	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Minimiflorus</i>
Chilca	Apocynaceae	<i>Cascabela</i>	<i>ovata</i>
Coco	Arecaceae	<i>Cocos</i>	<i>Nucifera</i>
Cornezuelo	Leguminoseae	<i>Acacia</i>	<i>Hindsii</i>
Cortez	Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>ochracea ssp. neochrysantha</i>
Cuajinicuil	Fabaceae	<i>Inga</i>	<i>Spuria</i>
Espino de playa	Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>Dulce</i>
Espino negro	Mimosaceae	<i>Prosopis</i>	<i>juliflora</i>
Eucaliptus	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>Torelliana</i>
Genízaro	Mimosaceae	<i>Samanea</i>	<i>Saman</i>
Guácimo de molenillo	Tiliaceae	<i>Luehea</i>	<i>candida</i>
Guácimo de oreja	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>Cyclocarpum</i>
Guácimo de ternero	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>Ulmifolia</i>
Guanacaste blanco	Mimosaceae	<i>Albizia</i>	<i>Niopoide</i>
Guarumo	Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	<i>Peltata</i>
Guayaba	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Friedrichsthalianum</i>
Güiligüiste	Rhamnaceae	<i>Karwinskia</i>	<i>Calderonii</i>
Huesito	Sapindaceae	<i>Allophylus</i>	<i>racemosus</i>
Huevo de chancho	Apocynaceae	<i>Stemmadenia</i>	<i>Obovata</i>
Huevo de toro	Apocynaceae	<i>Stemmadenia</i>	<i>donnell-smithii</i>

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Jícara Sabanero	Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>Alata</i>
Jiñocuabo	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>simaruba</i>
Jocote	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>Purpurea</i>
Jocote Jobo	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Laurel	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>
Lechoso	Apocynaceae	<i>Prestonia</i>	<i>mexicana</i>
Madero negro	Fabaceae	<i>Gliricidia</i>	<i>Sepium</i>
Madroño	Rubiaceae	<i>Calycophyllum</i>	<i>Candidissimum</i>
Malinche montero	Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>Exostemma</i>
Marango	Moringaceae	<i>Moringa</i>	<i>Oleífera</i>
Mata palo	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>cotinifolia</i>
Mora	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>Tinctoria</i>
Nancite	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>Crassifolia</i>
Ním	Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>Indica</i>
Noni	Rubiaceae	<i>Morinda</i>	<i>Citrifolia</i>
Palanca	Annonaceae	<i>Sapranthus</i>	<i>Palanga</i>
Palma paceña	Arecaceae	<i>Sabal</i>	<i>Mexicana</i>
Piojillo	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Martiana</i>
Quebracho	Mimosaceae	<i>Mariosousa</i>	<i>Centralis</i>
Talalate	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus</i>	<i>Americanus</i>
Tamarindo	Fabaceae	<i>Tamarindus</i>	<i>Indica</i>
Teca	Lamiales	<i>Tectona</i>	<i>Grandis</i>
Tigüilote	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Dentata</i>
Tololo	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>glabra</i>
Zarzaparilla	Smilacaceae	<i>Smilax</i>	<i>Aspera</i>
Zorillo (Caratillo)	Simaroubaceae	<i>Alvaradoa</i>	<i>Amorphoides</i>

Cuadro 42. Listado de especies observadas durante el estudio. De todas las especies solamente la Caoba del Pacífico se encuentra en aprendices II de CITES.

Del inventario forestal se concluye que (1) El número total de árboles a ser talados en la ruta de acceso a tres plataformas de exploración son 139 individuos pertenecientes a 35 especies y 23 familias. Ninguna especie se encuentra en lista CITES o en veda nacional. (2) **El diámetro promedio de todos los arboles a ser talados sobre la vía de acceso a las plataformas es de 29.00 cms. El volumen comercial de árboles sobre la vía de acceso a ser talado es de 28.00 m³ y el área basal es de 11.33 m².** Por medio de un estudio de caracterización del componente forestal en el área de incidencia indirecta se concluye que éste se encuentra altamente degradado puesto

que históricamente se han aprovechado los árboles maderables y árboles energéticos (leña) a pesar de estar dentro de un área protegida con plan de manejo. (3) La vegetación del área de incidencia indirecta se reduce a cercas vivas y arboles esporádicos en potreros y áreas agrícolas. Estos tipos de bosques tienen la característica de regenerarse rápidamente cuando tienen conectividad con la matriz de bosque. (4) Debido a que los bosques en el área de incidencia indirecta se encuentran reducidos a potreros y cercas vivas, muchas de las especies presentes son comunes en áreas intervenidas y no se encuentran en estado vulnerable de conservación. Aunque se encontró un individuo de Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*) aislado en un potrero, ésta especie se encuentra en el Apéndice II de CITES. (5) El desarrollo del proyecto no tendrá un impacto en la ecología del área puesto que el área de desarrollo se encuentra en un sitio de baja conectividad ecológica y se estima que los efectos sobre el área de incidencia indirecta serán mínimos.

5.2.2. Fauna

El Estudio Rápido Ecológico indica que el componente de mamíferos silvestres se encuentra disminuido en el área de incidencia directa e indirecta. Los taxones planta y mamíferos se encuentran en la red ecológica local que presenta discontinuidad en el área de influencia directa y mejores condiciones en las áreas con mayor conectividad ecológica en el área de incidencia indirecta. El desarrollo de la exploración geotérmica es de bajo impacto en la ecología del área puesto que ésta se encuentra en un sitio en regeneración natural caracterizada por arboles grandes de especies que no son comerciales y de sotobosques en regeneración después de décadas de extracción maderera con fines comerciales. Los taxa pájaros, reptiles, anfibios y mamíferos continuarán en su rango ecológico en el área de incidencia directa e indirecta después de las exploraciones geotérmicas. El taxón con mayor conteo de especies son las aves las cuales fueron particularmente frecuentes en el área de incidencia directa en la parte de una cuenca hidrográfica. En Apéndice Sección I, numeral 17, se adjunta Estudio completo con la metodología implementada.

Caracterización de mamíferos. La riqueza de especies de mamíferos observada en el área de incidencia directa e indirecta es considerablemente baja. El listado de especie consta de 2 especies Ardilla morada (*Sciurus variegatoides*) y una Zarigüeya (*Didelphis marsupialis*); ésta baja riqueza de especies de mamíferos es producto de la baja conectividad ecológica presente en el área de incidencia directa con el resto del área de la Reserva Natural. Notamos la presencia de estos dos mamíferos cerca de una cuenca hidrográfica que está contiguo a la primera casa de la comunidad El Mojado propiedad de la Sra. Flor Manzanares (444094 1434888; 162 msnm). La Zarigüeya y la Ardilla morada probablemente tiene su presencia en esta zona debido a que los arboles de la cuenca hidrográfica son de buen porte y las copas de los árboles se encuentran conectadas entre sí. Las ardillas tienen el rol ecológico de depredadoras y dispersoras

de semillas, este papel dual en el tramado ecológico lo realizan al consumir unas semillas y esconder algunas otras en el sotobosque las cuales después son olvidadas quedando de esta forma la semilla efectivamente dispersada (Ruiz, 2008). La presencia de la Zarigüeya es producto a la presencia de aves de patio, la propietaria de la casa doña Flor Manzanares, nos manifestó que tenía que estar muy pendiente de cuidar sus aves de patio (Gallinas criollas y Patos) puesto que las Zarigüeyas estaba resultando ser un problema. **Las dos especies de mamíferos observadas o reportadas se encuentran con poblaciones viables en todo Nicaragua y no están en la lista CITES o la lista de UICN.**

Figura 77. Especies de mamíferos reportados en el área de incidencia directa (método de identificación, observación y entrevistas). En orden de izquierda a derecha: Zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) y Ardilla morada (*Sciurus variegatoides*).



Fuente: Fotografías: Ruiz, Javier. Et al. 2015.

Caracterización de anfibios y reptiles. Se observaron dos individuos de Iguana verde (*Iguana iguana*), un Garrobo Negro (*Ctenosaura similis*) en el área de incidencia directa. Las Iguanas y Garrobo Negro se encontraron en las áreas donde se establecerán las plataformas de exploración (A, B y C). El suelo volcánico y suelto y con residuos de piedra poma les permite a los Garrobos negros establecer sus madrigueras. Las iguanas verdes se observaron con mayor frecuencia tomando sol en áreas de potreros abandonados. Tanto las Iguanas verdes como los Garrobos Negros están siendo muy presionados por los pobladores locales. La evidencia de que estas especies de reptiles están siendo altamente presionadas está en el hecho de observar parches de bosques que han sido sujetos a fuegos controlados para sacar a Garrobos Negros, los cuales son gregarios (hacen madrigueras en grupo). Esto fue aparente cerca a las áreas donde se planea establecer las plataformas A y C. Ambas especies de reptiles se caracteriza por tener hábitos alimenticios insectívoros y es un indicativo de la rearticulación de cadenas tróficas en esta área que ha sido sujeta a explotación

maderera, cultivos y deforestación en general. El área de incidencia directa está donde se observaron estos reptiles y está dominada por arboles de Jocote Jobo (*Spondias mombin*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Jocote de garrobo (*Spondias purpurea*) fuentes de alimentación de ambas especies (Figura 68). En el área de incidencia indirecta observamos un anfibio - sapo común (*Bufo marinus*). Este espécimen se encontró en el curso de un pequeño afluente de agua (Quebrada Agua Agria).

Las dos especies de reptiles presentadas aquí se encuentran en Apéndice II de CITES. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Aunque se desconoce la dinámica de las poblaciones en la actualidad se considera que ambas especies se encuentran en estado muy vulnerable cuando entran en contacto antropogénico.

Figura 78. Especies de reptiles presentes en el área de estudio (método de identificación: observación). En orden por línea de izquierda a derecha: *Ctenosaura similis* e *Iguana iguana*.



Fuente: Fotografías Ruiz, Javier, et al. (2015); Emplazamiento del área de incidencia indirecta, El Viejo (Chinandega, Nicaragua).

Caracterización de aves. Se reportan 14 especies de aves en el área de incidencia directa y una especie de ave en el área de incidencia indirecta (*Quiscalus mexicanus*; Zanate presente en ambas áreas de estudio). La mayoría de las especies son típicas de áreas intervenidas y sujetas a contante presión antropogénica. De las 14 especies que se reportan en ambos sitios solamente dos especie de se encuentra en la lista CITES apéndice II. Estas especies son el Búho Mochuelo (*Glaucidium brasilianum*) y Chocoyo Zapoyol (*Brotogeris jugularis*). El Búho mochuelo se observó en el área de la cuenca hidrográfica cerca a la primera casa de la Comunidad El Mojado. Los Chocoyos Zapoyoles fueron observados en el camino hacia la plataforma A en el tacotal que se encuentra antes de tomar la pendiente de 56% que va hacia el área de la plataforma A. Debido a que la trocha rural tiene un ancho de aproximadamente 6 metros los árboles en esta área no serán cortados, de esta forma el hábitat de los Chocoyos Zapoyoles no

será alterada por la implementación de las labores de mejoramiento del camino (Figura 69).

Figura 79. Especies de aves presentes en el área de estudio (método de identificación, observación de huellas y entrevistas). En orden por línea de izquierda a derecha: *Agelaius phoeniceus*, *Turdus grayi*, *Trogon melanocephalus*, *Salpinctes obsoletus*, *Glaucis aeneus*, *Pitangus sulphuratus*, *Coragyps atratus* y *Oreothlypis peregrina*.



Fuente: Fotografías Ruiz, Javier, et al. (2015); Emplazamiento del área de incidencia indirecta, El Viejo (Chinandega, Nicaragua).

Caracterización de insectos. Se reportan 11 especies de insectos típicos de bosques secos del pacífico de Nicaragua y una especie de hormiga guerrera (*Eciton burchellii*) que es más típica en bosques húmedos tropicales. Las especies de insectos son comunes tanto en el área de incidencia directa como indirecta y son indicadores de sitios alterados por actividad humana. De las 11 especies 5 fueron mariposas las cuales son bioindicadores de calidad de sitio con presencia de afloramiento de agua (*Morpho helenor montezuma*, *Cissia hermes*, *Hamadryas februa*, *Parides photinus*, *Papilio gramas* y *Eurema nice*). Estas especies son bio-indicadores de calidad de ecosistema y su presencia podría indicar conservación de agua apropiada. Por ejemplo la presencia de la mariposa *Parides photinus* (Pink-spotted Cattleheart) indica presencia de ojos de agua o afluentes ya que la especie tiene como hábitat alimenticio a plantas del género *Heliconias* las cuales viven en lugares con buenas condiciones de humedad. Desafortunadamente, las mariposas fueron encontradas en uno de los muchos sitios de afloramiento de agua, la ausencia de mariposas es debido al hecho que los afluentes de agua han sido secados producto a la deforestación. Ninguna de las especies de insectos se encuentra en peligro de extinción o está siendo utilizada comercialmente de manera indiscriminada o inapropiadamente. Entre las otras especies de insectos encontrados están las hormigas zompopas (*Atta cephalotes*), hormigas arrieras (*Eciton burchellii*), las termita (*Nasutitermes ephratae*).

Se realizaron observaciones ecológicas de indicadores de estado de ecosistemas. Específicamente se detectaron interacciones de animales y plantas que indican una alta capacidad de resiliencia ecológica – capacidad para regresar al estado natural después

de cambios. A continuación se presentan indicadores ecológicos que muestran que este ecosistema de bosque seco adyacente al área en desarrollo se encuentra en buenas condiciones ecológicas. El reciclaje de nutrientes se encuentra representado en gran parte por insectos descomponedores de madera, depredadores y descomponedores de otros insectos muertos. Por ejemplo la presencia de una cantidad considerable de nidos de las termitas o comejenes (*nasutitermes ephratae*) indica un buen nivel de estado de salud del ecosistema de bosque seco en el área Este de donde establecerán la plataforma A. Las termitas contribuyen al ciclo de nutrientes al descomponer troncos, ramas y hojas secas y ponerlos en formas más accesibles para que sean absorbidas por el suelo una vez que los nidos de termitas son abandonados (3 a 5 años). Adicionalmente contribuyen a reducir el volumen de hojarasca el cual está asociado a hongos de efecto negativo para algunos frutales y especies de árboles nativos. Los nidos de termitas abandonados también son utilizados por murciélagos (ej. *artibeus jamaicensis*) y loras (ej. *aratinga strenua*) como nidos o áreas de descanso de esta forma las termitas tienen una función de limpieza del ecosistema y proveen hábitat para algunas especies.

Caracterización ecológica del área. Se observaron tres colonias de la hormiga zompopa, esta hormiga en condiciones de bosque natural y bosque en regeneración es conocida por crear condiciones apropiadas para la regeneración de muchas especies de árboles y de esta forma crea un mecanismo para el mantenimiento de la diversidad de árboles al defoliar preferencialmente árboles dicotiledóneas que por lo general son de crecimiento rápido y más vigorosas que las palmas (monocotiledóneas) las cuales tienen características de competidores inferiores puestos que son de crecimiento lento y necesitan más espacio para crecer (Ruiz, 2010). De esta forma al seleccionar en favor a las palmas, las hormigas ayudan a mantener la alta diversidad de plantas pues evitan que las dicotiledóneas (mejores competidoras) excluyan por competencia a las palmas (Figura 70).

Figura 80. Diagrama representando el proceso de formación de las colonias de *A. cephalotes* y la regeneración de especies vegetales sobre dichas colonias: A) Bosque húmedo tropical con tres doseles. B) Formación de colonias, note que las hormigas defolian muchas plantas dicotiledóneas sobre los nidos. Las hormigas defolian mucha vegetación y en ocasiones hasta matan árboles de gran tamaño ubicados al centro de donde se encuentra la colonia establecida. C) Luego de un tiempo las palmas toman ventaja de las condiciones favorables para la regeneración o son dispersadas por mamíferos hacia las áreas de las colonias. D) Durante el período de inactividad de la colonia (muerte o migración), las palmas se encuentran en plenas condiciones para crecer hasta el sotobosque. El montículo a la derecha de la figura “D” representa la formación de una nueva colonia de hormigas (Ruiz, 2010).



La otra especie indicadora de buen estado del ecosistema es el insecto conocido como hormiga león o chanchito de tierra (*myrmeleon formicarius*) la cual es un depredador eficiente de insectos y descomponedor de insectos muertos. La presencia de esta especie en altas cantidades indica que la comunidad de insectos en el ambiente es representativa de un bosque seco en buen estado y que se encuentra en constante reciclaje y renovación. En general, aunque el área de incidencia directa e indirecta se encuentra altamente degradada, las áreas vecinas están constituidas por un mosaico de bosque tropical seco en mejores condiciones. Se observa que el bosque seco de las áreas inmediatamente aledañas presenta un buen estado ecológico con alto nivel de resiliencia a cambios, lo cual representa una alta conectividad ecológica para el área de estudio.

Conexión ecológica de fauna y componente forestal. En general, se determinó mediante el estudio ecológico rápido que el área directa está en estadios de sucesión secundaria debido a las prácticas agrícolas y ganaderas. Muchos de los bosques tienen especies de gran porte pero sin valor comercial puesto que estos ya fueron extraídos en décadas anteriores. El valor ecológico de esta regeneración secundaria es primordial para establecer áreas de recuperación de bosque natural. Especies que son indicadoras de este proceso como el guarumo (*Cecropia obtusifolia*). El valor ecológico de la sucesión secundaria es primordial pero fácilmente recuperable, puesto que la mayoría de las especies tolera cambios bruscos en el ambiente y son típicamente colonizadoras de áreas donde la tierra madre se encuentra expuesta. La ausencia de mariposas en sitios donde los afloramientos de aguas han desaparecido indican la deforestación de especies de árboles de valor para elaborar postes para construcción de cercas como por ejemplo: Quebracho (*Mariosousa centralis*), Michigüiste, Madero (*Gliricidia sepium*), Hule (*Castilla elestica*) y Burrillo (*Apeiba tibourbou*).

De esta forma, se determina que la conectividad ecológica se encuentra alterada en este momento y posiblemente es producto del estadio de sucesión secundario lo cual no presta condiciones ecológicas para que roedores u otros mamíferos habiten en el momento. En el área de incidencia indirecta, específicamente las que conectan con bloques de bosque tropical seco que se extienden hasta el área núcleo de la Reserva de Vida Volcán Cosigüina, se espera una buena cantidad de especies de fauna así como interacciones típicas de bosques en sucesión secundaria y de valor ecológico como puente para la regeneración de áreas de incidencia directa siendo este el valor ecológico del área de incidencia indirecta más obvio. Ver en Apéndice Volumen I Sección B, el Estudio Rápido Ecológico completo.

5.2.3. Paisaje

Dentro del paisaje se aprecia el carácter peninsular de esta Área Protegida, rodeada del mar por tres de sus lados, con altos acantilados hacia el golfo de Fonseca; sus estrechas playas de curiosas arenas negras; la presencia de un volcán en escudo de laderas suaves y poca altura relativa a los terrenos subyacentes que hace de él un mirador fácil de escalar, (altura máxima 872 m en el borde suroeste), que permite la visión de las islas del Golfo de Fonseca, de la extensa marisma del Estero Real y de los volcanes de Conchagua y San Miguel en El Salvador, así como El Chonco y San Cristóbal en Nicaragua.

La caldera que hoy forma el cráter del volcán, se encuentra rodeada de recortadas aristas y los profundos acantilados que forman sus paredes interiores. La laguna interior, está situada 700 metros más abajo, contados desde su borde más elevado. Es en sí un paisaje volcánico formado por un cono escalable, una laguna cratérica central y farallones formados por estratos que atestiguan sucesivas y pasadas erupciones.

A nivel de comunidad El Mojado, el paisaje y su calidad visual con relación a un área protegida está siendo modificado por el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, así como la colonización paulatina de las faldas del volcán San Juan. Es una zona rural de viviendas esporádicas que cuentan con acceso a agua, energía a través de paneles solares y los menores de edad en edad escolar disponen de acceso, a través del camino terciario existente, a educación primaria y secundaria en escuelas aledañas a la comunidad. Los incendios forestales y otros eventos naturales recientes han cambiado la calidad escénica de la reserva. Actualmente el impacto visual es alto y negativo. El Proyecto aún como se ha concebido, con caminos temporales, obras temporales e infraestructura temporal, impactará en la calidad visual del Paisaje, sin embargo una vez finalizadas las actividades del Proyecto se puede recuperar y mejorar las condiciones ambientales del entorno con la implantación de medidas de reforestación.

5.2.4. Medio Socioeconómico

En términos generales, el Proyecto se ubica en el Departamento de Chinandega, municipio de El Viejo, comunidad El Capulín-El Mojado. Se puede afirmar, que la mayoría de las familias de la comunidad El Capulín, no viven en condiciones económicas y sociales óptimas, en comparación a otros sectores rurales del municipio, dado que en la zona de éste sector no se encuentran fuentes de trabajo para la población.

La mayoría de las familias que habitan en la comunidad El Capulín, cuentan con servicios básicos necesarios, tales como: agua de consumo humano proveniente de pozo administrado por la Alcaldía de El Viejo, luz eléctrica del SIN, señal de telefonía móvil de ambas operadoras, letrinas aboneras y tradicionales, centros educativos públicos, camino de acceso de todo el tiempo, etc., lo que permite a las familias, hacer un plus esfuerzo e ir mejorando sus condiciones de vida.

A nivel general, se puede decir que el nivel de educación formal que se les brinda a la población de El Capulín es regular, dado que cuentan únicamente con la educación Pre-escolar (de I a III Nivel) y la Primaria Multigrado (de 1ro. a 6to. grado). Se puede afirmar que más del 60% de la población total registrada de la comunidad de El Capulín, sabe leer y escribir, y un poco más del 35% no sabe leer ni escribir incluyendo a los niños que están estudiando en pre escolar. Como se puede apreciar en el cuadro, la mayor parte de la población de esta comunidad se encuentra en el nivel de educación primaria. La tasa de analfabetismo de esta población anda por un 17.6 %.

Cuadro 43. Niveles de Formación Educativa de la Población del Capulín

Nivel de formación de la población	No. De personas	Porcentaje
Universitario	2	0.95 %
Técnico Medio	2	0.95 %
Secundaria	31	14.76 %
Primaria	86	40.95 %
Pre Escolar	8	3.81 %
Alfabetizados	14	6.67 %
Ningún Nivel	67	31.91 %
TOTAL	210	100 %

En el siguiente cuadro, se detallan las principales actividades económicas de la comunidad en estudio; siendo las principales la agricultura y la pesca. Además de las actividades económicas señaladas, la población de El Capulín se dedica también a las

labores del hogar, que fundamentalmente está representada por las mujeres y ayudados por los niños/as de cada hogar.

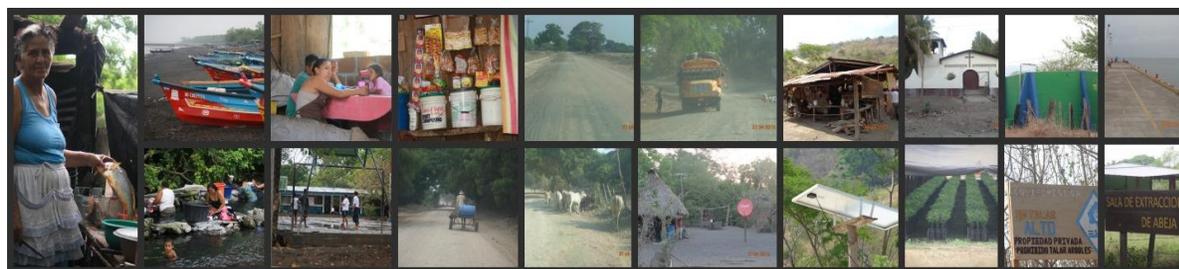
Cuadro 44. Actividades Económicas de la Población de El Capulín

No.	ACT. ECONOMICAS QUE REALIZA LA POBLACION	No. TRABAJADORES DE	PORCENTAJE EN RELACION AL PEA
1	Agricultura	33	47.83 %
2	Pesca.	7	10.14 %
3	Negocio Propio	5	7.25 %
4	Mozos	5	7.25 %
5	Ganadería	4	5.80 %
6	Cuidador de finca	4	5.80 %
7	Domésticos	3	4.35 %
8	Carpintería	2	2.89 %
9	Conductor	2	2.89 %
10	Cajera	1	1.45 %
11	Técnico de campo	1	1.45 %
12	Mecánico	1	1.45 %
13	Cobrador de ruta	1	1.45 %
	TOTAL	69	100 %

Según información primaria recopilada de los jefes de familia de la comunidad El Capulín, indica que la Población en Edad de Trabajar (PET) para ésta comunidad, se encuentran dentro del rango de edades de los 15 a los 65 años de edad. En este caso, solamente 131 personas se encuentran dentro de este rango, representando el 62.4 % de la población total registrada (210) durante la encuesta.

Sin embargo, únicamente 69 personas de la PET, realizan diferentes actividades económicas, representando así a la Población Económicamente Activa (PEA) de la comunidad de El Capulín. La PEA de esta comunidad representa el 53% de la PET y el 32.86% de la población total registrada, de los cuales el 85.5% del PEA de la comunidad son hombres y un 14.5 % son mujeres.

Figura 81. Mosaico de fotografías de aspectos socioeconómicos de la zona de influencia directa e indirecta.



Fuente: Ruiz, y. Et al., abril 2015.

VI. IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para un mejor entendimiento en relación a la forma de valoración que se llevó a cabo para el proyecto y específicamente las valoración de cada una de los componentes que conforman el proyecto (3 plataformas de exploración) se tomó la decisión de llevar a cabo una valoración independiente en matriz cruzada, donde no solamente se colocaran las actividades impactantes, sino también dentro de cada etapa se insertan algunos impactos específicos de importancia, que también se abordan dentro de los Términos de Referencia del Proyecto de Estudio de Pre Factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase de Perforación Exploratoria, con número de referencia DGCA – YLC – C596 – 2014, el resultado de esta matriz con la priorización o primera jerarquización de los impactos ambientales valorados, ordenara por orden de prioridad cada uno de los cruces o interacciones de las actividades impactantes e impactos con los factores ambientales, ordenando de esta forma la siguiente valoración, la cual consiste en un análisis multi-criterio de importancia, en el cual se valora la interacción de cada una de las actividades con todos los factores ambientales afectados, obteniendo un valor de importancia que suma a la importancia total del proyecto.

Cabe mencionar que se tiene dentro de la valoración los escenarios propuestos dentro de los mismos Términos de Referencia, Valoración Sin Proyecto, Con Proyecto Sin Medidas de Mitigación y Con Proyecto Con Medidas de Mitigación.

De esta última valoración se obtendrá un valor total de importancia de impactos para todo el proyecto, donde se integran los datos de todos los escenarios y sub escenarios. Todo lo anterior será motivo de análisis dentro de los acápite que conforman este capítulo.

6.1. Descripción de la metodología para el análisis de impactos ambientales³⁵

6.1.1. Métodos de Expertos

Dentro de los métodos generales de prospectiva cabe destacar aquellos que se basan en la consulta a expertos, que reciben la denominación de métodos de expertos.

Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. Este método es aplicado en dependencia de las condiciones de dificultad del estudio, dando visitas consecutivas al área de estudio, a manera de familiarizarse con la zona y poder hacer los análisis correspondientes de cada uno de los participantes en sus disciplinas. Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- El número de factores que es considerado por un grupo, es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. Este método presenta tres características fundamentales:

35 Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA) llevados cabo con la metodología de Valoración de Escenarios Impactantes:

MIA Proyecto de Construcción de la Terminal Portuaria de Izucar de Matamoros para Carga y Descarga de Hidrocarburos. México. 2014 - 2015

MIA Proyecto de Ampliación de la Terminal Marítima Puerto de Veracruz. Veracruz. 2010

MIA Proyecto de Construcción de una *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, San Antonino, Oaxaca*. 2009

MIA Proyecto de Construcción de una *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Yosonotu, Oaxaca*. 2008

MIA Proyecto de Construcción de una *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Tlaxiactac de Cabrera, Oaxaca*. 2008

MIA Estudio de ubicación e Impacto Ambiental, Planta de Distribución de cemento propiedad de la empresa CEMEX, ubicada en la carretera Puebla – Zacatlán. 2008

- Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
 - a) Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
 - b) Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
 - c) El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Cabe destacar que este método se aplicó igualmente en el campo, más específicamente en la localidad donde se llevará a cabo el proyecto. Con esto queremos decir que se hicieron algunas consultas a la población más cercana a la zona (comunidad El Mojado y El Capulín), donde se extrajo la percepción social del proyecto, así como la percepción de ellos hacia los posibles problemas o impactos que pudiesen ser causados por el mismo.

La aplicación de esta variación en la metodología Delphi consiste en informar a la población cercana al proyecto acerca del mismo, con el fin de que ellos tengan una idea clara de que se hará y como se llevará a cabo el proyecto en sus fases de construcción y operación. De esta manera, nos aseguramos de tomar datos que sean de mayor discusión y homogeneidad entre la población. Igualmente la aplicación de esta metodología ayuda a la socialización del proyecto, ya que la información logra permear y percibirse por las personas, permitiendo tener opiniones.

6.1.2. Matriz de lista de chequeo

Se empleó este tipo de matriz para la identificación simple y rápida de los impactos que se generarán producto de la Preparación de Sitio y Construcción, Operación y Mantenimiento, y Abandono del proyecto. Esta matriz servirá para que cada uno de los expertos participantes dentro del presente estudio preste atención a los impactos que consideren de importancia o relevancia. Dentro de la matriz se contrastan los factores ambientales mediante una lista de efectos o acciones específicas para el proyecto, una característica de esta matriz que será usada dentro del presente estudio es la utilización de una valoración simple, que variará en una escala de 0 (impactos nulos), 1 (impactos bajos), 2 (impactos medios) y 3 (impactos altos).

Así mismo, las valoraciones para los impactos positivos serán bueno (1), muy bueno (2) y excelente (3); teniendo también el signo del carácter, que será positivo para aquellos impactos que sean de beneficio para el ambiente o sociedad y signo negativo para aquellos que sean por su naturaleza perjudiciales. Esta matriz incluirá un informe detallado de las características que engloba el impacto para con los factores ambientales que afecte, constituyendo en si la evaluación cualitativa de impactos.

Cabe mencionar que la formulación de esta matriz proviene del método empleado anteriormente en el cual se determinan los factores ambientales y sus características afectadas, y asimismo se hace con las actividades impactantes. Es así que el número de filas corresponderá a tantos factores y características se logren definir y la cantidad de columnas, será igual a la cantidad de actividades impactantes que se identifiquen dentro del proyecto para cada una de las etapas.

La siguiente tabla muestra las claves con distinción de colores que se utiliza para el llenado de la Lista de Chequeo o Check List. Es de vital importancia en el llenado el lograr una clave de colores para poder diferenciar las magnitudes asignadas, y sobre todo facilitar los conteos y evitar errores por digitalización.

Tabla 1: Claves y asignación de colores adoptadas para la valoración con la matriz de Check List.

+	Clasificación de Impactos	Impacto Nulo	0	Bueno	1	Muy Bueno	2	Excelente	3
-				Bajo	-1	Medio	-2	Alto	-3
Actividades a realizarse en el camino de acceso									
Actividades a realizarse dentro de las plataformas de perforación exploratoria									

A continuación se presenta en formato vacío, la matriz para Check List que se emplea para el proyecto:

6.1.3. Valoración de importancia de los impactos ambientales identificados

Como resultado de la valoración de la matriz de Check List, se obtiene una serie de cruces en el cual se encuentran las asociaciones de los impactos de las diferentes actividades a ejecutarse dentro del proyecto y los factores ambientales que se encuentran afectados por estas. Identificadas estas interrelaciones, se procede a armar tablas independientes de valoración para cada una de las actividades impactantes, donde la composición de estas tablas tendrá como fin la valoración de importancia, independiente para las mismas, tomando en consideración todos los factores ambientales que son interceptados por dicha actividad.

Se manejarán en la valoración tres escenarios, el primero donde se valora el comportamiento de todas las características de los factores ambientales que son afectados, bajo condiciones de cero intervenciones, que quiere decir, sin proyecto. Luego en la valoración de cada una de las actividades se lleva a cabo bajo dos escenarios, el primero con proyecto pero sin llevar a cabo medidas de mitigación necesarias para el aminoramiento o disminución de los impactos ambientales; el otro escenario es el proyecto ejecutándose, tomando en consideración la ejecución de diversas medidas tanto de mitigación como de compensación para disminuir, evitar o compensar los impactos ambientales.

- ***Criterios de Evaluación***

La valoración de importancia se lleva a cabo para lograr una clarificación de los impactos que el método plantea. Como resultados tendremos una medida del grado de manifestación cuantitativa de nuestros impactos, quedando reflejado en el efecto que definimos como importancia de impacto.

Los elementos tipo, o casillas de valoración cruzados de la matriz estarán ocupados por valores correspondientes a once criterios de evaluación siguiendo un orden espacial en la matriz, estos símbolos son criterios de valoración que logran puntuar de acuerdo a las características específicas de cada impacto su comportamiento.

A continuación se describen el significado y magnitudes de valoración de cada uno de estos criterios de valoración que conforman la matriz de importancia.

Tabla 3: Descripción de los criterios de evaluación de la importancia, para los impactos ambientales

Signo	Significado	Descripción
+/-	Positivo/Negativo	El signo del impacto hace alusión al carácter, si este es beneficioso ó perjudicial, de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
EX	Extensión	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del

		proyecto.
PE	Persistencia	Se refiere al tiempo, que supuestamente, permanece el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Este es independiente a la reversibilidad.
SI	Sinergia	Este atributo implica el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente.
EF	Efecto	Se refiere a la relación causa – efecto, o dicho de otra manera a la forma de manifiesto del efecto sobre un factos, como consecuencia de una acción.
MC	Recuperabilidad	Es 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 la intervención humana.
I	Intensidad	Es el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa.
MO	Momento	Es el plazo de manifestación del impacto, cuando laude al tiempo en que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.
RV	Reversibilidad	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.
AC	Acumulación	Este nos da la idea el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.
PR	Periodicidad	Es la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el

		tiempo ó constante en el tiempo (efecto continuo).
--	--	--

- **Integración de los Criterios de Evaluación.**

La importancia del impacto viene dada por un número que se deduce mediante el modelo de valoración de cada uno de los criterios y su determinación se realiza por medio de la siguiente ecuación;

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores para cada uno de estos criterios antes mencionados son los siguientes;

Tabla 4: Magnitudes de los criterios de valoración para la importancia.

<u>Naturaleza ó Signo</u>	
Impacto beneficioso	(+)
Impacto perjudicial	(-)
<u>Intensidad (I), grado de destrucción</u>	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12
<u>Extensión (EX), área de influencia</u>	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítica	(+4)
<u>Momento (MO), plazo de manifestación</u>	
Largo plazo	1
Mediano plazo	2
Inmediato	4
Crítico	(+4)
<u>Persistencia (PE), persistencia del efecto</u>	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4
<u>Reversibilidad (RV)</u>	
Corto plazo	1
Mediano plazo	2
Irreversible	4
<u>Sinergia (SI), regularidad de la manifestación</u>	
Sin sinergismo (simple)	1

Sinérgico	2
Permanente	4
<u>Acumulación (AC), incremento progresivo</u>	
Simple	1
Acumulado	4
<u>Efecto (EF), relación causa – efecto</u>	
Indirecto (secundario)	1
Directo	4
<u>Periodicidad (PR), regularidad de la manifestación</u>	
Irregular o discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4
<u>Recuperabilidad (MC), reconstrucción por medios humanos</u>	
Recuperable de manera inmediata	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los valores inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Los severos cuando la importancia se encuentra entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a los 75.

De los resultados obtenidos en la valoración de los escenarios se lleva a cabo una gráfica donde tenemos todos nuestros valores. Tomando en consideración que nuestro proyecto en condiciones reales de ejecución corresponderá al escenario de Con Proyecto – Con Medidas de Mitigación, entonces procederemos a encontrar el valor dentro de la curva que nos define la puntuación o grado de importancia proyectado, donde se toman en consideración todos los posibles escenarios.

Este procedimiento también lo ejecutaremos para ajustar los valores de importancia de todos los escenarios que se valoraron con el fin de poder hacer un análisis comparativo entre los valores obtenidos, basados en un cálculo de importancia que incorpora condiciones estándares que influyen la magnitud encontrada.

6.2. Identificación de los impactos ambientales

A continuación se presenta la ejecución de la aplicación de la metodología de expertos donde se hace la definición de todos los factores ambientales y las actividades impactantes que serán sujetas a la evaluación de importancia.

Lo primero que tenemos que definir es que el proyecto estará dividido en tres fases o etapas, la primera consistirá a la Fase de Preparación de Sitio y Construcción, la segunda a la Fase de Funcionamiento y Mantenimiento, y finalmente la Fase de Abandono.

La primera fase corresponde a las actividades que se consideran dentro de la Preparación de Sitio, Apertura de Camino y Montaje, como lo son la apertura de vialidades y todo lo que conlleva una actividad de este tipo, como cortes, rellenos y otras cosas; igualmente las actividades de transporte de equipos y maquinaria tanto para la apertura de caminos como para el montaje de los equipos que se estarán operando en la fase operatoria. Es así que para esta etapa de definen las siguientes actividades impactantes a tomar en consideración:

- Poda y Derribo de Árboles
- Eliminación de la Vegetación Menos
- Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación
- Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación
- Vertido de Material de Corte en Áreas Especificas
- Movimiento de Maquinaria Pesada
- Compactación de Caminos
- Intercepción, Drenaje y Manejo de Aguas Pluviales
- Poda y Derribo de Árboles
- Eliminación de la Vegetación Menos
- Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación
- Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación
- Movimiento de Maquinaria Pesada
- Compactación de Áreas de Plataformas
- Intercepción, Modificación, Conducción y Manejo de Aguas Pluviales
- Vertido de Material de Corte en Áreas Especificas
- Traslado de Plataforma y Equipo de Perforación
- Transporte de Oficinas y Contenedores Portátiles
- Acondicionamiento y Suministro de Condiciones Básicas para la Operación
- Armado de los Equipos de Perforación
- Excavación de Unidades de Sedimentación

En sobra gris se presentan aquellas actividades impactantes que son propias de la apertura de los caminos de acceso en celeste aquellas actividades propias de la preparación del sitio de perforación.

La segunda fase de Funcionamiento y Mantenimiento, corresponde a aquellas actividades que se ejecutaran durante las labores de perforación, donde se contempla la utilización de equipos y materiales que podrían generar algún impacto al ambiente, si no se toman las precauciones correspondientes. A continuación se enlistan las actividades consideradas como impactantes para este equipo consultor:

- Circulación de Vehículos Ligeros
- Circulación de Maquinaria de Carga para Transporte de Insumos
- Movimiento de Uso Común
- Mantenimiento de los Caminos de Acceso

- Suministro y Mantenimiento de Sanitarios Portátiles
- Mantenimiento de Oficinas
- Mantenimiento y Reparación de Maquinaria de Perforación
- Mantenimiento y Reparación de Maquinaria Pesada
- Transvaso de Combustibles y Lubricantes
- Almacenamiento de Combustibles, Lubricantes y Químicos de Perforación
- Generación de Residuos Sólidos No Peligrosos
- Generación de Residuos Sólidos Peligrosos
- Trasvaso de Aceites Lubricantes Usados
- Trasvaso y Preparación de Lubricantes y Lechadas de Perforación
- Tratamiento y Sedimentación de Lechadas, Efluentes de la Perforación
- Recirculación de Lechadas de Perforación
- Acople y Izaje de Puntales de Perforación
- Actividad de Perforación para la Explotación de Pozo Geotérmico

La tercera fase corresponde al abandono esta etapa a diferencia de muchos proyectos, en los cuales no se considera como viable o susceptible a ejecución, para nuestro caso si se considera como parte de las actividades a realizar, claro que con ciertas condiciones específicas. Al encontrarse los pozos como viables a explotación, tenemos que considerar que las áreas de exploración se dejarán bajo ciertas condiciones, las cuales serán de soporte para la ejecución del proyecto en su etapa de explotación de los recursos geotérmicos; en cambio al encontrarse que los pozos no son viables para explotación, las condiciones de abandono serán eminentemente orientadas a recuperar, mitigar o restaurar las áreas impactadas. Es así que bajo estas premisas se presentan las siguientes actividades impactantes que serán ejecutadas únicamente cuando los pozos de explotación tengan como resultado una no viabilidad de potencial geotérmico.

- Mantenimiento y/o Rehabilitación de Caminos de Acceso
- Cierre y Aseguramiento de Acceso al Área de Perforación
- Desmontaje de Equipo de Perforación.
- Desmontaje y Retiro de Oficinas y Bodegas Móviles
- Retiro de Residuos Peligrosos
- Retiro de Residuos Sólidos No Peligrosos
- Limpieza y Retiro de los Sanitarios Portátiles
- Balance y Retiro de Químicos y Sustancias de Excavación y Lubricantes
- Cercado de Seguridad del Área de Perforación
- Clausura con Dado de Concreto, Tapa y Candados de Orificios Expuestos de la Perforación
- Descompactación de Suelo y Reforestación.
- Cancelación y Liquidación de Personal Contratado

Como se notara en el caso de los caminos las actividades de restauración de sitio por abandono no son muchas, esto debido a que al ser consideradas obras de infraestructura vial y que la misma aumenta accesos de la zona, no se puede o debe ejecutar actividades para eliminar un beneficio social a la población, por lo que únicamente se considera el ejecutar actividades de mantenimiento y en el caso de los accesos puntuales a las áreas de explotación, el cierre y resguardo de las puertas.

Estas actividades también ejercen presiones a diferentes características que conforman diversos factores ambientales, es por esto que al igual que lo anterior, se realizó la determinación de todas aquellas características y factores ambientales que serán tomados en cuenta para la realización de la valoración. Ver la siguiente tabla.

Tabla 5: Lista de atributos y factores ambientales a ser impactados

FACTORES AMBIENTALES A SER IMPACTADOS			
Aire	Calidad	Fauna	Perdida del Hábitat Silvestre
	Gases Extraños		Estabilidad de Ecosistemas
	Contaminación Sonora (Ruido Fuera de Norma)	Medio perceptual	Paisaje Protegido
	Humedad Relativa		Elementos Paisajísticos Singulares
	Contaminación Atmosférica (partículas)		Vistas Panorámicas y Paisajes
	Temperatura		Calidad Panorámica
	Microclima		Naturalidad del Paisaje
	Vientos Dominantes		Singularidad Panorámica o del Paisaje
	Pluviometría		Morfología del Paisaje
	Evaporación		Lámina de Agua
	Visibilidad		Cambio de Uso del Suelo Industrial
	Tierra		Perdida de Suelo Fértil
Recursos Minerales		Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	
Material de Construcción / Bancos de Préstamo		Cambio - Uso de Suelo Forestal / Afectación Forestal	
Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales		Áreas Excedentes del Municipio	
Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos		Zonas Verdes de Uso Comunal	
Erosión		Zonas de Minas y Canteras	
Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces		Zonas Comerciales	
Modificación Morfológica de Microcuencas		Zonas de Ocio y Recreo	
Modificación Morfológica de Cuencas		Aras de Uso Deportivo	
Compactación y Asientos		Protección a Inundaciones	
Subsistencia del Terreno		Valores Históricos Artísticos	

FACTORES AMBIENTALES A SER IMPACTADOS			
	Estabilidad de las Laderas		Edificaciones Singulares y Vestigios Arqueológicos
	Morfología de las Laderas		Enclaves
	Características Físicas		Romerías
	Características Químicas		Ferías
	Permeabilidad		Procesiones
	Sedimentación		Red de Servicio de Transporte y Comunicaciones
	Inundaciones		Red de Abastecimiento de Agua, Gas y Electricidad
Agua	Calidad de Aguas Superficiales	Infraestructura	Equipamiento Comercial e Industrial
	Calidad de Acuíferos		Accesibilidad a Zonas Marginadas
	Calidad de Aguas Marinas o Marinas Costeras		Sistema de Asentamiento de la Zona
	Recursos Hídricos de Uso Humano		Vertedero de Residuos
	Recarga de Acuíferos		Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable
	Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos		Pozos de Comunales para Abastecimiento de Agua
	Contaminación de Acuíferos		Causes Pluviales / Conducción de Agua
	Afectaciones al Nivel Freático		Calidad de Vida
	Potencial Hidráulico del Agua Subterránea		Molestia a Propietarios de Casas
	Velocidad de la Corriente Superficiales		Molestias a Propietarios de Terrenos
	Eutrofización de Cuerpos de Agua	Molestias Peatonales	
	Estratificación Térmica de Aguas Superficiales	Humanos	Molestias al Tráfico Cotidiano
	Evaporación de Aguas Superficiales		Desarmonía de la Población para con el Proyecto
	Salinización de Cuerpos de Agua		Salud y Seguridad
	Turbidez de Aguas Superficiales		Bienestar de la Población
Diversidad de Especies (Disminución)	Estilo de Vida		
Flora	Cubierta vegetal	Poblacion y economía	Accesib. de las Personas hacia Áreas Marginadas
	Productividad Ecosistémica		Producción de la Zona
	Especies Endémicas		Empleo Estacional
	Especies Amenazadas o en Peligro		Empleo Fijo
	Estabilidad Vegetativa de Laderas		Estructuras de la Población Activa
	Perdida de la Riqueza Forestal		Densidad Poblacional
	Estabilidad de Ecosistemas		Movimientos Migratorios
	Comunidades Vegetales		Demografía

FACTORES AMBIENTALES A SER IMPACTADOS	
Fauna	Aportes de Lodos a la Vegetación en Quebradas
	Destrucción Directa
	Diversidad de Especies (Disminución)
	Especies Endémicas
	Especies Interesantes o en Peligro
	Cadenas Tróficas
	Roedores
	Insectos
	Aves
	Peces
	Otros Invertebrados
	Otros Vertebrados
	Núcleos Poblacionales Emergentes
Prácticas Deportivas y Turísticas	
Aparición de Industrias Auxiliares	
Inversión y Gastos	
Renta Per capita	
Economía Local, Provisional	
Consumo de Energía	
Perdida de la Propiedad del Suelo	
Productividad Agrícola Forestal	
Cambios en el Valor del Suelo	
Comercialización del Producto	
Relaciones Sociales	

6.3. Predicción mediante valoración cruzada de los impactos ambientales a esperarse

Tal y como se presentó en la descripción del arreglo metodológico aplicado, a continuación se lleva a cabo una valoración cruzada entre los factores ambientales y las actividades impactantes con el fin de determinar los impactos ambientales específicos a presentarse de acuerdo a cada atributo de los factores ambientales que sean afectados. Ver la tabla de Resumen de Matriz de Chequeo donde se encuentran los resultados de las interacciones mencionadas.

Como un primer acercamiento a la evaluación de los impactos ambientales podemos determinar que existen 105 interacciones positivas y 287 interacciones negativas para la realización del proyecto, y en el caso de las interacciones negativas, el peso de los impactos corresponde a un nivel de -1 que nos ubica en la categoría de bajo.

Tal y como se puede observar las actividades donde se observa la mayor cantidad de impactos ambientales acumulados son las correspondientes a la preparación de sitio y construcción, o montaje de las instalaciones para las actividades de explotación, esto es claro, ya que es la etapa donde se lleva a cabo el mayor impacto sobre los factores ambientales Aire, Suelo, Flora y Fauna, y en menor medida a los factores relacionados a Infraestructura y Paisaje. En general los factores con impactos positivos se encuentran relacionados a la generación de empleos y la incidencia en cuanto a la dinámica comercial y movimiento de dinero dentro de las poblaciones afectadas, aunque hay que estar claros que en realidad el impacto no es tan grande.

Lo anterior es una característica muy común en los proyectos de exploración, ya que los proyectos al no demandar gran cantidad de servicios, ni productos, la incidencia positiva por demanda de mano de obra o la generación de una dinámica de servicios, no se da. Además de esto, por las mismas características y adecuaciones relacionadas

al montaje de plataformas y operación en la etapa exploratoria, el que se den impactos negativos, realmente es aunque probable, de bajo nivel, y lo vemos reflejado dentro de la matriz de cruce, ya que no se ve la mayor acumulación de impactos en esta etapa.

Los principales puntos donde hay que tener una buena vigilancia en enfoque son en la Generación de Material de Corte y su Disposición (Bancos de Tiro); Requerimiento de Material de Préstamo y sus Correspondientes Bancos de Préstamo; Captación, Modificación y Re Direccionamiento de Drenajes Pluviales; y en la Manipulación de Combustibles, Aceites Lubricantes y Lubricantes en General que puedan generar residuos peligrosos por causa de derrames y que su uso si conlleva a la generación de residuos peligrosos.

En la siguiente etapa de la metodología entraremos a una valoración muy específica para la determinación del nivel de importancia de las interacciones encontradas, ósea el nivel de importancia del impacto ambiental que se ocasiona.

Tabla 6: Resumen de Matriz de Chequeo

		ACTIVIDADES IMPACTANTES EN LA APERTURA DE CA																										
		Fase de Preparación de Sitio, Apertura de Camino y Montaje																				Fase de						
		Poda y Derribo de Arboles	Eliminación de la Vegetación Menor	Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación	Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación	Vertido de Material de Corte en Áreas Específicas	Movimiento de Maquinaria Pesada	Compactación de Caminos	Intercepción, Drenaje y Manejo de Aguas Pluviales	Poda y Derribo de Arboles	Eliminación de la Vegetación Menor	Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación	Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación	Movimiento de Maquinaria Pesada	Compactación de las Áreas de Plataformas	Intercepción, Modificación, Conducción y Manejo de Aguas Pluviales	Vertido de Material de Corte en Áreas Específicas	Traslado de Plataforma y Equipo de Perforación	Transporte de Oficinas y Contenedores Portátiles	Suministro de Condiciones Básicas para la Operación	Armado de los Equipos de Perforación	Excavación de Unidades de Sedimentación	Circulación de Vehículos Ligeros	Circulación de Maquinaria de Carga para Transporte de Insumos	Mantenimiento de los Caminos de Acceso	Suministro y Mantenimiento de Sanitarios Portátiles	Mantenimiento y Limpieza de Oficinas	
Estados	Aire	Aire - Calidad	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	
		Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	0	0	-2	-2	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	
		Aire - Humedad Relativa	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-1	-1	-3	-3	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	
		Aire - Temperatura	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	
		Aire - Microclima	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Aire - Evaporación	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Aire - Visibilidad	0	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0
		Estados	Tierra	Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-1	-1	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tierra - Material de Construcción / Bancos de Préstamo	0			0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tierra - Bollones / Bancos de Tiro de Materiales	0			0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	

Matriz Resumen de Chequeo del Proyecto "Estudio de Pre Factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase de Perforación Exploratoria"

6.4. Evaluación y análisis de los impactos ambientales

Como se mencionó dentro de la metodología, se llevó a cabo una distinción de actividades para la apertura de caminos de acceso hacia las tres plataformas de perforación y para las áreas donde se llevaran a cabo las actividades de perforación. Esto se tomara en consideración en las tablas que se presentan a continuación, donde se hará la valoración de importancia de cada interacción tomando en cuenta diversos criterios.

De la tabla anterior podremos notar que hay algunas actividades que por la dimensión e incidencia no generan un impacto apreciable y por lo tanto no se valoran, o también solo presentan impactos positivos dentro de la misma valoración, por lo tanto no se consideran dentro de la siguiente valoración de importancia, la cual se enfoca en la valoración más a detalles de aquellas actividades que ejercen presión negativa sobre diversos factores ambientales.

A continuación se presentan, agrupados por etapas, los resultados de la valoración correspondiente a cada cruce en cuestión, surgido de la matriz de chequeo.

6.4.1. Fase de preparación de sitio, apertura de camino y montaje de plataformas

Tal y como se puede observar en la siguiente tabla las afectaciones de los factores ambientales que más son impactados son aquellos relacionados con la protección al suelo, la vegetación la cual sufre directamente el impacto por corte de árboles, la fauna y el paisaje. Tomando en consideración la aplicación de medidas de mitigación se siguen observando presión sobre las afectaciones mencionadas, pero con una menor importancia, ya que se baja la magnitud cerca de 6 puntos, siguiendo dentro de la categoría de impactos moderados.

Tabla 7: Valoración de Importancia "PODA Y DERRIBO DE ARBOLES- APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"PODA Y DERRIBO DE ARBOLES - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Calidad	-	1	2	4	4	1	2	1	4	1	2	26
Aire - Humedad Relativa	-	1	2	4	4	1	2	1	4	4	1	28
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	2	4	4	2	2	1	4	1	4	32
Aire - Temperatura	-	1	2	4	4	2	2	1	4	4	4	32
Aire - Microclima	-	1	2	4	4	2	2	1	4	4	4	32
Aire - Evaporación	-	1	2	4	4	1	1	1	4	1	4	27

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"PODA Y DERRIBO DE ARBOLES - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												31.5
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	8	34
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	2	4	1	2	1	4	4	1	8	32
Tierra - Erosión	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	8	34
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	8	32
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	8	32
Tierra - Permeabilidad	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	8	32
Flora - Cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	1	4	4	1	8	44
Flora - Productividad Ecosistémica	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	8	34
Flora - Estabilidad Vegetativa de Laderas	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	8	30
Flora - Estabilidad de Ecosistemas	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	8	30
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	8	34
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	2	2	4	2	1	2	1	4	1	8	33
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	2	2	4	4	2	1	1	4	1	4	31
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												26.05
Aire - Calidad	-	1	2	4	4	1	2	1	4	1	1	25
Aire - Humedad Relativa	-	1	2	4	4	1	2	1	4	1	1	25
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	2	4	4	2	2	1	4	1	1	29
Aire - Temperatura	-	1	2	4	4	2	2	1	4	1	1	26
Aire - Microclima	-	1	2	4	4	2	2	1	4	1	2	27
Aire - Evaporación	-	1	2	4	4	1	1	1	4	1	1	24
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	1	1	1	4	2	2	2	4	1	2	23
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	2	4	1	2	1	4	4	1	2	26
Tierra - Erosión	-	1	1	1	4	2	2	4	4	1	2	25
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	1	25
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	2	26
Tierra - Permeabilidad	-	1	2	4	4	2	1	1	4	1	2	26
Flora - Cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	1	2	4	1	4	38
Flora - Productividad Ecosistémica	-	1	2	4	2	2	2	2	4	1	2	26
Flora - Estabilidad Vegetativa de Laderas	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	24
Flora - Estabilidad de Ecosistemas	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	24
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	2	4	2	2	2	2	4	1	2	26
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	2	2	4	2	1	2	1	4	1	1	26
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	2	2	4	4	2	1	1	4	1	2	29
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21

Para el caso de la valoración de importancia de impactos esperados por la ejecución de la actividad de eliminación de vegetación menor, vemos coincidentes aquellas afectaciones esperadas, sin embargo la magnitud de los impactos es mayor, esto es esperado puesto que a diferencia de la valoración anterior, estábamos hablando de vegetación achaparrada, en cambio para la valoración de vegetación menor, estamos tomando en consideración aquellas comunidades vegetales que son protectoras del suelo y que evitan la erosión tanto eólica como hídrica, tal y como se presenta en el acápite de descripción de flora, la importancia de esta vegetación para las condiciones climáticas de la zona, son de gran importancia ecológica, por lo que su impacto e importancia por afectación es alto. Tomando en consideración la aplicación de diversas medidas de mitigación la magnitud sobre estos impactos tampoco baja considerablemente, esto es razonable, ya que la actividad es ineludible por consecuencia de la apertura y conformación de un camino de acceso, que no existe. Y la mayor cantidad de actividades que se pueden ejercer solo estarán orientadas a no causar mayor daño en las áreas que se encuentren fuera del eje y trazado del camino de acceso en apertura.

Tabla 8: Valoración de Importancia "ELIMINACION DE LA VEGETACION MENOR - APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
ELIMINACION DE LA VEGETACION MENOR - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											42.952381
Aire - Humedad Relativa	-	2	2	4	4	2	2	4	4	1	4	35
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	8	2	4	2	1	1	4	4	1	4	49
Aire - Temperatura	-	2	2	4	4	2	2	4	4	1	4	35
Aire - Microclima	-	2	2	4	4	2	2	4	4	1	4	35
Aire - Evaporación	-	2	2	4	4	2	2	4	4	1	4	35
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	4	2	4	1	2	2	1	4	1	4	35
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	8	2	4	2	2	2	4	4	1	4	51
Tierra - Erosión	-	4	2	4	1	2	2	1	4	1	4	35
Tierra - Compactación y Asientos	-	8	2	4	4	4	1	4	4	1	4	54
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	12	2	4	4	4	1	4	4	1	8	70
Tierra - Permeabilidad	-	8	2	4	4	4	1	4	4	1	4	54
Flora - Cubierta vegetal	-	12	2	4	4	2	2	4	4	1	4	65
Flora - Productividad Ecosistémica	-	4	2	4	1	2	2	1	4	1	4	35
Flora - Estabilidad Vegetativa de Laderas	-	12	2	4	4	4	1	4	4	1	8	70
Flora - Estabilidad de Ecosistemas	-	4	2	4	1	2	2	1	4	1	4	35
Flora - Comunidades Vegetales	-	12	2	4	4	2	2	4	4	1	4	65
Fauna - Roedores	-	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	30
Fauna - Insectos	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21

Fauna - Otros Vertebrados	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
Fauna - Pérdida del Hábitat Silvestre	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	8	2	4	2	2	2	4	4	1	4	51
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											26.6666667
Aire - Humedad Relativa	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	1	23
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Temperatura	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	1	23
Aire - Microclima	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	1	23
Aire - Evaporación	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	1	23
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	2	2	4	1	2	2	1	4	1	4	29
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	2	2	4	2	2	2	2	4	1	2	29
Tierra - Erosión	-	2	2	4	1	2	2	1	4	1	2	27
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	2	4	2	4	1	4	4	1	4	34
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	2	2	4	2	4	1	4	4	1	2	32
Tierra - Permeabilidad	-	2	2	4	4	4	1	4	4	1	4	36
Flora - Cubierta vegetal	-	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31
Flora - Productividad Ecosistémica	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	2	24
Flora - Estabilidad Vegetativa de Laderas	-	2	2	4	2	4	1	4	4	1	2	32
Flora - Estabilidad de Ecosistemas	-	1	2	4	1	2	2	1	4	1	2	24
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	2	4	4	2	2	4	4	1	2	30
Fauna - Roedores	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Fauna - Insectos	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
Fauna - Pérdida del Hábitat Silvestre	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	2	2	4	2	2	2	2	4	1	2	29

La ejecución de esta actividad es completamente diferente a la anterior, en este caso estamos observando que los aspectos que son afectados están más relacionados a la contaminación temporal del aire, cambios y alteraciones en la tierra, y afectaciones al paisaje, como los de mayor magnitud. Es claro que la necesidad de apertura de camino, y la imposibilidad de llevar a cabo acciones menos agresivas ocasionan que bajo el escenario son medidas de mitigación se tenga una categoría de importancia que corresponde a la de severos, en cambio tomando en consideración medidas de mitigación orientadas a la disminución de impactos por generación de partículas en el caso del aire, corte de las áreas contempladas dentro del trazo del camino y algunas actividades de reforestación, pueden provocar que este impacto se disminuya considerablemente a tal punto que de acuerdo a la valoración realizada se esperaría un escenario moderado medio.

Tabla 9: Valoración de Importancia "ACTIVIDAD DE CORTE, EXCAVACION Y NIVELACION - APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"ACTIVIDAD DE CORTE, EXCAVACION Y NIVELACION - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												62.7142857
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	8	2	4	2	1	1	4	1	1	1	43
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	8	2	4	2	1	1	4	4	2	1	47
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	12	4	4	1	1	1	4	4	1	1	61
Aire - Visibilidad	-	12	4	4	1	1	1	4	4	1	1	61
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	12	2	4	4	4	2	4	4	1	4	67
Tierra - Material de Construcción / Bancos de Préstamo	-	12	2	4	4	4	4	4	4	1	4	69
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	12	2	4	4	4	2	4	4	1	4	67
Tierra - Erosión	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Modificación Morfológica de Cuencas	-	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	55
Tierra - Compactación y Asientos	-	12	2	4	4	4	2	4	4	4	4	70
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	55
Tierra - Morfología de las Laderas	-	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	55
Tierra - Características Físicas	-	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	55
Tierra - Permeabilidad	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Sedimentación	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Agua - Calidad de Aguas Superficiales	-	12	4	4	2	2	2	4	4	1	4	67
Agua - Recursos Hídricos de Uso Humano	-	12	4	4	2	2	2	4	4	1	4	67
Paisaje - Elementos Paisajísticos Singulares	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Paisaje - Vistas Panorámicas y Paisajes	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Paisaje - Calidad Panorámica	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Paisaje - Singularidad Panorámica o del Paisaje	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Paisaje - Morfología del Paisaje	-	12	2	4	2	2	2	4	4	1	4	63
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	1	2	4	4	4	1	1	4	1	1	27
Productividad - Zonas de Minas y Canteras	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												32.9642857
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19

Aire - Visibilidad	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	43
Tierra - Material de Construcción / Bancos de Préstamo	-	2	1	4	1	4	4	4	4	1	4	34
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	2	1	4	1	4	2	4	4	1	4	32
Tierra - Erosión	-	2	2	4	2	4	2	1	4	4	4	35
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	4	43
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	4	43
Tierra - Modificación Morfológica de Cuencas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	4	34
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	40
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	2	2	4	2	4	2	1	4	1	4	32
Tierra - Morfología de las Laderas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	4	34
Tierra - Características Físicas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	4	34
Tierra - Permeabilidad	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46
Tierra - Sedimentación	-	2	2	4	2	4	2	1	4	4	4	35
Agua - Calidad de Aguas Superficiales	-	1	1	4	1	2	2	1	4	1	4	24
Agua - Recursos Hídricos de Uso Humano	-	1	1	4	1	2	2	1	4	1	4	24
Paisaje - Elementos Paisajísticos Singulares	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Paisaje - Vistas Panorámicas y Paisajes	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Paisaje - Calidad Panorámica	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Paisaje - Singularidad Panorámica o del Paisaje	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Paisaje - Morfología del Paisaje	-	4	2	4	2	2	2	4	4	1	4	39
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	1	2	4	1	4	1	1	4	1	1	24
Productividad - Zonas de Minas y Canteras	-	2	1	4	1	4	2	1	4	1	4	29
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	2	1	4	1	4	2	1	4	1	4	29

Como se observa en el caso de la valoración de importancia para el movimiento y transporte de material de corte, utilizando camiones de volteo se espera bajo condiciones, sin medidas de mitigación, un escenario de impactos severos, esto orientado hacia los aspectos relacionados con la contaminación sonora, generación de partículas y la visibilidad. En cambio adoptando medidas de mitigación, basadas en riego de caminos, control de velocidad y capacitaciones a conductores, se puede lograr un escenario irrelevante.

Tabla 10: Valoración de Importancia "MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE CORTE Y EXCAVACION - APERTURA CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE CORTE Y EXCAVACION - APERTURA CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
	-	8	4	4	1	1	1	1	4	1	1	58
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	8	4	4	1	1	1	1	4	1	1	46
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	12	4	4	1	1	1	4	4	1	4	64

Aire - Visibilidad	-	12	4	4	1	1	1	4	4	1	4	64
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	22
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22
Aire - Visibilidad	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22

La ejecución de vertidos de material de corte es otra de las actividades altamente impactantes cuando no se ejecuta con responsabilidad en cuanto al uso de bancos de tiro aprobados y las medidas correspondientes. De acuerdo a la valoración del escenario sin medidas de mitigación se espera tener una afectación con un nivel de importancia severo, esto tomando en consideración que los volquetes tiren el material de corte en las quebradas a lo largo del camino de acceso aperturado, esto claramente ocasionaría un desastres ambiental, por el gran aporte de material y sedimentos en las quebradas, cuencas y que al momento de presentarse un evento de lluvia, esta carga solida incrementa el poder destructivo del agua. Esto claramente es probable, ya que a como se considera dentro del acápite de hidrología, los tiempos de lluvia en esta zona se caracterizan por ser de gran precipitación en periodos cortos de tiempo. Ahora si se toman como medida la ubicación de bancos de tiro específicos, en áreas donde no se tengan el riesgo potencial de afectación y que los sólidos depositados no se muevan la, la magnitud de los impactos ambientales esperados disminuye considerablemente pasando a una categoría de moderado, con tendencia baja.

Tabla 11: Valoración de Importancia "VERTIDO DE MATERIAL DE CORTE EN AREAS ESPECÍFICAS - APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"VERTIDO DE MATERIAL DE CORTE EN AREAS ESPECIFICAS - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											63.5
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	8	4	4	4	4	2	4	4	1	4	59
Tierra - Sedimentación	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	2	1	4	2	2	2	1	4	1	2	26
Productividad - Protección a Inundaciones	-	12	4	4	4	4	1	4	4	1	4	70
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	12	4	4	4	2	2	4	4	1	4	69
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	

	Proyecto Con Medidas de Mitigación											28
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Sedimentación	-	1	1	4	4	2	2	4	4	1	2	28
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	2	23
Productividad - Protección a Inundaciones	-	1	1	4	4	1	1	4	4	1	2	26
Humanos - Molestias a Propietarios de Terrenos	-	1	1	4	4	1	2	4	4	1	2	27

Esta actividad se suma a lo valoración de compactación, pero a diferencia lo que valoramos aquí son aspectos específicos no relacionados con las actividades directas del camino sino con el movimiento de los equipos, que si no se maneja un control, pueden ocasionar daños que irían más allá de lo que se tiene contemplado. En este sentido el escenario esperado sin tener en cuenta las medidas de mitigación adecuadas es de moderado alto, sin embargo al aplicar medidas de mitigación que van desde la supervisión constante en las actividades de corte, acarreo, compactación y nivelación, más la ubicación de un área específica para el estacionamiento de la maquinaria, puede aminorar grandemente el impacto esperado, por lo que vemos que el escenario esperado seria de moderado bajo.

Tabla 12: Valoración de Importancia "MOVIMEINTO DE MAQUINARIA PESADA - APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"MOVIMEINTO DE MAQUINARIA PESADA - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												44.875
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	8	2	4	1	1	1	4	4	1	4	48
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	8	2	4	1	1	1	4	4	1	4	48
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	12	2	4	1	1	1	4	4	1	4	60
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	2	4	4	1	4	67
Tierra - Compactación y Asientos	-	8	2	4	4	2	1	4	4	1	4	52
Fauna - Roedores	-	2	2	4	4	1	1	4	4	1	1	30
Fauna - Insectos	-	1	2	4	4	1	1	4	4	1	1	27
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	2	4	4	1	1	4	4	1	1	27
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												27.75
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	2	4	1	1	1	4	4	1	1	24
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	27

Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	27
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	2	2	4	4	4	2	4	4	1	4	37
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	2	4	4	2	1	4	4	1	2	32
Fauna - Roedores	-	1	2	4	2	1	1	4	4	1	1	25
Fauna - Insectos	-	1	2	4	2	1	1	4	4	1	1	25
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	2	4	2	1	1	4	4	1	1	25

En el caso de la compactación y asientos como comentamos anteriormente se refiere específicamente a la ejecución de esta actividad y el impacto que ejerce sobre el suelo al igual que la actividad anterior, si no se ejercen las labores de supervisión se espera un escenario severo en cuanto a los impactos a esperarse, en cambio el llevar a cabo medidas de mitigación y una supervisión adecuada y responsable, aminorarían grandemente estos impactos llevándoles a la categoría de moderados.

Tabla 13: Valoración de Importancia "COMPACTACION DE CAMINOS - APERTURA DE CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"COMPACTACION DE CAMINOS - APERTURA DE CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Tierra - Compactación y Asientos	-	8	4	4	4	4	1	4	4	1	8	62
Tierra - Características Físicas	-	8	4	4	4	4	1	4	4	1	8	62
Tierra - Permeabilidad	-	8	4	4	4	4	1	4	4	1	8	62
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	2	4	4	4	1	4	4	1	8	40
Tierra - Características Físicas	-	2	2	4	4	4	1	4	4	1	8	40
Tierra - Permeabilidad	-	2	2	4	4	4	1	4	4	1	8	40

Otra de las actividades de mayor impacto a considerarse dentro de la apertura de camino es la modificación de la escorrentía superficial, es claro que para el mantenimiento y el correcto drenaje del camino se deben de ejecutar algunas actividades de modificación de quebradas o la construcción de diques, el no hacerlo sería considerado como una actividad sin medidas de mitigación, o el hacerlo sin la correcta identificación de las quebradas y áreas susceptibles a daño por acción hídrica. Bajo este escenario tenemos que la importancia de los impactos producto de esta actividad llega a ser severos altos, y que el llevar a cabo las acciones correctas para la ejecución de la intercepción de drenajes aminoraría considerablemente el impacto a moderado.

Tabla 14: Valoración de Importancia de "INTERCEPCION, DRENAJE Y MANEJO DE AGUAS PLUVIALES - APERTURA DE CAMINOS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"INTERCEPCION, DRENAJE Y MANEJO DE AGUAS PLUVIALES - APERTURA DE CAMINOS"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	73.625
Tierra - Erosión	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Modificación Morfológica de Cuencas	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Morfología de las Laderas	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Tierra - Sedimentación	-	12	4	4	4	4	2	4	4	4	4	74
Agua - Velocidad de la Corriente Superficiales	-	12	4	4	4	1	2	4	4	4	4	71
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
	-	1	2	2	4	4	2	4	4	4	2	35.875
Tierra - Erosión	-	1	2	2	4	4	2	4	4	4	2	33
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	2	1	2	4	4	2	4	4	4	4	36
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	2	4	2	4	4	2	4	4	4	4	42
Tierra - Modificación Morfológica de Cuencas	-	2	4	2	4	4	2	4	4	4	4	42
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	2	1	1	4	4	2	4	4	4	2	33
Tierra - Morfología de las Laderas	-	2	1	1	4	4	2	4	4	4	4	35
Tierra - Sedimentación	-	1	1	2	4	4	2	4	4	4	2	31
Agua - Velocidad de la Corriente Superficiales	-	2	2	4	4	1	2	4	4	4	2	35

De la misma forma que para la apertura de caminos, la adecuación de las áreas donde se colocaran las plataformas de perforación tendrán las mismas afectaciones, pero en una escala mucho más baja, puesto que la superficie a afectar no es considerablemente grande (25 m x 25 m). Como se ha comentado las actividades iniciales son las más impactantes, en este caso la poda y derribo de árboles esta prevista a generar impactos directos importantes, aunque en extensión no son tales. Al no ejecutar medidas de mitigación, orientadas a definir claramente el área de implantación de cada plataforma, podría ocasionar que se afecte más área de la necesaria, provocando todos estos impactos hacia el factor tierra, tal y como se muestra en la tabla a continuación. La calidad ambiental en escala de importancia para esta actividad tendría entonces una magnitud de moderada alta. En cambio el llevar a cabo las medidas de mitigación correspondientes nos llevarían a una importancia de impacto de moderado bajo.

Tabla 15: Valoración de Importancia "PODA Y DERRIBO DE ARBOLES - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"PODA Y DERRIBO DE ARBOLES - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											36.8888889
Aire - Calidad	-	1	1	4	4	1	1	1	4	1	1	22
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	2	4	2	2	1	4	4	1	4	38
Tierra - Erosión	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32
Tierra - Permeabilidad	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32
Flora - Cubierta vegetal	-	12	1	4	4	2	1	4	4	1	4	62
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	1	4	2	2	1	4	4	1	4	27
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	4	25
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	12	1	4	4	2	1	4	4	1	4	62
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											25.2222222
Aire - Calidad	-	1	1	4	4	1	1	1	4	1	1	22
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	2	1	4	2	2	1	4	4	1	2	28
Tierra - Erosión	-	1	1	4	1	2	1	4	4	1	2	24
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Tierra - Permeabilidad	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Flora - Cubierta vegetal	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	2	36

Igualmente la eliminación de la vegetación menor, desprovee completamente de protección a los suelos, por lo que se espera que haya una enorme presión sobre el factor tierra, por otro lado al ser directamente afectada la flora y al estar está íntimamente relacionada a la fauna, se esperan que la importancia por la ejecución de esta actividad hacia estos factores sea alta, más aun si dentro de las medidas no se contempla una correcta supervisión y se definen claramente las áreas de corte. De acuerdo a esto dentro de la valoración se determinó que la importancia relativa de esta actividad seria de moderada alta con una magnitud de 33, siendo por supuesto mayormente afectada la cubierta vegetal. Por otro lado, bajo condiciones óptimas de mitigación se estaría esperando un escenario mucho más alentados, llegando a ser la importancia esperada de tipo moderada baja, con una magnitud de 26 unidades en la escala de importancia.

Tabla 16: Valoración de Importancia "ELIMINACION DE LA VEGETACION MENOR - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"ELIMINACION DE LA VEGETACION MENOR - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												33.25
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	4	35
Tierra - Erosión	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
Tierra - Compactación y Asientos	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
Tierra - Permeabilidad	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
Flora - Cubierta vegetal	-	12	1	4	4	2	1	1	4	1	4	59
Flora - Productividad Ecosistémica	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Fauna - Roedores	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Fauna - Insectos	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	4	35
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												26.25
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27
Tierra - Erosión	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	30
Tierra - Compactación y Asientos	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	30
Tierra - Permeabilidad	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	30
Flora - Cubierta vegetal	-	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27
Flora - Productividad Ecosistémica	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Fauna - Roedores	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Fauna - Insectos	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Fauna - Perdida del Hábitat Silvestre	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27

Si se hace una comparación entre la magnitud calculada para la misma actividad en la apertura de camino y esta, veremos claramente que la primera es mayor considerablemente, esto debido a que la superficie afectada es en relación, más grande. Por otro lado, dentro del área de afectación para la implantación de las plataformas de perforación, no se tienen pendientes o quebradas que ocasionen por consiguiente que dentro del diseño de cada área se incorpore la corrección excesiva a través de rellenos y cortes. Sin embargo una mala ejecución de la actividad podría ocasionar que resultasen áreas afectadas, que no estén contempladas dentro del

proyecto, generando impactos adversos, bajo este escenario que se considera sin medidas de mitigación tendríamos una importancia de impacto esperada de 34 que corresponde a la categoría de moderado. En cambio al realizar las actividades de supervisión y control correspondientes, se puede aminorar el riesgo de afectación a áreas no contempladas, reduciendo la magnitud de importancia a 24, ubicándonos en una categoría de moderado.

Tabla 17: Valoración de Importancia "ACTIVIDADES DE CORTE, EXCAVACION Y NIVELACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE													
"ACTIVIDADES DE CORTE, EXCAVACION Y NIVELACION - PLATAFORMA"													
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA	
	N	A	I	E	M	P	R	S	A	E	P		M
	Proyecto Sin Medida de Mitigación												
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34.7777778	
Aire - Visibilidad	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34	
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	4	35	
Tierra - Erosión	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38	
Tierra - Compactación y Asientos	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38	
Tierra - Permeabilidad	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38	
Tierra - Sedimentación	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38	
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	4	35	
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	1	23	
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA	
	N	A	I	E	M	P	R	S	A	E	P		M
	Proyecto Con Medidas de Mitigación												
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23	
Aire - Visibilidad	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23	
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24	
Tierra - Erosión	-	1	1	2	4	2	1	4	4	1	2	25	
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	1	4	4	2	1	4	4	1	2	27	
Tierra - Permeabilidad	-	1	1	4	4	2	1	4	4	1	2	27	
Tierra - Sedimentación	-	1	1	2	4	2	1	4	4	1	2	25	
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24	
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	1	1	4	4	2	1	1	4	1	1	23	

Al igual que la valoración de esta misma actividad para la apertura del camino de acceso, el transporte de material de corte, aunque para este caso no será mucho, ejerce algún impacto sobre el factor aire, específicamente de la generación de ruido y partículas, dentro de las actividades de mitigación que se manejan para aminorar el impacto generado, está la contratación de pipas para la realización de riegos

constantes. El no llevar a cabo esta actividad nos presentaría un escenario de importancia de impacto de 34 que corresponde a una categoría de moderado alto, en cambio el ejecutar dichas actividades mejoraría grandemente este escenario llevándonos a una categoría de irrelevante, con una magnitud de 23.

Tabla 18: Valoración de Importancia "MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE CORTE Y EXCAVACION"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE CORTE Y EXCAVACION"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34
Aire - Visibilidad	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23
Aire - Visibilidad	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23

La valoración de esta actividad como se ha venido comentando es complementaria a la valoración de compactación. Aunque dentro del área para las plataformas, no tenga mucha importancia el valorar la compactación y asientos, para el caso de las áreas que puedan ser afectadas, fuera del polígono de las plataformas, producto de la poca supervisión, si deberá ser evaluada. Al igual que esto, la generación de polvo en forma de partículas y la alta posibilidad de tener fugas en los equipos pesados o la realización de actividades de reparación fuera de las áreas de afectación directa, son riesgos latentes que en una ejecución sin las medidas adecuadas de supervisión, podrían ocasionar un escenario como el que se presenta en la tabla, donde se prevé una magnitud de 35, categorizándose dentro de los impactos moderados altos. El escenario contrario a este nos da un valor de importancia de los impactos de 22, que nos ubica dentro de una categoría de irrelevantes.

Tabla 19: Valoración de Importancia "MOVIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"MOVIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											

Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	34
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	4	35
Tierra - Compactación y Asientos	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22.6666667
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	21
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	1	4	4	2	1	4	4	1	2	27

La ejecución de esta actividad es sin duda de mayor relevancia que en el caso de la compactación para la apertura del camino de acceso, esto debido a que se producto de las necesidades y requerimientos de preparación de sitio, para las plataformas, se requiere el que se lleve a cabo una compactación arriba del 90% Proctor, y que además de eso, se haga un enriquecimiento del material de suelo a compactar y se agreguen otras capas de materiales arcillosos y bituminosos, tal y como se describe en los aspectos técnicos al proyecto, que se muestran en acápite anteriores. La realización correcta de estas actividades requiere por parte de la empresa ejecutora, una supervisión constante y un análisis contante de la calidad y compactación alcanzada, esto con el fin de encontrarse dentro de lo estimado. La no realización de esta supervisión, genera la posibilidad que los contratistas para dicha actividad, realicen o ejecuten mal la obra y no que se espere una importancia moderada con una magnitud de 38. En cambio la correcta ejecución y supervisión de la misma nos lleva a un escenario irrelevante con una magnitud de 22. Cabe mencionar que los impactos producto de esta mala ejecución se verán al momento que se dé un mal comportamiento de la impermeabilización producto de derrames.

Tabla 20: Valoración de Importancia "COMPACTACION DE LAS AREAS DE PLATAFORMAS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"COMPACTACION DE LAS AREAS DE PLATAFORMAS"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											38
Tierra - Compactación y Asientos	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
Tierra - Características Físicas	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
Tierra - Permeabilidad	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20
Tierra - Características Físicas	-	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	21
Tierra - Permeabilidad	-	1	1	4	2	2	1	4	4	1	2	25

Esta actividad es de vital importancia, no solamente por los impactos que pueda causarse producto de la modificación de drenajes, sino también a lo que implica una mala toma de decisiones en cuanto al manejo del agua para el proyecto, ya que una avenida dentro del área de instalaciones podría ocasionar grandes pérdidas e impactos ambientales. Es así que dentro de las medidas de mitigación, realmente se debe de incorporar un correcto análisis de escorrentías, un correcto diseño de desviación y amortiguamiento de velocidades y por otro lado, una constante supervisión, responsable. El no realizar esto correctamente nos presenta un escenario de importancia con una categoría de severo, con una magnitud de 56, en cambio el llevar a cabo las actividades acordes a lo que se mencionó, nos llevaría a una categoría de moderado, con una magnitud de 29.

Tabla 21: Valoración de Importancia "INTERCEPCION, MODIFICACION, CONDUCCION Y MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"INTERCEPCION, MODIFICACION, CONDUCCION Y MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
	-	12	1	4	4	2	1	4	4	1	4	56.25
Tierra - Erosión	-	12	1	4	4	2	1	4	4	1	4	62
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	8	2	4	4	2	1	1	4	1	4	49
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	8	2	4	4	2	1	1	4	1	4	49
Agua - Velocidad de la Corriente Superficiales	-	12	4	4	2	1	1	4	4	1	4	65
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	29.75
Tierra - Erosión	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	30
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	2	1	4	4	2	1	1	4	1	4	29
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	2	1	4	4	2	1	1	4	1	4	29
Agua - Velocidad de la Corriente Superficiales	-	2	2	4	2	1	1	4	4	1	4	31

Esta actividad es similar a la correspondiente de la creación del camino de acceso. Para este caso, la ejecución de tomar en consideración las medidas de mitigación correspondientes nos lleva a una categoría de impacto severo alta, con una magnitud de 68, en cambio el llevar a cabo una correcta supervisión, selección de sitios para disposición de estéril (tiro), y medidas adecuadas para evitar que el material cause impactos aguas abajo, cambia totalmente el panorama, pasando a una categoría de moderado alto, con una magnitud de 29.

Tabla 22: Valoración de Importancia "VERTIDO DE MATERIAL DE CORTE EN AREAS ESPECÍFICAS - PLATAFORMAS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"VERTIDO DE MATERIAL DE CORTE EN AREAS ESPECIFICAS - PLATAFORMAS"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	X	O	E	V	I	C	F	R	C			
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											68.6
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	8	4	4	4	4	2	4	4	1	4	59
Tierra - Sedimentación	-	12	4	4	4	4	2	4	4	1	4	71
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	X	O	E	V	I	C	F	R	C			
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											29.6
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	2	30
Tierra - Sedimentación	-	1	1	4	4	2	2	4	4	1	2	28

A como se verá dentro de la valoración se tomó en consideración el traslado de diferentes equipos y el movimiento como tal de vehículos y maquinaria, esto debido a que las zonas de afectación indirecta corresponden a comunidades con caminos de acceso donde el flujo vehicular y las velocidades de circulación no son grandes, por otro lado, el acceso para vehículos muy anchos se vuelve difícil, teniendo que realizarse maniobras especiales y cuidadosas para evitar daños y afectaciones a personas o bienes privados. Producto de estas maniobras y cuidados para el ingreso de los equipos a las áreas de perforación, se espera que haya diversas inconformidades, principalmente causadas por las molestias al tráfico. Producto de esto el escenario encontrado sin las medidas de mitigación adecuadas nos brinda una categoría de moderado alto, con una magnitud de 28, en cambio el llevar a cabo las medidas correspondientes, baja considerablemente la magnitud a 21, ubicándonos dentro de la categoría de irrelevantes.

Tabla 23: Valoración de Importancia "TRASLADO DE PLATAFORMA Y EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE		
"TRASLADO DE PLATAFORMA Y EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA"		
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION	IMPORTANCIA

	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	RELATIVA
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	2	4	4	1	1	1	1	4	1	1	28
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21

De la misma manera que la anterior, el valor de importancia para los impactos esperados producto del transporte de oficinas y contenedores nos arroja a una categoría de importancia moderada alta, con una magnitud de 28, la cual se aminora al llevar a cabo las medidas de mitigación a una categoría de irrelevante, con una magnitud de 21.

Tabla 24: Valoración de Importancia "CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PORTATILES - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PORTATILES - PLATAFORMA"												
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	2	4	4	1	1	1	1	4	1	1	28
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21

Aunque el suministro de las condiciones básicas para la operación de las plataformas de exploración brindan una serie de impactos positivos, a causa de la demanda de materiales, bienes y servicios, existen algunas necesidades que se deben de cubrir que generan impactos ambientales, como por ejemplo, la necesidad de utilización del rellenos sanitario para la disposición final de los residuos no peligrosos, esto previo acuerdo con el municipio. Para el caso del proyecto, el sitio más cercano para la realización de esta actividad está en el municipio de El Viejo. Por otro lado, también dentro de los servicios necesarios está el suministro de agua, la cual es abastecida en la zona por pequeños manantiales u "ojos de agua" de los cuales se presentan información en acápite anteriores. Debido a que en la zona hay una fuerte presión por la falta del recurso agua, la utilización de agua por parte del proyecto, abastecida por la piscina de Potosí genera un impacto importante, que de acuerdo a la valoración, sin tomar las medidas de mitigación adecuadas nos generan una importancia de impactos moderado alto, con una magnitud de 47 y para el caso de la aplicación de medidas para

evitar tanto contaminación como para asegurar un caudal ecológico que incorpore las necesidades de la población, nos llevaría a una categoría, igualmente moderada, pero con una magnitud mucho más baja de 30.

Tabla 25: Valoración de Importancia "SUMINISTRO DE CONDICIONES BASICAS PARA LA OPERACIÓN - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"SUMINISTRO DE CONDICIONES BASICAS PARA LA OPERACIÓN - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	2	1	4	2	4	1	4	4	1	4	47
Infraestructura - Pozos Comunales para Abastecimiento de Agua	-	12	2	4	2	1	2	4	4	1	4	62
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	1	1	4	2	4	1	4	4	1	2	27
Infraestructura - Pozos Comunales para Abastecimiento de Agua	-	4	1	4	2	1	2	4	4	1	2	34

Aunque el armado de los equipos de perforación es una actividad que en si no genera gran cantidad de impactos, si puede contemplar la generación de residuos, tales como material de embalajes, residuos metálicos por adecuación, botes y latas de lubricantes y punturas, entre otras. Debido a la lejanía del proyecto, el tema de generación de residuos se vuelve complicado importante en cuanto a impactos, si no se logra manejar adecuadamente. Tomando esto en consideración observamos que en la valoración sin medidas de mitigación tenemos un escenario moderado, con una magnitud de 41 puntos. Esto se presenta igualmente para un escenario con medias de mitigación, ya que se debe mantener contante vigilancia en el tema de residuos.

Tabla 26: Valoración de Importancia ARMADO DEL EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
ARMADO DEL EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	8	1	4	2	1	1	4	4	1	4	47
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	1	4	2	2	1	4	4	1	4	36

Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	4	2	4	2	4	1	4	4	1	4	40
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											41
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	8	1	4	2	1	1	4	4	1	4	47
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	1	4	2	2	1	4	4	1	4	36
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	4	2	4	2	4	1	4	4	1	4	40

La actividad de excavación de unidades de sedimentación (fosa de lodos y pila de recortes), es otra actividad que no se escapa de la realización en la preparación de sitio, esto debido a la gran importancia que tienen en la sedimentación de sólidos provenientes de los lodos lubricantes de perforación, lo cual funciona para la reutilización de estos mismos lubricantes en el proceso, hasta que el mismo ya no tiene las características y propiedades para ser utilizado nuevamente. Esta unidad en si está conformada por dos secciones, la primera orientada a la sedimentación y la segunda a la contención de material gastado. Como todo proceso de excavación los impactos están más relacionados a la generación de partículas, pérdida de visibilidad, utilización de bancos de material estéril y el vertido mismo del material de excavación en estos bancos. Estas afectaciones al no ser controladas pueden tener impactos altos, de forma puntual, que aunque no se encuentren inmersos dentro de núcleos poblacionales, esto no quiere decir que el impacto no se presenten, en este sentido, luego de la valoración bajo el escenario sin medidas de mitigación, la categoría de importancia para esta actividad es de moderada con una magnitud de 39, bajando esta magnitud a 25, quedando en la frontera de los escenarios de irrelevante a moderado.

Tabla 27: Valoración de Importancia "EXCAVACION DE UNIDADES DE SEDIMENTACION - PLATAFORMAS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE PREPARACION DE SITIO, APERTURA DE CAMINO Y MONTAJE												
"EXCAVACION DE UNIDADES DE SEDIMENTACION - PLATAFORMAS"												
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											39.4
Aire - Temperatura	-	1	1	4	1	4	1	1	4	1	1	22
Aire - Visibilidad	-	8	1	4	1	1	1	4	4	1	1	43
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	8	1	4	1	4	1	4	4	1	4	49
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	8	1	4	1	4	1	4	4	1	4	49
Tierra - Características Físicas	-	2	1	4	4	4	1	4	4	1	4	34
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											25.6
Aire - Temperatura	-	1	1	4	1	4	1	1	4	1	1	22

Aire - Visibilidad	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	1	1	4	1	4	1	4	4	1	2	26
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	4	1	4	1	4	4	1	2	26
Tierra - Características Físicas	-	2	1	4	4	4	1	4	4	1	2	32

6.4.2. Fase de funcionamiento y mantenimiento

La fase de funcionamiento y mantenimiento al igual que la anterior, presenta sus propios impactos ambientales, estos orientados más a la generación de residuos, la potencialidad de contaminación con aceites, lubricantes y materiales considerados como peligrosos.

Otro de los efectos que se consideraron en la valoración es el impacto producto de la circulación vehicular, esto debido a que la zona de ubicación de las plataformas se encuentra en zona rural con alta marginación, por lo que la circulación vehicular en el flujo que requerido en el proyecto resultara extraño tanto para los pobladores como para la fauna de la zona, generando molestias. Se prevé impactos asociados como el de las afectaciones al factor ambiental aire, el cual con la generación de partículas (polvo), puede generar molestias a las personas tanto dentro de sus casas como a los transeúntes. En este sentido la importancia de los impactos producto de esta actividad se espera sea de tipo moderada, con una magnitud de 38, sin embargo tomando algunas medidas de mitigación, como el riego constante de caminos de acceso y el control de la velocidad de circulación para los vehículos podría aminorar el impacto a irrelevantes con una magnitud de importancia de 23.

Tabla 28: Valoración de Importancia "CIRCULACION DE VEHICULOS LIGEROS - CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"CIRCULACION DE VEHICULOS LIGEROS - CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	E	V	I	C	F	R	C		
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											38
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	8	2	4	1	1	1	4	4	1	4	48
Aire - Visibilidad	-	8	2	4	1	1	1	4	4	1	4	48
Fauna - Destrucción Directa	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Fauna - Roedores	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Fauna - Otros Vertebrados	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	8	2	4	2	1	1	4	4	1	4	49
Humanos - Molestias Peatonales	-	8	2	4	2	1	1	4	4	1	4	49
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	8	2	4	2	1	1	4	4	1	4	49
Humanos - Desarmonía de la Población para con el Proyecto	-	8	2	4	2	1	1	4	4	1	4	49

CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	E	V	I	C	F	R	C		
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23.1818182
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Aire - Visibilidad	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Fauna - Destrucción Directa	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23
Fauna - Roedores	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Desarmonía de la Población para con el Proyecto	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24

Al igual que la valoración anterior, para el impacto generado por la circulación de maquinaria pesada y transporte de carga, se esperan los mismos impactos. Para este caso la importancia de impactos ambientales presentados por la actividad no brinda una categoría de moderada con una magnitud de 31 puntos, en cambio el llevar a cabo las actividades de mitigación como el riego constante para aminorar la generación de polvo y el control de la velocidad de circulación, la importancia de los impactos esperados es de 23 en orden de magnitud lo que nos brinda una categoría de irrelevantes.

Tabla 29: Valoración de Importancia "CIRCULACION DE MAQUINARIA DE CARGA PARA TRANSPORTE DE INSUMOS - CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"CIRCULACION DE MAQUINARIA DE CARGA PARA TRANSPORTE DE INSUMOS - CAMINO"												
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	E	V	I	C	F	R	C		
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											31.4545455
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36
Aire - Visibilidad	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36
Fauna - Destrucción Directa	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Fauna - Roedores	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Fauna - Otros Vertebrados	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
Humanos - Molestias Peatonales	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37

Humanos - Desarmonía de la Población para con el Proyecto	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37								
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA								
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M									
	A	X	O	E	V	I	C	F	R	C	Proyecto Con Medidas de Mitigación									
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19								
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19								
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26								
Aire - Visibilidad	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26								
Fauna - Destrucción Directa	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23								
Fauna - Roedores	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23								
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	23								
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24								
Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24								
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24								
Humanos - Desarmonía de la Población para con el Proyecto	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24								

Por otro lado, para mantener una constante adecuación de los caminos tanto el actual como los nuevos accesos a las plataformas, se hará necesaria la realización de actividades de mantenimiento y como es de esperarse el factor ambiental aire, a través de la generación de gases, partículas y ruido, se ve afectado. Pero además se prevé molestias por parte de las personas, como impactos asociados a los que se prevé en el factor ambiental aire. Dentro de nuestra valoración, sin tomar en consideración las medidas de mitigación necesarias, se presenta un escenario moderado con una magnitud de importancia de 33 puntos, en cambio contemplando las medidas de mitigación correspondientes este escenario cambia a irrelevante con una magnitud de importancia de 23.

Tabla 30: Valoración de Importancia "MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS DE ACCESO - CAMINOS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO																				
"MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS DE ACCESO - CAMINOS"																				
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA								
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M									
	A	X	O	E	V	I	C	F	R	C	Proyecto Sin Medida de Mitigación									
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24								
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24								
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36								
Aire - Visibilidad	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36								
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37								

Humanos - Molestias Peatonales	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N A	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23.1428571
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Aire - Visibilidad	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24

El servicio de suministro y mantenimiento de sanitarios portátiles es una actividad de gran importancia para el proyecto, por la lejanía del sitio. A nivel puntual, el manejo de estos sanitarios genera gran cantidad de malos olores producto de los gases que se generan en la descomposición de la materia orgánica.

Valorando lo antes mencionado el escenario esperado sin medidas de mitigación se espera sea de irrelevante con una magnitud de importancia de 23. En cambio, para el escenario de medidas de mitigación se espera que baje un poco la magnitud a 21, manteniéndose dentro de la categoría de irrelevante.

Tabla 31: Valoración de Importancia "SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE SANITARIOS PORTATILES - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE SANITARIOS PORTATILES - PLATAFORMA"												
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N A	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											23.5
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	1	4	2	1	1	4	4	2	1	27
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N A	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											21
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20

La ejecución de labores de mantenimiento y limpieza de las oficinas portátiles no representan gran importancia en términos de generación de impactos, sin embargo,

como ya comentamos la producción de residuos que vayan a depositar al relleno sanitario de El Viejo, en este caso, impacta por la utilización del mismo, por lo que cualquier actividad que sirva para el aminoramiento tanto de cantidad como de tipo de residuo, disminuirá también los impactos en el relleno sanitario.

En relación a esto, el tipo de impacto determinado para el escenario sin medidas de mitigación es de irrelevante con una magnitud de 20, en cambio, tomando en cuenta medidas para la disminución de residuos, podría disminuir en 2 puntos a magnitud de importancia, manteniendo al proyecto dentro de la categoría de irrelevante.

Tabla 32: Valoración de Importancia "MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE OFICINAS PORTATILES- PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE OFICINAS - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											20
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											18
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	18

El mantenimiento y reparación de la maquinaria de perforación, por su potencialidad en cuanto a la presencia de derrames de lubricantes de perforación al desmontar equipo o partes para la reparación, o la misma utilización de lubricantes en el proceso, presente un riesgo de contaminación por derrames o impregnación de otros materiales, que los consideraría ahora como residuos peligroso. Para la valoración a continuación se toma en consideración además de la generación de ruido, la importancia en la contaminación por derrames y vertidos. Bajo estas condiciones sin tomar en consideración ningún tipo de medida para controlar esto, el escenario esperado para la actividad será de moderado con una magnitud de 42. En cambio tomando en consideración algunas medidas y procedimiento para el manejo, desmontaje y buenas prácticas en relación a los mantenimientos nos llevaría a una categoría de moderado, dentro del margen de irrelevante con una magnitud de importancia de 25.

Tabla 33: Valoración de Importancia "MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO		
"MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA DE PERFORACION - PLATAFORMA"		
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION	IMPORTANCIA

	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	RELATIVA
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	8	1	4	4	4	2	4	4	2	4	54
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	8	1	4	4	4	1	4	4	2	4	53
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	8	1	4	4	4	2	4	4	2	4	54
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	4	2	2	2	4	4	1	2	26
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	2	1	4	2	4	1	1	4	2	2	28
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	2	1	4	2	4	1	1	4	2	2	28
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	2	1	4	2	4	1	1	4	2	2	28
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	4	2	2	2	4	4	1	2	26

La actividad de mantenimiento y reparación de maquinaria pesada, aunque no se contempla mayor cantidad de maquinaria para la perforación, si es posible que se tenga algún equipo de este tipo. Las afectaciones esperadas o impactos, son similares al anterior, y básicamente se debe de tomar en cuenta algunas actividades y procedimientos para la disminución de riesgos de derrames.

Dentro de la valoración realizada, sin tomar en cuenta las medidas de mitigación, se espera un escenario moderado con una magnitud de 43. Tomando en cuenta las medidas de mitigación el escenario esperado es irrelevante con una magnitud de 22 puntos en la escala de importancia.

Tabla 34: Valoración de Importancia "MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA PESADA - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA PESADA - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	8	2	4	4	4	2	4	4	2	4	56
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	8	2	4	4	4	1	4	4	2	4	55
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	8	2	4	4	4	2	4	4	2	4	56
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	4	2	2	2	4	4	1	2	26
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17

Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	4	2	2	2	4	4	1	2	26

Igualmente dentro de la etapa de operación para la perforación exploratoria, se llevarán a cabo diversas maniobras y manipulación de químicos, aceites lubricantes, y combustibles de diversos tipos, estos considerados como peligrosos. La falta de procedimientos, y cuidado en el trasiego, retiro, vertido y almacenamiento de los mismos puede ocasionar contaminación dentro del área de las plataformas, que aun con la compactación que poseerá, el material contaminado con estas sustancias también se considera como peligroso. Es por esto que dentro de la valoración realizada, sin tomar en consideración las medidas de mitigación adecuadas, esperamos una importancia de los impactos con una magnitud de 56 que nos ubica en la categoría de severos. En cambio al tomar en cuenta todas las medidas para el control de estas actividades, el escenario llega a ser irrelevante con una magnitud de 23 puntos.

Tabla 35: Valoración de Importancia "TRASIEGO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"TRASVASO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											55.6666667
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	8	2	4	4	4	2	4	4	2	4	56
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	8	2	4	4	4	1	4	4	2	4	55
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	8	2	4	4	4	2	4	4	2	4	56
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23

Al igual que el anterior, las actividades de almacenamiento de combustibles, lubricantes y químicos de perforación ejercen un impacto identificado hacia el factor ambiental suelo por efectos de mal manejo en los mismos.

En la valoración realizada bajo el escenario sin medidas de mitigación se determinó una magnitud de importancia de 43 puntos que ubica la actividad en una escala de moderados, en cambio al llevar a cabo las medidas para el control y manejo de estas

sustancias, tenemos una categoría de importancia de irrelevante, con una magnitud de 22.

Tabla 36: Valoración de Importancia "ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y QUIMICOS DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y QUIMICOS DE PERFORACION - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											43.6666667
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	44
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	4	2	4	4	4	1	4	4	2	4	43
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	44
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	1	2	4	1	1	4	2	2	22
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	1	2	4	1	1	4	2	2	22
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	1	2	4	1	1	4	2	2	22

Haciendo una valoración de todos los residuos no peligrosos que se pueden generar dentro de las plataformas de perforación y considerando un escenario sin medidas de mitigación se espera una importancia de impacto de 70 puntos que ubica a la actividad dentro de la categoría de severo, en cambio al ejecutar las medidas correspondientes para la disminución tanto de la cantidad como del tipo, se espera una importancia de impactos de 22, que ubica a la actividad dentro de la categoría de irrelevante.

Tabla 37: Valoración de Importancia "GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											70
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	12	4	4	4	2	2	4	4	2	4	70
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22

Debido a que las actividades de perforación implica la utilización de lubricantes y combustibles para la maquinaria de perforación, además de la incorporación de agua dentro del proceso mismo, se espera el tener impactos relacionados la manipulación, manejo y uso general de estas sustancias, las cuales al no ser manejadas correctamente podrían generar impactos importantes al factor ambiental suelo. En la tabla a continuación se observa que bajo el escenario sin medidas de mitigación se espera una importancia de impactos de 67 que ubica a la actividad como severo. En cambio al llevar a cabo las medidas de mitigación, y procedimientos que aseguren el buen manejo de estas sustancias ubican a la actividad como irrelevante con una magnitud de importancia de 23.

Tabla 38: Valoración de Importancia "MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS-PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	O	E	V	I	C	F	R	C	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											67
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1 2	2	4	4	4	2	4	4	2	4	68
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1 2	2	4	4	4	1	4	4	2	4	67
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1 2	2	4	4	4	2	4	4	2	4	68
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	O	E	V	I	C	F	R	C	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23

Igualmente así como hay un uso de lubricantes y químicos de perforación también hay una generación de los mismos pasada su vida útil, considerándolos como residuos. Para esto hay que tener un manejo que permita el retirar estos residuos por una empresa especializada y que la misma le de tratamiento y disposición final adecuado. El no tener en consideración medidas apropiadas para este manejo puede arrojar una importancia de impactos ambientales producto de la actividad que nos ubicarían dentro de la categoría de severo, con una magnitud de 65. En cambio el hacer este manejo responsablemente disminuiría esta condición a una categoría de irrelevante con una magnitud de 23.

Tabla 39: Valoración de Importancia "TRASVASO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"TRASVASO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											65.6666667
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	1	4	4	4	2	4	4	2	4	66
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	12	1	4	4	4	1	4	4	2	4	65
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	12	1	4	4	4	2	4	4	2	4	66
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos de Manejo Especial	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23

Como residuos por el uso de sustancias químicas y lubricantes para la perforación tenemos las actividades de sedimentación de lodos, además del secado o deshidratado y almacenamiento para su manejo final. Para esto se deben de considerar acciones orientadas a la disminución de la humedad de los lodos que salen del proceso, además de la correcta disposición o confinamiento. El no llevar a cabo o no contemplar esto, nos brinda una importancia de 66 puntos que ubica a la actividad dentro de la categoría de severo. En cambio el llevar a cabo un buen manejo de los lodos nos cambia un poco el panorama obteniendo un valor de importancia de 22 puntos, ubicando a la actividad dentro de la categoría de irrelevante.

Tabla 40: Valoración de Importancia "TRATAMIENTO Y SEDIMENTACION DE LODOS DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"TRATAMIENTO Y SEDIMENTACION DE EFLUENTES DE PERFORACION - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											66
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	2	4	4	2	4	68
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	1	4	4	2	4	67
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	2	4	4	2	4	1	2	4	63
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA

	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	A RELATIVA
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22.6666667
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	2	2	2	4	1	1	1	2	2	22

La recirculación de los lubricantes de perforación implica siempre la manipulación de las mismas, y en los volúmenes considerados es muy frecuente que se tengan algunos derrames, el riesgo de ocurrencia y la magnitud de los mismos está de acuerdo a los procedimientos que se tengan tanto para su manejo como para la ejecución de acciones por eventos de derrames. En la valoración bajo el escenario sin medidas de mitigación tenemos una importancia de impactos de 66 puntos que ubica a la actividad dentro de la categoría de severo, en cambio al incorporar todas aquellos procedimientos para la realización adecuada de la actividad, categorizan a la misma como irrelevante, con una magnitud de importancia de 22 puntos.

Tabla 41: Valoración de Importancia "RECIRCULACION DE LUBRICANTES DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"RECIRCULACION DE LUBRICANTES DE PERFORACION - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											66
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	2	4	4	2	4	68
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	1	4	4	2	4	67
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	2	4	4	2	4	1	2	4	63
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	M O	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22.6666667
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	6	2	2	4	1	1	1	2	2	22

La perforación exploratoria es la actividad más importante, por la cual se está llevando a cabo el presente estudio, como tal demanda una serie de insumos que hemos evaluado en las matrices anteriores y además ejerce por si sola impactos hacia los factores ambientales aire, suelo y hacia la población y su economía. Este último con varios impactos positivos que se presenten en la matriz de chequeo. De la valoración

realizada bajo el escenario sin medidas de mitigación vemos que la importancia de los impactos ubican a la actividad en una categoría de moderado, esto por lo estacional y puntual de su actividad. En cambio al llevar a cabo las medidas de mitigación correspondientes se llega a una categoría de irrelevante con una magnitud de 24.

Tabla 42: Valoración de Importancia "ACTIVIDAD DE PERFORACION EXPLORATORIA - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO												
"ACTIVIDAD DE PERFORACION EXPLORATORIA - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												46.8333333
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	8	2	4	2	1	2	4	4	1	4	50
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	1	4	1	1	1	1	4	4	4	28
Aire - Temperatura	-	1	2	4	1	1	1	4	4	1	4	27
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	1	4	4	2	4	67
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	12	2	4	4	4	1	4	4	2	4	67
Tierra - Subsistencia del Terreno	-	1	2	1	4	4	1	4	4	1	8	34
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	12	2	2	4	4	2	4	1	2	4	63
Agua - Contaminación de Acuíferos	-	12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	80
Infraestructura - Pozos Comunales para Abastecimiento de Agua	-	12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	80
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	1	22
Pobla. Y Econo. - Movimientos Migratorios	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	1	22
Pobla. Y Econo. - Núcleos Poblacionales Emergentes	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	1	22
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												24.25
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	20
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17
Aire - Temperatura	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	23
Tierra - Subsistencia del Terreno	-	1	1	1	4	4	1	4	4	1	8	32
Agua - Derrame de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	2	2	2	4	1	1	1	2	2	22
Agua - Contaminación de Acuíferos	-	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4	40
Infraestructura - Pozos Comunales para Abastecimiento de Agua	-	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4	40
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	1	1	1	2	2	2	1	4	1	1	19
Pobla. Y Econo. - Movimientos Migratorios	-	1	1	1	2	2	2	1	4	1	1	19
Pobla. Y Econo. - Núcleos Poblacionales Emergentes	-	1	1	1	2	2	2	1	4	1	1	19

6.4.3. Fase de abandono

La fase de abandono corresponde a una etapa que se define únicamente hasta obtener resultados de la actividad exploratoria, ya que a diferencia de otros proyectos es latente que para este caso haya una segunda etapa relacionada con la explotación del recurso, si se determina que tiene el potencial de generación esperado. En todo caso para efectos de la valoración se tomara en consideración una valoración bajo condiciones de abandono, sea temporal o total de las áreas de perforación exploratoria.

En este sentido, como se ve en la tabla a continuación, aun cuando se abandone el proyecto se debe de contemplar un último mantenimiento a los caminos de acceso, en los transeptos que estén relacionados a la movilidad y acceso de las mismas comunidades. Las medidas de mitigación para la realización de esto, son orientadas a la disminución de la generación de polvo y las molestias a los pobladores de la zona. Haciendo la valoración bajo el escenario sin medidas de mitigación vemos que la importancia de impactos ambientales de la actividad es de 33 puntos que la ubica en la categoría de moderado. En cambio bajo el escenario que contempla las medidas de mitigación correspondientes se espera un valor de importancia de 23 puntos ubicando a la actividad dentro de la categoría de irrelevante.

Tabla 43: Valoración de Importancia "MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CAMINOS DE ACCESO - CAMINO"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CAMINOS DE ACCESO - CAMINO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	O	E	V	I	C	F	R	C	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											33
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36
Aire - Visibilidad	-	4	2	4	1	1	1	4	4	1	4	36
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
Humanos - Molestias Peatonales	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	4	2	4	2	1	1	4	4	1	4	37
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
	A	X	O	O	E	V	I	C	F	R	C	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											23.1428571
Aire - Gases Extraños (Gases Vehículos, Perforación, Otros)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Aire - Visibilidad	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	2	26
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24

Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	2	1	1	4	4	1	2	24

Al igual que las actividades de traslado de las unidades de perforación hacia las áreas correspondientes, también en la etapa de abandono se debe de contemplar el desmontaje y retiro de las mismas. Haciendo una valoración bajo el escenario sin medias de mitigación encontramos que la importancia de los impactos, producto de esta actividad, es moderada con una magnitud de 35 puntos, en cambio, al realizar las medidas de mitigación correspondientes la importancia de los impactos baja a 24, ubicándose en la categoría de irrelevante.

Tabla 44: Valoración de Importancia "DESMONTAJE Y RETIRO DE EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"DESMONTAJE Y RETIRO DE EQUIPO DE PERFORACION - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	8	1	4	4	4	1	4	4	1	4	52
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	40
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	4	2	4	1	1	1	1	4	1	2	31
Humanos - Molestias Peatonales	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	2	25
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	4	2	4	1	1	1	1	4	1	2	31
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	2	1	4	4	4	1	4	4	1	4	34
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	31
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19

Al igual que el anterior la magnitud de importancia de los impactos producto de la ejecución de esta actividad, sin tomar en consideración las medidas de mitigación correspondientes nos da como resultado 32 puntos que ubica a la actividad dentro de la categoría de moderado. En cambio, tomando en consideración las medidas de mitigación correspondientes, ubican al proyecto en la categoría de irrelevante con una magnitud de importancia de impactos de 23.

Tabla 45: Valoración de Importancia "DESMONTAJE Y RETIRO DE OFICINAS Y BODEGAS MOVILES - PLATAFORMAS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"DESMONTAJE Y RETIRO DE OFICINAS Y BODEGAS MOVILES - PLATAFORMAS"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												32.2
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	40
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	2	1	4	4	4	1	4	4	1	4	34
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	4	2	4	1	1	1	1	4	1	2	31
Humanos - Molestias Peatonales	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	2	25
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	4	2	4	1	1	1	1	4	1	2	31
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												23
Tierra - Derrames de Sustancias o Residuos Peligrosos	-	1	1	4	4	4	1	4	4	1	2	29
Tierra - Vertido de Residuos Peligrosos	-	1	1	4	4	4	1	4	4	1	2	29
Humanos - Molestia a Propietarios de Casas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Humanos - Molestias Peatonales	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
Humanos - Molestias al Tráfico Cotidiano	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19

Al igual que las fases anteriores, la evacuación de los residuos sólidos no peligrosos ejerce una presión sobre el relleno sanitario o botadero de la municipalidad de El Viejo, donde aunque el manejo es deficiente, se está aportando al volumen en menor medida de generación. Sin tomar en consideración un correcto manejo de estos residuos, desconociendo incluso el sitio de disposición, se tiene un escenario de valoración de importancia para la actividad de 70 puntos, ubicándolo como un impacto severo. En cambio el llevar a cabo las medidas correspondientes para el buen manejo de los mismos, cambia el panorama, obteniendo una magnitud de importancia de 22 puntos, ubicándolo como irrelevante.

Tabla 46: Valoración de Importancia "RETIRO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"RETIRO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
												70
Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	12	4	4	4	2	2	4	4	2	4	70
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											
												22

Infraestructura - Vertedero de Residuos	-	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En el caso del retiro y última limpieza en el sitio de los sanitarios portátiles, es la misma situación. Haciendo la valoración bajo el escenario sin medidas de mitigación, se determina que la magnitud de importancia de impactos esperada de es 20 puntos, ubicándolo como irrelevante, este comportamiento es el mismo, al tomar en consideración las medidas de mitigación correspondientes.

Tabla 47: Valoración de Importancia "LMPIEZA Y RETIRO DE LOS SANITARIOS PORTATILES - PLATAFORMAS"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO															
"LMPIEZA Y RETIRO DE LOS SANITARIOS PORTATILES - PLATAFORMAS"															
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA			
	N	A	I	E	X	O	M	P	R	S	A		E	P	M
	Proyecto Sin Medida de Mitigación														
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20			
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20			
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA			
	N	A	I	E	X	O	M	P	R	S	A		E	P	M
	Proyecto Con Medidas de Mitigación														
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20			
Infraestructura - Alcantarillados Sanitarios / Redes Agua Potable	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20			

La restauración de las condiciones físicas de los terrenos de perforación, aun cuando no se recuperan totalmente, trae consigo la generación de impactos específicos como la generación de material particulado, además del riesgo de erosión. Realizar esta actividad sin llevar a cabo medidas de mitigación nos da una magnitud de importancia de los impactos de 30 puntos, ubicándolo en la categoría de moderado.

El realizar algunas acciones de riego para evitar la generación de polvo al momento de escarificar el suelo compactado y la reforestación o revegetación de las áreas, aminora considerablemente el efecto de esta actividad, obteniéndose una magnitud de importancia de 22 puntos, ubicándolo como irrelevante.

Tabla 48: Valoración de Importancia "DESCOMPACTACION DE SUELO Y REFORESTACION - PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"DESCOMPACTACION DE SUELO Y REFORESTACION - PLATAFORMA"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	1	30
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	1	25

Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	2	1	4	1	1	1	4	4	1	4	28
Tierra - Erosión	-	4	1	2	4	2	1	4	4	2	4	37
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											22.6666667
Aire - Contaminación Sonora (Ruido)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22
Tierra - Erosión	-	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	24

La ejecución de este proyecto trae consigo una serie de impactos positivos como la generación de empleos estacionales y fijos, y por consiguiente la producción de una dinámica comercial y de gasto dentro de las comunidades aledañas, aunque en magnitud el aporte de dinero y dinámica comercial no es muy grande, si lo es para las comunidades como tal, por lo que las actividades de despido de personal afectan grandemente las economías familiares. Es ahí donde los programas de gobierno que se estén ejecutando funcionan como un soporte y respaldo, sino seguro y grande, al menos para subsistir dentro de la zona, a como se ha venido dando desde antes de ejecutarse el proyecto. Las medidas de mitigación son imperceptibles para estos impactos, ya que el pago de liquidación es apenas un paliativo, es así que dentro de la valoración de importancia tanto para el escenario sin medidas de mitigación como para el escenario con medidas de mitigación, se espera una magnitud de 39 puntos, que ubica a la actividad en una escala moderada. No se espera un cambio en el orden de magnitud.

Tabla 49: Valoración de Importancia "PERSONAL CONTRATADO- PLATAFORMA"

VALORACION DE IMPORTANCIA NEGATIVA - ETAPA DE ABANDONO												
"CANCELACION Y LIQUIDACION DE PERSONAL CONTRATADO - PLATAFORMA"												
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Sin Medida de Mitigación											39.8571429
Pobla. Y Econo. - Empleo Estacional	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Empleo Fijo	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
Pobla. Y Econo. - Estructuras de la Población Activa	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Inversión y Gastos	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
Pobla. Y Econo. - Renta Perca pita	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Economía Local, Provisional	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
Pobla. Y Econo. - Comercialización de Producto	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
CARACTERÍSTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
	Proyecto Con Medidas de Mitigación											39.8571429
Pobla. Y Econo. - Empleo Estacional	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Empleo Fijo	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45

Pobla. Y Econo. - Estructuras de la Población Activa	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Inversión y Gastos	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
Pobla. Y Econo. - Renta Perca pita	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	1	33
Pobla. Y Econo. - Economía Local, Provisional	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45
Pobla. Y Econo. - Comercialización de Producto	-	8	2	4	2	2	2	1	4	1	1	45

VII. PRONOSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para el pronóstico de la calidad ambiental, tal y como se explicó en la metodología de valoración se lleva a cabo una tabla donde se presentan todas las magnitudes de importancia de cada uno de los impactos o cruces esperados entre las actividades a realizarse y los aspectos ambientales, esto para los escenarios Sin Medidas de Mitigación y Con Medidas de mitigación. Igualmente se hace la valoración de importancia de los factores ambientales tomando en consideración la no ejecución del proyecto y el nivel de importancia de afectación que podría tener el área, bajo condiciones naturales, ya que por la actividad humana y la presión de las comunidades por recursos, se ejerce un impacto. A continuación se brindan estas tablas condensadas de las valoraciones anteriores.

Tabla 50: "Valoración de factores ambientales bajo el desarrollo de las condiciones actuales de exploración y aprovechamiento de la tierra en las áreas contempladas por el proyecto"

"VALORACION DE FACTORES AMBIENTALES BAJO EL DESARROLLO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE EXPLORACION Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA EN LAS AREAS CONTEMPLADAS POR EL PROYECTO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N A	I X	E O	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
VALOR DE IMPORTANCIA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO SIN TOMAR EN CONSIDERACION ASPECTOS SOCIOECONOMICOS											26.3488372	
Aire - Calidad	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	1	27
Aire - Humedad Relativa	-	1	4	2	4	4	2	1	4	4	8	40
Aire - Contaminación Atmosférica (partículas)	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	1	27
Aire - Temperatura	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	1	27
Aire - Microclima	-	1	4	2	4	4	2	1	4	4	4	36
Aire - Evaporación	-	1	1	1	4	2	2	4	4	4	1	27
Tierra - Pérdida de Suelo Fértil	-	1	4	1	4	2	4	4	4	4	4	38
Tierra - Material de Construcción / Bancos de Préstamo	-	1	1	2	4	4	1	4	4	1	4	29
Tierra - Rellenos / Bancos de Tiro de Materiales	-	1	1	2	4	4	1	4	4	1	4	29

"VALORACION DE FACTORES AMBIENTALES BAJO EL DESARROLLO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE EXPLORACION Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA EN LAS AREAS CONTEMPLADAS POR EL PROYECTO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N A	I	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	
VALOR DE IMPORTANCIA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO SIN TOMAR EN CONSIDERACION ASPECTOS SOCIOECONOMICOS											26.3488372	
Tierra - Erosión	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Afectaciones a la Morfología de Quebradas y Cauces	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Modificación Morfológica de Microcuencas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Modificación Morfológica de Cuencas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Compactación y Asientos	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Subsistencia del Terreno	-	1	2	1	4	4	1	4	4	1	8	34
Tierra - Estabilidad de las Laderas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Morfología de las Laderas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Características Físicas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Tierra - Permeabilidad	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tierra - Sedimentación	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Agua - Calidad de Aguas Superficiales	-	1	1	1	4	2	2	4	4	2	4	28
Agua - Recursos Hídricos de Uso Humano	-	1	1	1	4	2	2	4	4	2	4	28
Agua - Contaminación de Acuíferos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua - Velocidad de la Corriente Superficiales	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Flora - Cubierta vegetal	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flora - Productividad Ecosistémica	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flora - Estabilidad Vegetativa de Laderas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Flora - Estabilidad de Ecosistemas	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Flora - Comunidades Vegetales	-	1	4	1	4	2	2	4	4	2	4	34
Fauna - Destrucción Directa	-	1	4	2	4	2	4	4	4	2	4	37
Fauna - Roedores	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauna - Insectos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauna - Otros Vertebrados	-	1	4	2	4	2	4	4	4	2	4	37
Fauna - Pérdida del Hábitat Silvestre	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje - Elementos Paisajísticos Singulares	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Paisaje - Vistas Panorámicas y Paisajes	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Paisaje - Calidad Panorámica	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Paisaje - Naturalidad del Paisaje	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Paisaje - Singularidad Panorámica o del Paisaje	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Paisaje - Morfología del Paisaje	-	1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	31
Productividad - Cambio de Uso de Suelo Agrícola / Ganadero	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Productividad - Protección a Inundaciones	-	1	2	1	4	4	1	4	4	2	0	27
Infraestructura - Pozos Comunales para Abastecimiento de Agua	-	4	2	1	4	4	2	1	4	2	0	34
VALOR DE IMPORTANCIA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO TOMANDO EN CONSIDERACION ASPECTOS SOCIOECONOMICOS											28.04	

"VALORACION DE FACTORES AMBIENTALES BAJO EL DESARROLLO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE EXPLORACION Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA EN LAS AREAS CONTEMPLADAS POR EL PROYECTO"												
CARACTERISTICAS / TIPO DE AFECTACION	ATRIBUTOS DE VALORACION											IMPORTANCIA RELATIVA
	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	
VALOR DE IMPORTANCIA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO SIN TOMAR EN CONSIDERACION ASPECTOS SOCIOECONOMICOS											26.3488372	
Pobla. Y Econo. - Estructuras de la Población Activa	-	4	2	0	2	0	2	1	4	0	4	29
Pobla. Y Econo. - Densidad Poblacional	-	4	2	0	2	0	2	1	4	0	4	29
Pobla. Y Econo. - Movimientos Migratorios	-	1	2	2	4	4	2	4	4	1	4	32
Pobla. Y Econo. - Núcleos Poblacionales Emergentes	-	1	1	1	4	4	2	4	4	1	4	29
Pobla. Y Econo. - Inversión y Gastos	-	8	4	4	0	0	2	4	4	0	4	50
Pobla. Y Econo. - Renta Perca pita	-	8	4	4	0	0	2	4	4	0	4	50
Pobla. Y Econo. - Economía Local, Provisional	-	8	4	4	0	0	2	4	4	0	4	50

Para la valoración de los factores ambientales sin tomar en consideración la ejecución del proyecto se realizó una división, la primera valorando los factores bajo un escenario unitario, donde no se contempla las afectaciones socioeconómicas que puede tener la comunidad, y la otra tomando en consideración esta. Retomando rápidamente las características de la zona, que se abordaron en capítulos anteriores, el tipo de vegetación existente es bastante reducido, más aun en las áreas de contempladas para la perforación exploratoria. Tanto la flora como la fauna tienen una gran presión por parte de las comunidades de bajos recursos donde se ejecutan técnicas de subsistencia basadas en la presión a los recursos ya raquícos de la zona. En este sentido dentro de la primera valoración de la línea de base o de los factores ambientales sin las medidas de mitigación nos arrojan una magnitud de importancia de afectación de 26 puntos, ubicándolo en una escala moderada baja. Ahora tomando en consideración las condiciones socioeconómicas en las que se desarrollan las comunidades de la zona la magnitud de importancia de las afectaciones producto del paso del tiempo es de 28 puntos, subiendo 2 unidades en la escala de importancia pero manteniendo la categoría de moderado.

En la tabla a continuación se presentan la valoración de importancia y el resultado final de la valoración bajo el escenario de proyecto sin medidas de mitigación, el cual es el escenario más drástico. De acuerdo a esta valoración la mayoría de los impactos ambientales y nivel de importancia se acumulan en la etapa de preparación de sitio y montaje de los equipos para la perforación, esto debido a que la mayoría de las actividades de alta afectación se encuentran ahí, como la de excavación y corte, principalmente para el camino de acceso, y la modificación de los drenajes pluviales. En cambio en la etapa de operación y mantenimiento se observa una baja densidad de afectación pero si es claro que tiene actividades de alto riesgo como es la manipulación,

trasvaso, uso, almacenamiento y sedimentación de lubricantes, combustibles, químicos de perforación y residuos peligrosos. Además de la demanda de agua.

Bajo estas condiciones de valoración encontramos que la calidad esperada en orden de importancia de impactos ambientales, sin tomar en consideración las medidas de mitigación correspondientes es de Moderado, con una magnitud de 46 puntos.

MAGNITUD DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS SOBRE LAS AREAS DE AFECTACION BAJO EL ESCENARIO CON MEDIDAS DE MITIGACION	PROYECTO DE " ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO GEOTERMICO VOLCAN COSIGUINA-FASE PERFORACION EXPLORATORIA"																											
	Fase de Preparación de Sitio, Apertura de Camino y Montaje															Fase de Funcionamiento												
	Poda y Derribo de Arboles	Eliminación de la Vegetación Menor	Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación	Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación	Vertido de Material de Corte en Áreas Específicas	Movimiento de Maquinaria Pesada	Compactación de Caminos	Intercepción, Drenaje y Manejo de Aguas Pluviales	Poda y Derribo de Arboles	Eliminación de la Vegetación Menor	Actividades de Corte, Excavaciones y Nivelación	Movimiento y Transporte de Material de Corte y Excavación	Movimiento de Maquinaria Pesada	Compactación de las Áreas de Plataformas	Intercepción, Modificación, Conducción y Manejo de Aguas Pluviales	Vertido de Material de Corte en Áreas Específicas	Traslado de Plataforma y Equipo de Perforación	Transporte de Oficinas y Contenedores Portátiles	Suministro de Condiciones Básicas para la Operación	Armado de los Equipos de Perforación	Excavación de Unidades de Sedimentación	Circulación de Vehículos Ligeros	Circulación de Maquinaria de Carga para Transporte de Insumos	Mantenimiento de los Caminos de Acceso	Suministro y Mantenimiento de Sanitarios Portátiles	Mantenimiento y Limpieza de Oficinas	Mantenimiento y Reparación de Maquinaria de Perforación	Mantenimiento y Reparación de Maquinaria Pesada
Provisional																												
Pobl. Y Econo. - Comercialización de Producto																												
# DE IMPACTOS NEGATIVOS DEL PROYECTO	20	21	28	3	8	8	3	8	9	12	9	3	3	3	4	5	1	1	2	3	5	11	11	7	2	1	5	5
VALOR DE IMPORTANCIA NEGATIVA PARA EL PROYECTO POR ACTIVIDAD IMPACTADA CON MEDIDAS DE MITIGACION	26	27	33	22	28	28	40	36	25	26	25	23	23	22	30	30	21	21	31	41	26	23	23	23	21	18	26	22

Para el caso de la valoración de los impactos ambientales y la calidad esperada en orden de importancia para el escenario de Proyecto Con Medidas de Mitigación, se llevó a cabo la construcción de una matriz, tal y como se muestra en la tabla anterior, en la cual se condensan todos los resultados de la valoración de importancia por factor y actividad. Al igual que el escenario Sin Medidas de Mitigación la acumulación de los impactos importantes dentro de la etapa de preparación de sitio, apertura de camino y montaje, aunque disminuyen en la magnitud de importancia no sucede así con la categoría de los mismos, ya que en su mayoría se mantienen en moderado. Para este escenario la magnitud de importancia determinado es de 27, y aunque la mayoría de los impactos en su totalidad son irrelevantes, el peso de aquellos relacionados a las actividades de corte, excavación, modificación de drenajes y escorrentías, y la manipulación de lubricantes, hacen que este se ubique todavía en una categoría de moderado, aunque con tendencia baja.

En la tabla que se muestra a continuación se lleva a cabo un resumen de los resultados obtenidos para los tres escenarios, y además se suma una valoración de importancia calculada para los cual se llevó a cabo el cálculo de la tendencia de los impactos ambientales bajo una regresión exponencial de orden 2, lo cual nos arroja, un ajuste de los valores de escenarios, esto lo hicimos con el fin de poder tener una comparativa y mecanismo para corroborar y corregir los valores obtenidos.

Tabla 52: Valoración de importancia de los impactos ambientales esperados para el proyecto de "Estudio de pre factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina - fase de perforación exploratoria"

VALORACION DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS PARA EL PROYECTO DE " ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO GEOTERMICO VOLCAN COSIGUINA - FASE DE PERFORACION EXPLORATORIA"		
ESCENARIOS	I. Calculada	I. Ajustada
Factores Ambientales Sin Proyecto	28.04	32.28
Proyecto Sin Medidas de Mitigación	46	41.76
Proyecto Con Medidas de Mitigación	27	28.42

Tal y como se puede observar en la gráfica a continuación existe un desplazamiento a la izquierda en cuanto al comportamiento de los datos respecto a los valores determinados, y una inflexión suavizada en comparación a nuestros datos. De acuerdo a esto ajustando el valor de la calidad en orden de importancia esperado para el escenario sin proyecto es de 32 puntos, manteniéndolo dentro de la categoría de Moderado y subiendo 4 puntos en la escala de importancia. Para el caso del escenario Con Proyecto Sin Medidas de Mitigación pasó de tener una magnitud de 46 puntos a un valor de 41 puntos bajando su magnitud por 5 puntos y manteniendo su categoría de moderado.

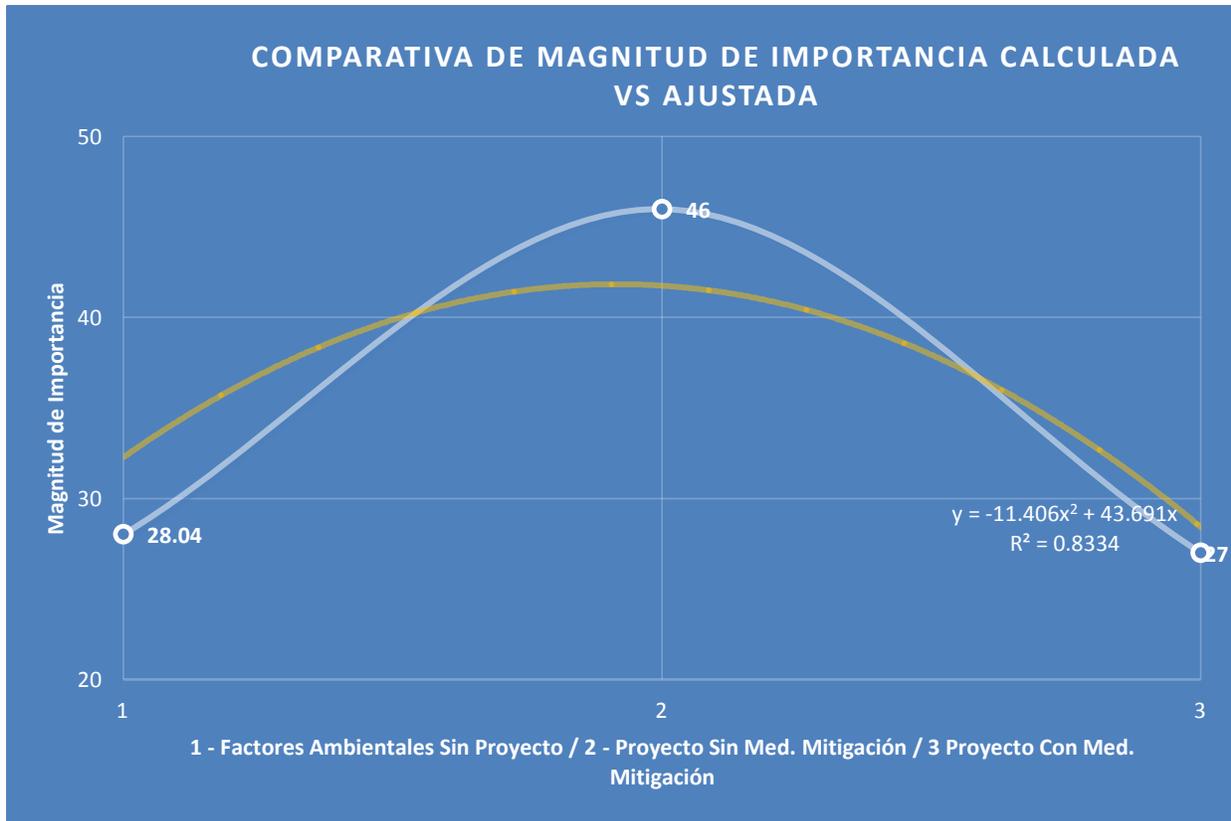


Figura 82. Comparativa de Magnitud de Importancia Calculada vs Ajustada

Ahora para el caso de condiciones reales del proyecto que corresponde al escenario de Proyecto Con Medidas de Mitigación la magnitud de importancia se ajusta 1 punto arriba, siendo ahora de 28, y manteniendo una categoría de Moderado, con tendencia baja, siendo este el resultado de esperado de la calidad esperada en orden de impacto para nuestro proyecto total.

VIII. IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo causante de daños con una determinada magnitud en un determinado lugar y en un determinado momento. El riesgo se refiere a personas o bienes materiales que están amenazados por determinados fenómenos naturales.

El manejo de riesgos surge de la necesidad de alcanzar una mejor calidad de vida para la población, prever contingencias y emergencias y minimizar los impactos que se producen por los procesos naturales de interacción entre el hombre y su entorno ambiental. El análisis de los riesgos no solo permite advertir la presencia de factores naturales o humanos que puedan generar las condiciones de un desastre, sino que también de su conocimiento se deriva la posibilidad de intervenir sobre ellos, modificando aquellas variables que influyen en la ocurrencia del desastre.

Nuestro país por su ubicación geográfica y su climatología es propenso a fenómenos naturales. Las amenazas que han afectado al municipio de Potosí por ejemplo son diversas según los registros históricos, entre ellas tenemos: inundaciones, sequías, incendios y sismos. Con el fin de prever los riesgos a los que pueden estar sometidas las áreas de afectación directa del proyecto, se lleva a cabo la metodología que se muestra a continuación.

7.1. Metodología para analizar los riesgos del proyecto

La metodología utilizada para el análisis del riesgo del proyecto ha sido diseñada y facilitada por el Dr. José Antonio Milán, la cual se describe a continuación:

Dentro de la teoría de los desastres el concepto de riesgo ha evolucionado hasta el punto de que existen innumerables definiciones que responden a una diversidad cada vez mayor de posiciones filosóficas. En este estudio se utilizará la definición simplificada de riesgo, entendida como la interacción entre la amenaza/peligro o posibilidad de afectación que pueda generar un evento externo a una población/infraestructura determinada y la vulnerabilidad o nivel de exposición/fragilidad de ésta ante dicha amenaza.

Este concepto hace alusión a un proceso donde el medio le imprime presión al estado de cosas establecido para las vidas humanas e infraestructuras existentes.

De acuerdo a lo anterior, para efectos del análisis de los riesgos antrópico-naturales a los que está sometido el proyecto y que eventualmente pudieran desencadenar algún desastre, ya sea al de la preparación de los sitios para habilitar las plataformas de perforación exploratoria o durante su funcionamiento o al momento de su abandono/cierre, se aplicó un procedimiento diseñado por el Sistema Nacional de Prevención de Desastres (SINAPRED) para valorar cada una de las principales amenazas de un territorio: inundaciones, erosión, inestabilidad de laderas, sismicidad, flujo de lodo y escombros y erupciones volcánicas.

Una vez que se realizaron estos dos procesos, se pudo establecer la interacción simple “amenaza/vulnerabilidad” y en consecuencia inferir cuáles el nivel del riesgo al que está sometido el proyecto. Para este fin se aplicaron los criterios de valoración según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 53: Criterios de valoración para las Amenazas

Amenaza	x	Vulnerabilidad	=	Riesgo	Criterio
Amenaza Alta	x	Vulnerabilidad Alta	=	Riesgo Alto	Corresponde al caso extremo donde se combinan las dos situaciones más severas: el elemento potencialmente más dañino frente al elemento con mayor predisposición a ser

					afectado.
Amenaza Alta	x	Vulnerabilidad Media	=	Riesgo Alto	El riesgo sigue siendo alto dada la fragilidad de los componentes territoriales del área de influencia a ser afectados por una amenaza alta que se cierne sobre ella.
Amenaza Alta	x	Vulnerabilidad Baja	=	Riesgo Medio	La vulnerabilidad baja atenúa los posibles impactos que se puedan generar por una amenaza severa.
Amenaza Media	x	Vulnerabilidad Alta	=	Riesgo Alto	Se considera que las condiciones de fragilidad en que se encuentran las vidas y bienes expuestos ante una amenaza, que si bien no es potencialmente la más dañina, sí puede generar daños considerables.
Amenaza Media	x	Vulnerabilidad Media	=	Riesgo Medio	Dado que la amenaza media no es tan potencialmente destructiva como si fuera la alta, pero teniendo en cuenta que existe predisposición a sufrir afectaciones por las condiciones locales, se valora esta situación como de riesgo medio.
Amenaza Media	x	Vulnerabilidad Baja	=	Riesgo Bajo	El hecho que la amenaza no encuentre las condiciones idóneas para causar destrucción, debido a la vulnerabilidad baja existente, se concluye que el riesgo que se genera en consecuencia es bajo.
Amenaza Baja	x	Vulnerabilidad Alta	=	Riesgo Medio	Las posibilidades de afectación están latentes ya que si bien la amenaza es baja, existe una total predisposición del área de influencia a sufrir daños considerables con muy poco esfuerzo.
Amenaza Baja	x	Vulnerabilidad Media	=	Riesgo Medio	El criterio es similar al anterior, donde predomina la

					posibilidad de que el área de influencia del proyecto sufra daños por la fragilidad en que se encuentran sus componentes territoriales.
Amenaza Baja	x	Vulnerabilidad Baja	=	Riesgo Bajo	Las posibilidades de que al área de influencia sufra daños son pocas porque el estado de los componentes territoriales es muy bueno y la amenaza está catalogada como baja.

Estos criterios de valoración final del riesgo se establecieron a partir de dos procesos: en primer lugar por el estudio razonado de información proveniente de los centros especializados en la materia que permitió estructurar las relaciones anteriores, y, posteriormente al someter a escrutinio dichos criterios ante especialistas nacionales en el ramo, los cuales dieron su visto bueno al cuadro resumen mostrado.

7.1.1. Análisis de la amenaza

- **Definición de Factores de Análisis por Tipo de Amenazas**

Para cada tipo de amenaza a evaluar se definieron factores a identificar en el área de influencia del proyecto – indicados en la parte superior de cada columna – los cuales fueron determinantes para establecer algún nivel de amenaza.

- **Valores Asignados a Factores Identificados en el Sitio**

Para cada factor de análisis se definieron de 3 a 4 posibles situaciones o características en el sitio – indicadas en las celdas de cada columna – las que pueden dar indicios de que se ha iniciado un proceso peligroso.

Estas características implican distintos niveles de peligrosidad y van desde los menos hasta la más peligrosa por lo que se les han asignado valores numéricos. Estos valores numéricos; 0,1,2,y,6, que se indican en la primera columna de cada matriz son los que asignó el evaluador a cada característica que se presenta en el sitio del proyecto dependiendo de la fila que ésta ocupe en la matriz; 6 para la primera fila y corresponde a las características que en cada factor de análisis indican mayor grado de peligrosidad, 2 para la segunda fila y corresponde a características o situaciones de mediana peligrosidad, 1 para la tercera fila y corresponde a características o situaciones de baja peligrosidad y 0 para el nivel de peligrosidad casi nulo.

Para todos los factores de análisis se debió seleccionar sólo una situación o característica dada en la zona – una característica por columna -. Sólo en los casos donde no presenten ninguna de las situaciones indicadas en la matriz no se seleccionó ninguna celda y por lo tanto no se asignó ningún valor a ese factor.

Una vez analizados todos los factores se sumaron todos los valores por factor hasta obtener un valor total de calificación para cada matriz. La cifra total obtenida indica el nivel de amenaza.

- **Rango de valores establecidos para determinar el nivel de amenaza**

Una vez establecido el valor total obtenido en cada matriz o amenaza evaluada se estableció el nivel de amenaza para cada matriz. En otras palabras, de acuerdo al valor final obtenido después de la suma de todos los valores, se estableció el nivel o grado de peligrosidad en el terreno para el tipo de amenaza evaluada.

Los rangos establecidos – indicados en la parte baja de cada matriz – para todos los tipos de amenaza fueron:

Tabla 54: Caracterización del tipo de amenaza de acuerdo a la magnitud de valoración

Para Amenaza Alta	=	> 13
Para Amenaza Media	=	8 a 12
Para Amenaza Baja	=	4 a 7
Para Amenaza Nula o Despreciable	=	0 - 3

- **Calificación del nivel de amenaza**

Amenaza Alta: los eventos se manifiestan con intensidad relativamente débil, pero con una probabilidad de ocurrencia elevada, es esencialmente una **zona de prohibición**.

Amenaza Media: los proyectos pueden sufrir daños pero no destrucción repentina, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar. Es esencialmente una **zona de reglamentación**, donde daños severos pueden reducirse con medidas de precaución apropiadas.

Amenaza Baja: El peligro es débil. Es esencialmente una **zona de sensibilización**.

Amenaza Nula o Despreciable: No debe interpretarse como la “no existencia de amenazas en el sitio del proyecto”. En todo caso debe asumirse como falta de información y/o evidencias visibles y por lo tanto requiere de estudios de mayor profundidad.

En un sitio dado puede presentarse más de un tipo de amenaza o múltiples amenazas, lo que incrementa su nivel de peligrosidad. Sin embargo, basta que en una sola de las matrices el valor alcanzado esté en el rango de **Amenaza Alta** para determinar que el sitio es de **alto peligro y por lo tanto no apto para la ubicación de proyectos en el mismo**.

• **Valoración de la Amenaza Sísmica**

Tabla 55: Evaluación de amenaza por sismicidad

PUNTAJE	FACTORES				
	TIPO DE SUELO	TOPOGRAFÍA	FALLAS SÍSMICAS	FRECUENCIA	MACROLOCALIZACIÓN
10			Según los mapas geológicos del INETER, el sitio se ubica sobre fallas sísmicas con longitudes mayores a 200m y según la información de esta institución estas fallas han provocado temblores alguna vez. ³⁶		El sitio está ubicado en la zona de Alta Sismicidad del mapa de zonificación sísmica de INETER.
4	Arenosos o poco consolidados (peligro de licuefacción o amplificación) con espesores mayores a 2m y el nivel freático es superficial	Presencia de desniveles, escarpes, bordes de cráteres, colinas, crestas de montañas	Según los mapas geológicos del INETER el sitio se ubica a menos de 50m de fallas sísmicas aunque éstas no son comprobadas	En el sitio se sienten sismos frecuentemente	en sitio está ubicado en la zona de media Sismicidad del mapa de Zonificación sísmica de INETER

³⁶ Esto es de importancia para el proyecto puesto que lo que se está buscando en un fallamiento o anomalía geológica donde se pueda hacer el aprovechamiento de gases, por lo que el sistema debe de estar preparado para eventos de sismos, ya que su ubicación para este tipo de exploraciones es común la ocurrencia de sismos.

2	Depósitos aluviales o coluviales, capas de suelos potentes	Topografía moderadamente inclinada	El sitio se ubica a más de 50m de una falla sísmica comprobada o probable	En el sitio se sienten sismos con poca frecuencia	
1	Roca	Plana	No hay evidencias superficiales de fallas	En el sitio rara vez se han sentido sismos	El sitio está ubicado en la zona de Baja Sismicidad del mapa de Zonificación Sísmica de INETER
CALIFICACIÓN :	4	1	4	1	1
TOTAL					11
CATEGORÍA:					AMENAZA MEDIA

- **Amenazas por inundaciones**

Tabla 56: Evaluación de amenazas por inundaciones

PUNTAJE	FACTORES					
	TIPO DE SUELO	PENDIENTE	NIVEL FREÁTICO	FRECUENCIA	UBICACIÓN	CAUCES/DRENAJE
6	Arcillas pesadas o (sonsocuite) o rocas a poca profundidad	< 2% terrenos casi planos	Superficial: Surgimiento de manantiales u ojos de agua, sin relación con fallas geológicas	Frecuentes (en 30 años al menos tres veces o cada año)	Llanuras amplias de inundación de ríos, lagos o lagunas o zona de confluencia de ríos o quebradas	La zona se ubica en el cauce de drenaje temporal o muy cercano a éste (< 10 metros) o en convergencia de éstos.

2	Arenoso - arcilloso	2-4% terrenos moderadamente planos o levemente ondulados	Semiprofundo: surgimiento de manantiales solamente con lluvias intensas y por varios días	Moderadamente frecuentes (1 en 50 años)	En el área contigua a la llanura de inundación de ríos o quebradas o terrazas antiguas del río. La elevación del sitio es más de dos veces la profundidad del lecho del río.	El sitio se ubica en zonas elevadas o alejadas del cauce > 10 metros
1	Arenoso o grava	>4% terrenos moderadamente inclinados o escarpados	Profundo: No hay	Baja, una vez en 100 años (sólo con el Mitch)	Sin proximidad aparente	
0	NADA DE LO ANTERIOR					
CALIFICACIÓN:	2	1	2	6	1	0
					TOTAL	12
					CATEGORÍA:	AMENAZA MEDIA

- **Amenazas por flujos de lodo y escombros**

Tabla 57: Evaluación de amenazas por flujos de lodo y escombros en las cercanías de las plataformas

PUNTAJE	FACTORES					
	TIPO DE ROCA O SUELO	PENDIENTE	RELIEVE	TIPO DE QUEBRADAS Y RÍOS	EVENTOS HISTÓRICOS	PROXIMIDAD A QUEBRADAS Y RÍOS

PUNTAJE	FACTORES					
	TIPO DE ROCA O SUELO	PENDIENTE	RELIEVE	TIPO DE QUEBRADAS Y RÍOS	EVENTOS HISTÓRICOS	PROXIMIDAD A QUEBRADAS Y RÍOS
6	En el sitio se observan grandes bloques redondeados de rocas (10cm hasta > 1m), parte de los cuales afloran en la superficie				Se sabe al menos de un evento que ha ocurrido en la zona	La distancia al borde de la quebrada o río es inferior al ancho del cauce y la elevación sobre el nivel del fondo del cauce es inferior a dos veces la profundidad de la crecida normal
2	En el fondo y orillas de las quebradas o ríos cercanos al sitio del proyecto se observan bloques redondeados de rocas	Entre 5 y 15% (o 15 a 25% en el fondo de los valles)	Zona en pendiente al pie de un volcán o en la transición entre una zona de montaña y valle o el fondo de un valle	Zona cubierta por numerosas quebradas y antiguos cauces que no confluyen o confluyen pero también se separan en dos		Distancia del borde de la quebrada o río es inferior al ancho del cauce, pero el sitio está en altura

PUNTAJE	FACTORES					
	TIPO DE ROCA O SUELO	PENDIENTE	RELIEVE	TIPO DE QUEBRADAS Y RÍOS	EVENTOS HISTÓRICOS	PROXIMIDAD A QUEBRADAS Y RÍOS
1				Las quebradas siguen una dirección preferencial sin muchos desvíos o meandros		
0	No se observan bloques grandes redondeados ni en el sitio ni en las quebradas cercanas	Menos de 5% o más de 15%	Zona plana o encima de lomas o montañas	Pocas quebradas que se une rápidamente o ríos con meandros	Ningún evento conocido en la zona	Sitio ubicado en zonas altas y alejadas de cauces de quebradas
CALIFICACIÓN:	2	2	2	1	6	0
TOTAL:						13
CATEGORÍA:						AMENAZA ALTA

7.1.2. Análisis de la Vulnerabilidad

La determinación de la vulnerabilidad del área de influencia del proyecto se realizó mediante la siguiente secuencia de pasos:

- Valoración de la vulnerabilidad de los componentes territoriales de la(s) zona(s) o unidad(es) territorial(es).
- Definición de factores de reducción de la vulnerabilidad.
- Determinación de la vulnerabilidad corregida perfeccionada

7.1.2.1. Valoración de la vulnerabilidad de los componentes territoriales de la(s) zona(s) o unidad(es) geográfica(s).

Se entiende por componentes territoriales a todos aquellos elementos que en su conjunto conforman una unidad geográfica –urbana o rural – y que, dependiendo de su estado/condición/situación la hacen susceptible a recibir daño debido a una amenaza determinada. Este grupo se estructura por elementos **físicos**, así como a aquellos que tienen una clara incidencia sobre el funcionamiento territorial: **económicos, legales-jurídicos, culturales, organizacionales-administrativos-políticos y sociales**.

La descripción de cada componente se presenta a continuación:

Componentes Físicos del Medio Construido

1. Calidad de las edificaciones y/o distribución espacial en el territorio: Se valoró el número de años de las viviendas construidas y el estado técnico de las mismas en la actualidad.

2. Redes técnicas: Se consideró de manera específica la existencia de los sistemas de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado. Se analizan además del estado de la infraestructura, los niveles de cobertura de los servicios.

3. Estado técnico de las edificaciones de salud: Se valoró el estado de los componentes estructurales, formales y funcionales de las edificaciones de salud.

4. Red vial: Se analizó el sistema vial existente, destacando sobre todo las vías estrechas, inaccesibles e irregulares por ser las que someten a la zona a estados de fragilidad al momento de producirse eventualidades. Son las vías las que posibilitan o impiden la circulación de los equipos de socorro y sirven como áreas de refugio temporal a las que la población acude en busca de seguridad en caso de sismos.

5. Morfología del asentamiento humano: Se estudió si la forma en que está organizado físicamente el asentamiento humano –concentrado o disperso- permitía la existencia de espacios libres, los cuales adquieren mayor trascendencia al momento de presentarse cualquier eventualidad. La falta de espacios libres y seguros somete a la población a grandes presiones al momento de una emergencia, sobre todo para permitir la circulación fluida de los equipos de socorro.

6. Red de drenaje superficial: Se analizó la densidad de cauces y líneas de drenaje en metros lineales (longitud) y se examina si están cubiertos o descubiertos.

7. Tratamiento de desechos: Se valoró si existe control en el manejo de los desechos sólidos y si existe el sistema de tratamiento de residuales líquidos, así como el nivel de eficiencia del mismo en caso de que lo haya.

8. Densidad de edificaciones: Se valoró la densidad de viviendas por hectárea cuadrada, lo que permitió determinar las posibilidades de incendios masivos y la propagación de efectos sinérgicos generados por ciertos peligros.

9. Compatibilidad de usos de suelo: Se estudió la correspondencia entre los usos de suelo y las vocaciones actuales.

10. Emplazamiento: Se estudió la ubicación de la población sobre áreas que no poseen las mínimas condiciones de seguridad, así como el grado de adecuación a las normas de retiro de áreas naturales y/o construidas.

11. Densidad de población: Se consideró el número de habitantes que ocupan el territorio, medido en hab./ha, lo que permitió determinar las presiones que la población ejerce sobre los servicios básicos, examinados desde la calidad y cobertura de los servicios.

Componentes Económicos

1. Situación Económica (niveles de pobreza): Se estudiaron las fuentes de ingreso económico local, para determinar las posibilidades reales de la población de abastecerse ahora y/o al momento de posibles eventualidades.

2. PEA urbana (ocupada/desocupada): Se analizó a la Población Económicamente Activa empleada o desempleada. Aquí también se consideraron las condiciones laborales (seguridad, respeto horas/trabajo, higiene laboral, etc.).

Componentes Legales-jurídicos

1. Existencia y aplicación de marco legal (leyes, reglamentos, normativas, etc.): Se estudió el marco jurídico expreso y casual pertinente, destacando aspectos normativos referidos al emplazamiento, usos de suelos, etc.

Componentes Culturales

1. Aspectos culturales: Se realizó un sondeo rápido para inferir los patrones culturales de la población local.

2. Seguridad Ciudadana: Se estudió el nivel de seguridad de la población.

3. Participación ciudadana: Se examinaron los niveles de organización y participación activa de la comunidad local.

Componentes sociales

Son aquellos asociados directamente con las características de la población local, como:

1. Estructura etérea: Se identificaron los grupos en riesgo: niños pequeños, por su dependencia ante los mayores y por falta de experiencia, y las personas de la tercera edad por la disminución de facultades producto de su vejez (senectud).

2. Morbilidad local: Se indagó sobre las principales enfermedades ambientales que se registran a nivel local.

3. Mortalidad local: Se indagó sobre la relación entre las muertes acaecidas en la localidad y las principales enfermedades asociadas a desastres que se mencionaron anteriormente.

4. Analfabetismo: Se consultó sobre los niveles de analfabetismo de la población en estudio.

5. Escolaridad: Se analizó el nivel de escolaridad de la población y las condiciones básicas de la oferta educativa formal de la localidad.

6. Movimientos pendulares (dinamismo poblacional): Se examinó el aspecto de la migración local.

De acuerdo con lo anterior el nivel de vulnerabilidad se determinó por componentes a los que se asignaron valores según los siguientes criterios de valoración:

- Niveles de vulnerabilidad alto se les asigna 5 puntos.
- Niveles de vulnerabilidad medio se les asigna 3 puntos.
- Niveles de vulnerabilidad bajo se les asigna 1 punto.

Tabla 58: Tabla para valorar la vulnerabilidad de los componentes territoriales

Tipo de Componentes	Componentes	Zona(s) geográfica(s) ³⁷
COMPONENTE FÍSICO (MEDIO CONSTRUIDO)	Calidad de la construcción	1
	Redes técnicas	3
	Estado técnico de edificaciones de salud	1
	Red vial	1
	Morfología del asentamiento humano	3
	Red de drenaje	3
	Tratamiento de desechos	3
	Densidad de edificaciones	1
	Compatibilidad de usos de suelo	1
	Emplazamiento	1
	Densidad de población	1
ECONÓMICO	Situación Económica	3
	PEA	3
LEGAL-JURÍDICO	Marco legal	3
CULTURAL	Conductas Locales	1
	Seguridad Ciudadana	1
	Participación ciudadana	3
SOCIAL	Estructura etérea de la población	1
	Morbilidad	1
	Mortalidad	1
	Analfabetismo	3
	Escolaridad	3

³⁷ Esta matriz permite analizar la vulnerabilidad de los componentes territoriales según unidades geográficas en que se haya estructurado el área de influencia. Para el caso de este estudio, por el interés de determinar el(los) riesgo(s) de la zona puntual donde se emplaza el proyecto, y dadas las características homogéneas del sitio de emplazamiento del mismo, se estableció una única zona geográfica, la cual fue evaluada.

	Movimientos pendulares	1
Suma (ΣV)		43

Tal como muestra la matriz, la vulnerabilidad resultante es una sola – síntesis de todos los tipos que se manejan en la literatura sobre el tema – y está catalogada como **Moderada**, puesto que se ubica en el rango de 40-60 de los criterios mencionados.

Ahora bien, la vulnerabilidad puede ser reducida en la medida en que los grupos humanos adopten medidas que reduzcan la susceptibilidad de recibir daños. Esa es la razón por la que existe un grupo de factores, que de acuerdo a su estado, pueden actuar como reductores de la vulnerabilidad, dentro de los que destacan:

- La disponibilidad inmediata de máquinas ingenieras y medios para las operaciones de emergencia.
- El nivel de coordinación y comunicación interinstitucional.
- La disponibilidad y entrenamiento de los recursos humanos de salud y otros sectores.
- La disponibilidad de reservas.
- Planes de emergencia.
- La vigilancia.
- Preparación institucional.
- Preparación de la población para las emergencias.

Estos factores fueron valorados para determinar el aporte que brindan en función de la reducción de la vulnerabilidad, según los siguientes criterios:

- 0 no existe capacidad de respuesta para reducir la vulnerabilidad.
- 1 existe un nivel mínimo de capacidad de respuesta para reducir la vulnerabilidad.
- 2.5 existe un nivel óptimo de respuesta para reducir la vulnerabilidad

Según esta tabla los valores de reducción de la vulnerabilidad pueden variar desde 0 hasta 20. Para el caso de estudio, una vez examina la situación los factores de reducción quedaron de la siguiente manera:

Tabla 59: Valores asignados al Factor de Reducción

Factor de reducción (Fr)	Valor
Existencia de máquinas ingenieras y equipos de rescate	2.5
Coordinación institucional	1
Recursos humanos del sector salud	0

Recursos materiales	1
Planes de emergencia hospitalarios	1
Programas de vigilancia epidemiológica	1
Preparación institucional	1
Instrucción de la población para la catástrofe	0
Suma (ΣFr)	7.5

Cabe mencionar que fue importante conocer el aporte real de esos factores en la reducción de la vulnerabilidad, lo cual hizo calculando el **Índice de Reducción de la Vulnerabilidad** mediante la siguiente fórmula:

$$Irv = \Sigma Fr / \Sigma V$$

$$Irv = 7.5 / 43 = 0.174 \approx 0.17$$

De donde:

Irv = Índice de Reducción de la Vulnerabilidad (adimensional).

ΣFr = Suma del factor de reducción de la vulnerabilidad (adimensional).

ΣV = Suma de Vulnerabilidad para cada zona urbana (adimensional).

Si la suma de la vulnerabilidad puede tomar valores de 20 a 100 y la suma de la reducción de la vulnerabilidad puede tomar valores de 0 a 20, el Índice de Reducción de la Vulnerabilidad puede tomar valores de 0 hasta 1. Estos valores se traducen en los siguientes significados:

Irv	=	0	No hay reducción de la vulnerabilidad
Irv	=	0.2	Mínima reducción de la vulnerabilidad
Irv	=	0.5 – 0.6	Importante reducción de la vulnerabilidad
Irv	=	1	Máxima reducción de la vulnerabilidad

El Índice de Reducción de la Vulnerabilidad (Irv), indica el aporte que producen las medidas de preparación para el desastre (Prevención) y sirve para evaluar la preparación para el desastre. En este caso se puede ver que el Índice de Reducción de la Vulnerabilidad se ubica en el rango de mínima reducción de la vulnerabilidad, lo cual se corresponde con el resultado siguiente.

Después de calcular la suma del factor de reducción de la vulnerabilidad (**ΣFr**), fue necesario restar este valor al valor total de vulnerabilidad para obtener la vulnerabilidad corregida, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 60: Referencia para el calcular la vulnerabilidad corregida de los componentes territoriales

Tipo de Componentes	Componentes	Zona(s) geográfica(s)
	Calidad de la construcción	1

Tipo de Componentes	Componentes	Zona(s) geográfica(s)
COMPONENTE FÍSICO (MEDIO CONSTRUIDO)	Redes técnicas	3
	Estado técnico de edificaciones de salud	1
	Red vial	1
	Morfología del asentamiento humano	3
	Red de drenaje	3
	Tratamiento de desechos	3
	Densidad de edificaciones	1
	Compatibilidad de usos de suelo	1
	Emplazamiento	1
	Densidad de población	1
ECONÓMICO	Situación Económico	3
	PEA	3
LEGAL-JURÍDICO	Marco legal	3
CULTURAL	Conductas Locales	1
	Seguridad Ciudadana	1
	Participación ciudadana	3
SOCIAL	Estructura etérea de la población	1
	Morbilidad	1
	Mortalidad	1
	Analfabetismo	3
	Escolaridad	3
	Movimientos pendulares	1
Suma		43
Resta la Corrección de la vulnerabilidad		43 – 7.5
Vulnerabilidad Corregida		35.5

Como se puede apreciar, al aplicar el factor de reducción (Fr) se disminuyó el valor de la vulnerabilidad de 43 a 35.5, con lo que se pasó de Moderada a Baja ya que ahora se ubica en el rango de valores < 39.

7.1.3. Análisis del riesgo

Una vez que se han identificado y valorado las amenazas y la vulnerabilidad asociadas al área influencia del proyecto, se procedió a determinar el riesgo al que estaban sometidos las vidas y bienes de los pobladores del área de influencia. Para lograr esto, se realizó un análisis sustentado en la interacción de la amenaza y la vulnerabilidad, aplicando los criterios cualitativos del riesgo que anteriormente se habían establecido.

Los resultados que se obtuvieron finalmente se resumen en la siguiente tabla, donde se puede apreciar que el área de influencia del proyecto presenta básicamente dos

tipos de riesgo: Moderado y bajo, lo cual fue considerado como base para la conformación del Plan de Contingencia.

Tabla 61: Tipo de riesgo presentan en las áreas donde se llevara a cabo el proyecto.

Nivel de las Amenazas	x	Nivel de la Vulnerabilidad	=	Tipo de Riesgo
Amenaza por inestabilidad de laderasAlta	x	Vulnerabilidad Baja	=	Riesgo Medio
Amenaza sísmica Baja	x		=	Riesgo Bajo
Amenazas por inundaciones Media	x		=	Riesgo Bajo
Amenazas por flujos de lodo y escombros Media	x		=	Riesgo Bajo
Amenaza por erupciones volcánicas Baja	x		=	Riesgo Bajo

IX. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES

La presente sección aborda las medidas ambientales que deben implementarse en el Proyecto, las que definen el uso de los recursos que se destinaron para ejecutar eficientemente la implantación de las mismas. Las medidas ambientales tienen la finalidad de prevenir, reducir, corregir o compensar los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución.

Las medidas ambientales se centran en:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.
- Medidas que compensan impactos ambientales que no pueden prevenirse o minimizarse.

Se presentan las principales medidas de mitigación, prevención y/o compensatorias, para los distintos impactos identificados en las diferentes etapas del proyecto. Será la Empresa a través del Gestor Ambiental y de Seguridad e Higiene Ocupacional los responsables de ejecutar y/o velar por la correcta implantación, seguimiento y control de las medidas presentadas, garantizando para ello, los recursos humanos y financieros necesarios para el éxito del proyecto.

1. Nombre de la Medida Ambiental: Manejo de desmontes, descapote.

Alcance: Reducir los impactos relacionados con la preparación del emplazamiento de las plataformas, la rehabilitación del camino existente y apertura de trochas nuevas, con miras a reducir el impacto sobre los recursos.

Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: Emisión de material particulado, generación de residuos sólidos, incremento de intensidad y frecuencia del ruido, afectación de la cobertura vegetal, impacto visual.

Descripción:

- El suelo orgánico (retiro de los primeros 20-30cm) generado del descapote en el área de las plataformas y nuevos caminos, será almacenado temporalmente en montículos con altura no mayor de 1.20 metros, dispuestos uno al lado del otro, en áreas no inundables, alejado como mínimo 200m de quebradas.
- Estos montículos serán cubiertos, de ser posible, con restos de vegetación como ramas, hojas y hierbas que se extenderán sobre el suelo almacenado o regar pasto ratana u otro tipo. El suelo fértil será reutilizado en la conformación de áreas para reforestación, o en labores de vivero o áreas que tenga identificada y priorizada la municipalidad.

- Se hará la tala de forma manual con motosierra de los árboles que se corten en el área del camino a rehabilitar y el trazado de las nuevas trocha; no se recomienda utilizar buldózer, para evitar daños a la vegetación cercana que no está inmersa en el área de rodamiento efectivo
- La caída de los árboles se hará en dirección a la brecha ya despejada, a fin de evitar el daño a los árboles adyacentes y atrofiar o destruir la regeneración natural de las especies circundantes que no serán intervenidas.
- La tala de árboles en el área de influencia directa se realizará a ras del suelo (destronque) para evitar el rebrote.
- Las ramas o fustes de diámetros pequeños se picarán y apilarán a fin de disminuir el riesgo de incendio y de ser posible se esparcirán sobre los montículos de suelo fértil almacenado, para reducir erosión del suelo.
- La madera de los cortes, mayor a 10 cm de DAP³⁸, será reutilizada, en lo posible, en los trabajos requeridos por el proyecto o de acuerdo al Plan de aprovechamiento forestal que será sometido a aprobación del INAFOR posterior a la obtención del Permiso Ambiental. Los árboles menores a 10 cm o no aprovechables serán picados e incorporados a áreas a restaurar o bien en fosas para propiciar su degradación.
- No se permitirá la quema de vegetación o del material de corte.
- No se permitirá el uso de defoliante para la remoción de la vegetación.
- Para el corte de árboles censados, previo a su corte se solicitará el permiso a INAFOR como ente rector del sector forestal.
- La compensación se realizará en base a la disposición administrativa No. 69-2011 del INAFOR que establece que por cada árbol cortado deberá reponerse con 10 árboles plantados.

Costo de la medida: \$100/m².

2. Nombre de la Medida: Mitigación de ruido y vibraciones de fuentes fijas

Tipo de medida: Preventiva y mitigación

Descripción de acciones:

- A fin de mitigar las emisiones de gases de combustión, se implementará un programa de mantenimiento preventivo-correctivo de toda la flota vehicular liviana y pesada fuera del área de la Reserva con el propósito de reducir intensidad de ruido y emisiones de gases de combustión.
- Los niveles de emisión de gases de combustión de la maquinaria utilizada, estará conforme a lo regulado por la Policía Nacional y el Ministerio de Transporte a través de la normativa nacional del sector.
- Todo trabajo de mantenimiento preventivo se realizará en talleres automotrices o estaciones de servicio autorizadas ubicadas fuera de la Reserva; en caso de desperfecto mecánico que imposibilite el tránsito del vehículo hacia los talleres autorizados, únicamente se realizarán las labores que garanticen su movilidad; para ello los trabajadores que realicen el mantenimiento correctivo implementarán las

³⁸ Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

medidas para el manejo de residuos sólidos contaminados con hidrocarburos, en el caso de generarse este tipo de contaminante.

- Se capacitará semestralmente a los conductores de los vehículos asignados al Proyecto sobre la importancia del control de velocidad de tránsito de los vehículos, la cual no debe superar los 30Km/h, a fin de reducir la propagación de material particulado principalmente en la época de verano, evitar atropellamiento de fauna mayor y peatones.

3. Nombre de la Medida Ambiental: Control de las emisiones de material particulado

Alcance: Reducir las emisiones de Partículas Totales Suspendidas a la atmósfera durante la etapa de rehabilitación y apertura de caminos, adecuación del área de las plataformas.

Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: Reducir la contaminación atmosférica y los impactos sobre la salud de los trabajadores.

Descripción

- Los movimientos de tierra para la rehabilitación de caminos, adecuación del área para construcción de obras e infraestructura, se realizarán humedeciendo previamente la superficie del suelo, cuando sea necesario. Debe valorarse la cantidad de agua a extraer para evitar efectos en la fuente.
- Se cubrirán las tolvas de los camiones que transporten material estéril, cuando la velocidad del viento sea superior a 10m/s o a percepción del supervisor ambiental la velocidad del viento represente riesgo de propagación mayor de la pluma de contaminación de material particulado.
- Respetar la velocidad máxima de 30Km/h de conducción de vehículos pesados cuando se transporte material estéril como material selecto hacia la zona del Proyecto.
- Durante la época de verano o cuando se requiera, se mantendrá la superficie de rodamiento de los caminos de acceso en buenas condiciones de humedad, mediante el uso de camiones cisternas, los que regarán periódicamente el tramo utilizado por los camiones o maquinaria que intervendrá en la etapa de construcción y operación.
- Se pueden generar enfermedades respiratorias en los trabajadores por la inhalación de material particulado menores a 2.5 ppm en el aire. Los operarios fijos usarán mascarillas durante las horas laborales del proyecto relacionadas a las actividades donde se genere PTS. El Responsable de Seguridad e Higiene ocupacional facilitará los equipos de protección personal (EPP) necesarios.

Costo de la medida: \$1,000.00 para humedecimiento en época de verano, y acciones de control.

4. Nombre de la Medida: Manejo de aguas residuales sanitarias

Tipo de medida: Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- Las aguas residuales sanitarias serán dispuestas de manera controlada en letrinas ecológicas o inodoros ecológicos portátiles tipo CIPRES.
- Se debe instalar una letrina, a razón de 1 letrina por cada 20 hombres.
- La estructura externa de la letrina ecológica estará cubierta con lona u otro material que permita privacidad del trabajador.
- No se ubicarán en áreas vulnerables a deslizamientos o inundación,
- Deben retirarse 100m gradiente arriba, como mínimo, con respecto a los caños quebradas.
- En correspondencia a la pendiente del terreno y la ubicación de la letrina, se debe conformar un canal natural perimetral que evite el ingreso de agua pluvial a la letrina.
- Siempre que se requiera, se controlarán los malos olores usando Oxido de Calcio triturado. No se recomienda utilizar aserrín por la generación de taninos, que son contaminantes del suelo y el agua.
- Se fumigará el área para evitar anidación de larvas de zancudo, cuando la población de zancudos represente riesgo para los trabajadores o dificulte la realización de actividades cotidianas.

Costo de la medida: \$1,000.00 para humedecimiento en época de verano, y acciones de control. \$500 para construcción de letrina ecológica.

5. Nombre de la Medida Ambiental: Monitoreo de calidad de aire ambiente

Alcance: Área de influencia directa e indirecta.

Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: contaminación atmosférica, deterioro de la calidad de aire ambiente.

Descripción

- Se implementará el monitoreo de calidad de aire ambiente en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto conforme el Programa de Gestión Ambiental. Los parámetros a monitorear corresponden a los establecidos en la Norma nacional de Calidad de Aire.
- Las estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiente serán representativas del área de influencia directa y área de influencia indirecta, tomando en consideración la realización de actividades de perforación y la dirección del viento en el momento de la toma de decisión de la ubicación de los equipos.
- La Empresa como parte del seguimiento ambiental interno, monitoreará $PM_{2.5}$ (fracción respirable) trimestralmente en el área de las plataformas.
- La información de cada monitoreo será registrada en una bitácora de control interno.
- Se remitirán los resultados obtenidos a las Autoridades correspondientes como parte del seguimiento, como máximo 30 días posteriores a la entrega de resultados por parte del Laboratorio. Remitiendo además un informe de análisis de comportamiento y cumplimiento de los parámetros con relación a estándares nacionales e internacionales.
- El monitoreo de calidad de aire será ejecutado por personal calificado de un laboratorio reconocido a nivel nacional a fin de contar con resultados confiables.

- Se realizará el mantenimiento periódico de todos los equipos que generen mayor intensidad y frecuencia de ruido y vibraciones.
- Se proveerá de protección auditiva a los operarios del proyecto, acorde a las actividades ejecutadas y los riesgos asociados.
- Se monitoreará Ruido Ambiental en 8 puntos del área de influencia directa del Proyecto. (Norte, Noreste, Noroeste, Sur, Sureste, Suroeste, Este y Oeste) con una frecuencia cuatrimestral (2 veces en el transcurso del Proyecto).
- Se remitirán los resultados obtenidos a las Autoridades correspondientes como parte del seguimiento, como máximo 30 días posteriores a la entrega de resultados por parte del Laboratorio. Remitiendo además un informe de análisis de comportamiento y cumplimiento de la intensidad de ruido existente con relación a estándares nacionales.

Costos: Monitoreo de calidad de aire ambiente, monitoreo de ruido ambiente y logística. Costos monitoreo de aire, \$2,000.00 /punto.

- 6. Nombre de la Medida:** control de la calidad del agua en quebrada Agua Agria y quebrada El Mojado
Tipo de medida: Preventiva, Mitigación.

Descripción de acciones:

- Se realizará monitoreo compuesto semestralmente de la calidad de agua de los caños cercanos a las plataformas (Quebrada Aguas Agrias y quebrada El Mojado) considerando que son los dos cuerpos de agua superficial inmersos en el área de influencia que potencialmente pueden ser impactados por las actividades del Proyecto.
- La toma de muestra se realizará en un punto medio del ancho del caño, en la sección seleccionada.
- Los parámetros a monitorear serán: Parámetros de campo: pH, Oxígeno Disuelto. Parámetros fisicoquímicos: Metales pesados, Sólidos Suspendidos Totales, Turbidez, cationes y aniones. Parámetros inorgánicos: Grasas y aceites inorgánicos. Parámetros bacteriológicos: Coliformes Totales y Fecales.
- Se realizará el muestreo de agua y preservación por personal especializado del laboratorio químico o en su defecto por un Ingeniero Químico, seleccionado por la Empresa. El laboratorio que se seleccione para realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, será reconocido a nivel nacional y preferiblemente acreditado con ISO 17025.
- Todas las actividades de muestreo, preservado y análisis de las muestras se llevará a cabo mediante los procedimientos descritos en la última edición del Manual Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales editados en inglés con el nombre de Standard Methods for the examination and water and waste water. Publicado por American public Health Association, American Water Works Association and water pollution central.
- Realizar caracterización fisicoquímica completa, incluyendo análisis de cationes, aniones y parámetros microbiológicos, del agua de la pila del Sr. Efraín Ríos

(cercanía a las plataformas Ay B); muestra compuesta de 8 horas. En periodo de invierno y periodo de verano.

- Los datos obtenidos del análisis de las aguas servirán para evaluar el cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención implantadas. Según los resultados comparativos de comportamiento de analitos se definirán las medidas correctivas en el sitio.

Costos: Monitoreo de agua y logística de personal de laboratorio variable en el tiempo. \$1400, costo asociado a precios del Laboratorio.

7. Medida Ambiental: Manejo de las aguas pluviales en el camino de acceso y plataformas

Alcance: área de influencia directa

Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: Erosión hídrica del suelo, inundaciones, inestabilidad de taludes.

- En la preparación del terreno y con apego al proyecto de ingeniería se deben realizar las excavaciones, nivelaciones y rellenos que consideren las obras de drenaje pluvial para evitar la acumulación de agua, dándoles mantenimiento para evitar su deterioro.
- Se construirán 4 alcantarillas (2 hacia plataformas A y B, y 2 hacia plataforma C) sobre los caminos nuevos y a rehabilitar, con una pendiente de 2%, y diámetros de 30 hasta 72".
- 8 vados (6 sobre el camino hacia plataforma A y B y 2 hacia plataforma C)
- Cunetas de mampostería sobre los caminos de acceso
- Muro de contención de gaviones de 7m de alto en plataformas A y C, a fin de reducir el ingreso de agua pluvial y la inestabilidad de taludes.
- Las plataformas tendrán una cuneta tipo V con recubrimiento de suelo cemento y otra cuneta de tipo trapezoidal de suelo cemento al pie de los muro de contención o gaviones.
- Las obras garantizan que el agua fluya naturalmente por la topografía de la zona hacia los sitios propuestos. En eventualidades meteorológicas la Empresa debe considerar la necesidad de implementar bombeo de las aguas para no embalsar agua en las plataformas y sus componentes.

8. Nombre de la Medida: manejo de combustible, grasas y aceites lubricantes nuevos. **Tipo de medida:** Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- El combustible será transportado y almacenado en las plataformas cumpliendo los requisitos establecidos en la Norma Técnica para combustibles del Instituto Nicaragüense de Energía (INE) y NFPA.
- Los vehículos livianos se abastecerán de combustible en el sitio autorizado fuera del área del Proyecto. Se permite el transporte de combustible hacia el sector del

proyecto únicamente para el abastecimiento controlado de maquinaria pesada y/o estacionaria incluyendo la planta portátil de energía y el equipo de perforación.

- Todo recambio de aceites y grasas producto del mantenimiento normal de los vehículos livianos se realizará en el taller automotriz autorizado.
- Los recipientes con grasas y aceites lubricantes, que se utilicen para el mantenimiento de maquinaria que no pueda ser transportada a los talleres automotrices o estaciones de servicio, se colocarán sobre plástico negro calibre 600, a fin de reducir derrames directos al suelo en caso de incidente ambiental.
- Tanto los bidones de combustible diésel como las grasas y aceites lubricantes, que se dispongan en el sector, por alguna eventualidad, se colocarán lo más alejado posible de las obras del sistema de drenaje pluvial sin menoscabo de la estabilidad de los contenedores y facilitación de labores.
- En caso de ocurrir un derrame pequeño de líquido combustible u otro producto derivado del petróleo, se realizará lo siguiente:
 - Se informa del incidente al Supervisor y gestor ambiental en campo.
 - Toda fuente de ignición o calor en el área será apagada.
 - El derrame será confinado o contenido para evitar que se extienda.
 - Se revisa la falla que ha provocado la fuga de la sustancia o producto.
 - Al área del derrame se aplicará toallas absorbentes especiales, aserrín o arena limpia, para posteriormente darle el adecuado tratamiento.
 - Todos los elementos y tierra contaminada serán recolectados y trasladados en bolsas negras de alta densidad o en contenedores al área destinada para su almacenamiento temporal; posteriormente serán transportados a Managua para su tratamiento por una empresa especializada y autorizada por la autoridad ambiental.

9. Nombre de la Medida: manejo de residuos contaminados con hidrocarburos.

Tipo de medida: Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- Todos los residuos contaminados con hidrocarburos serán manejados según la Norma Técnica Obligatoria para el Manejo de aceites y lubricantes usados según NTON 05-032-1.
- El personal del Proyecto almacenará los residuos sólidos contaminados con hidrocarburos en contenedores herméticos, considerando medidas de almacenamiento y traslado según lo establece la normativa. Para ello la Empresa facilitará bolsas negras o contenedores plásticos herméticos.
- Los residuos serán trasladados una vez al mes a Managua para su manejo por la empresa especializada SERTRASA u otra que la Empresa considere pertinente.
- Reutilizar los contenedores herméticos en la medida de lo posible.
- Se prohíbe su depósito en el vertedero municipal o cualquier sitio no autorizado
- Los residuos se almacenarán temporalmente, lo más alejado posible de las obras de drenaje pluvial.
- Se almacenarán temporalmente las grasas y aceites usados, en estado semilíquido, en recipientes rotulados y debidamente tapados. Se rotularán todos los recipientes con la frase "Aceite Usado" y con señal pictográfica referida a gota color negro con

una equis blanca correspondiente a producto combustible conforme normativa nacional.

- Los materiales de los recipientes serán resistentes a golpes, abolladuras, perforaciones, con gran resistencia al ambiente industrial. Los recipientes deberán llenarse al 90% de su capacidad total para evitar derrames.
- Se establecerá un registro trimestral de entrega de recipientes o contenedores llenos con grasas y aceites usados o material contaminado con hidrocarburo.
- El aceite lubricante usado no debe mezclarse con otros residuos peligrosos, solventes, agua, refrigerantes y líquido de freno en ninguna de sus etapas de manejo.

10. Nombre de la Medida: manejo de residuos sólidos no peligrosos

Tipo de medida: Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- Todos los residuos serán manejados según la Norma Técnica Obligatoria para el Manejo de residuos sólidos no peligroso NTON 05-014-1.
- Designar recipientes o contenedores de 55 glns. debidamente rotulados, para residuos y desechos no peligrosos incluyendo los desechos alimenticios, como parte del manejo responsable. Los recipientes pueden ser metálicos o plástico de alta densidad, preferiblemente reusados en buen estado.
- El personal segregará, los residuos valorizables. El Gestor Ambiental será responsable de impartir charlas de capacitación sobre segregación de desechos y residuos a sus trabajadores, una vez al mes o cuando se verifiquen no conformidades en las inspecciones realizadas.
- Estos serán recolectados y transportados al vertedero municipal o sitio de disposición final autorizado por la municipalidad de El Viejo, tres veces por semana de acuerdo a lo establecido en la Norma técnica ambiental para el manejo de los residuos no peligrosos.
- No se permite la mezcla de desechos orgánicos con inorgánicos.
- Cualquier material ferroso y no ferroso reciclable, generado en la construcción de infraestructura u obra, será almacenado temporalmente y vendido a empresas acopiadoras de la zona para su reciclaje.

11. Nombre de la Medida Ambiental: Mantenimiento del sistema de señalización en vías de acceso, plataformas y áreas de apoyo.

Alcance: Evitar accidentes relacionados con el transporte de materiales.

Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: Daños a la integridad física de los trabajadores y habitantes de las comunidades aledañas.

Descripción

- Se instalarán rótulos de señalización vial y otras restricciones o condicionantes en cantidad necesaria que garanticen que la población circundante y los trabajadores estén informados de los riesgos, y demás condicionantes en el área. Esta deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la Ley de Higiene y Seguridad

Ocupacional y otras normas de vialidad. El idioma de los rótulos será en español.

- El sistema de señalización será objeto de inspecciones y mantenimiento periódico con el objetivo de asegurar que estas señales se mantengan en buen estado.
- Deben colocarse medios de identificación claros y visibles del equipo de protección personal que el trabajador debe utilizar mientras se encuentra en las plataformas.

12. Nombre de la Medida: Medidas de compensación forestal para áreas de influencia
Tipo de medida: Preventiva, de mitigación, compensación.

Descripción de acciones:

- Se utilizará Tololo (*Trichilia glabra*), Espabel (*Anacardium excelsum*) y Ojoche (*Brosimum alicastrum*) para labores de reforestación en áreas cercanas a ojos de agua, para reactivar la captación de agua pluvial.
- El trabajo de restauración de bosques se debería de coordinar con la participación de actores locales como son los guardaparques, estudiantes de secundaria en la modalidad de horas de trabajo ecológico.
- Se recomienda utilizar semillas en vez de plántulas puesto que es un método efectivo para cubrir más área de reforestación. Esta actividad se debe coordinar con la Unidad Ambiental de la Alcaldía de El Viejo, considerando que ya se tienen programas de reforestación desarrollados.
- Realizar monitoreo de la sucesión del bosque al menos dos veces al año para de esta forma garantizar que las labores de reforestación con semillas sean efectivas y que las metas de restablecimiento forestal planteadas se estén cumpliendo.
- Sugerimos que se motive la regeneración natural y en casos extremadamente necesarios utilizar especies de rápido crecimiento. Las especies de plantas nativas proveen hábitats apropiados para la fauna silvestre.
- Se debe continuar realizando trabajo conjunto con los guarda parques locales para que apoyen a equipos de investigaciones que realizan trabajos de evaluaciones de campo, de esta forma la información obtenida tiene un componente de desarrollo comunitario.
- Se censaron 139 individuos que serán cortados por tanto se requiere reponer 1139 árboles (relación 1:10). El área total a reforestar será de 1 hectárea donde alcanzan 1111 plantas aproximadamente. Sistema de siembra cada 2 metros entre plantas.
- Se recomienda establecer un programa de medidas de mantenimiento de plantaciones para reducir competencia entre especies y maximizar cobertura vegetal.

Costo: \$500/Ha.

13. Nombre de la Medida: Medidas de gestión
Tipo de medida: Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- Retiro de material estéril (corte) hacia escombreras o sitios degradados o sitios donde se requiera relleno. Diariamente se deberá manejar el material estéril en la etapa de construcción; una vez en el sitio de disposición final se rellenarán las excavaciones, compactando el suelo estéril a fin de evitar inestabilidad de suelo. Se recomienda un sistema de retrolenado.
- Por ningún motivo se permite el desvío u obstrucción del drenaje de agua de las quebradas permanentes o intermitentes.
- Los trabajadores serán dotados del equipo de protección personal necesario para el resguardo de su integridad física; incluyendo casco, gafas, tapones auditivos, entre otros, según lo considere el Responsable de Seguridad Industrial.
- Se recomienda el consumo de 2 a 3Lts/ppd de agua potable, conforme lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los trabajadores deben ser informados de la necesidad imperante de llevar agua para su consumo durante su jornada laboral a fin de reducir riesgo de deshidratación.
- No se permitirá que personas menores de edad trabajen en actividades asociadas al Proyecto dando cumplimiento al Código del Trabajo. Los trabajadores temporales serán mayores de edad con cedula de identidad.
- Se elaborará, iniciadas las actividades del proyecto, un Plano de las áreas de riesgo identificadas, las vías de evacuación y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias.
- Todo el personal del Proyecto deberá capacitarse constantemente en temas de salud, seguridad y ambiente, en las que se incluirán normas de seguridad, manejo de vehículos, protección de flora y fauna silvestre, vulnerabilidad a la contaminación del recurso agua y suelo, entre otros. Como mínimo se requiere capacitar bimensualmente en cada aspectos (salud y seguridad; Ambiente)
- El Gestor Ambiental y Responsable de Seguridad Industrial son responsables de ejecutar el monitoreo y seguimiento ambiental que consista en la verificación periódica de las medidas recomendadas, orientadas a vigilar el adecuado desarrollo ambiental en las plataformas de perforación.
- Si como resultado del seguimiento ambiental se verifica que existen medidas que no cumplen su cometido o resultan innecesarias, se permite indicar nuevas acciones o medidas, así como utilizar otros parámetros ambientales utilizados como referencia internacional en pro de la mejora continua.
- Durante la construcción de las obras se implementarán acciones y/o actividades que se enlistan a continuación:
 - Los montículos de suelo removido no superarán los 2m de altura; se protegerán del viento para evitar su dispersión; así mismo se cumplirá con todas las disposiciones técnicas establecidas en la NTON 05-029-06 "Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para las Actividades Mineras no Metálicas" enfocadas en los numerales 6.2 y 6.3.
 - Se limitará la circulación de vehículos y personal a áreas estrictamente necesarias para el proyecto.

14. Nombre de la Medida: Medidas de gestión
Tipo de medida: Preventiva y de mitigación

Descripción de acciones:

- Se deben tomar las medidas preventivas a fin de no afectar el nivel del manto freático y las condiciones hidrológicas de la región, considerando que el Proyecto se emplaza en zona de recarga del acuífero que abastece los pozos de las comunidades aledañas (El Mojado, El Capulín, Potosí, entre otras).
- En la medida de lo posible el material generado por los trabajos de nivelación del terreno y excavación se debe utilizar en la construcción de las plataformas, para evitar la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna a los sitios aledaños a éste, y/o montículos que modifiquen la topografía e hidrodinámica de terrenos inundables, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona del proyecto como las quebradas Agua Agria y El Mojado.
- La Empresa deberá construir una tapa de concreto para protección de la pila de almacenamiento de agua, ubicada en la Finca del Sr. Efraín Ríos, considerando que el agua es de consumo humano de toda la población del sector y se vería potencialmente afectada por la deposición de material particulado y otros contaminantes presentes en el suelo, emitido durante el movimiento de suelo en la apertura de camino de acceso hacia la plataforma A y B. Esta fuente ya se encuentra contaminada con Coliformes totales y fecales que son propagados por el viento junto al material particulado debido a que hay presencia de ganado vacuno y otros animales domésticos en la finca.
- Se recomienda la construcción de un portón de control de acceso en las propiedades del Sr. Efraín Ríos y aledaños, lo cual fue solicitado en la visita de campo debido al temor que tiene la población de la comunidad El Mojado por la potencial invasión de toma tierras en la Reserva, al existir vías de acceso en buen estado hacia la zona núcleo.
- Se deben compactar e impermeabilizar las áreas donde se instalarán los equipos de perforación, fosa de lodos y pila de recortes, para evitar que se infiltren contaminantes que pudieran verterse sobre el suelo. La impermeabilización debe realizarse por medio de una lona plastificada impermeable, con resistencia de la trama a la ruptura de 30 kgf/cm y al rasgado de trama de 41 kgf, confeccionada con bastilla doble y ojillos a cada metro; así como resistente al ataque químico, a la temperatura del fluido y a las sustancias para las cuales se impermeabiliza; o por medio de otra tecnología con resultados equivalentes o superiores, en cuyo caso debe contarse con los resultados de las pruebas que así lo demuestren.
- Durante los trabajos de perforación y mantenimiento de pozos, y durante todas las etapas del proyecto, el responsable debe instruir al personal que interviene en estas actividades a proteger el ambiente, así como a evitar que se capture, persiga, cace, colecte, trafique o perjudique a las especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona.
- Se debe delimitar el área de operación del pozo con protecciones perimetrales a base de malla ciclónica o alambrado de púas con una altura mínima de 1.2 m que impidan el libre acceso a personas ajenas y a la fauna mayor.
- La disposición final de los recortes y fluidos de perforación almacenados en la fosa de lodos se debe realizar de acuerdo con los resultados del análisis CRETÍ;

en dependencia de los resultados se procederá de conformidad al Plan de manejo de residuos.

- La evaluación preliminar de los pozos se debe realizar con el equipo de control de las descargas de vapor o gases del pozo a la atmósfera y que reduzcan al mínimo los niveles de ruido emitido y olores, utilizando el equipo de inducción preventores y válvulas para alta temperatura, silenciadores centrífugos, tuberías de descarga y vertedores.
- Al término de las actividades de perforación de pozos, y en caso de que el área de interés geotérmico resulte improductiva se debe proceder al desmantelamiento y al retiro total del equipo de perforación, de los campamentos, de los sanitarios portátiles y/o clausura de letrinas.
- Al término de las actividades se debe realizar la limpieza del sitio, a fin de evitar la contaminación de áreas aledañas; disponiendo los residuos generados por tal acción en los sitios autorizados.
- En caso de que el pozo geotérmico resulte improductivo se debe taponar para evitar contaminación del acuífero.
- En caso de que el pozo resulte productivo se debe delimitar el área del contrapozo y de la fosa de lodos con una malla ciclónica de una altura mínima de 1,80 m.

X. PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)

El manejo ambientalmente adecuado es un enfoque para garantizar que los impactos ambientales se mitiguen o compensen a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

El Programa de Gestión Ambiental está orientado a exponer las medidas de mitigación y rehabilitación mediante las cuales la Empresa se hace responsable de los impactos ambientales negativos que pudiesen producirse durante el desarrollo del Proyecto. Para ello, se describen las medidas de mitigación que se adoptarán a fin de minimizar los efectos adversos que tendría el Proyecto y las acciones de rehabilitación y/o compensación que se realizarán cuando sea procedente. El Programa será dirigido por la Unidad Ambiental de la Empresa.

ACN está comprometida a identificar, evaluar, prevenir, corregir, mitigar y/o rehabilitar los impactos ambientales negativos y potenciar los positivos, derivados de la operación y el mantenimiento del Proyecto. Del mismo modo, asume la responsabilidad de desarrollar, diseñar y manejar las modificaciones propuestas en este Proyecto teniendo en consideración la protección de la calidad del medio ambiente, la salud, y bienestar humano.

El Programa contiene planes de acción ambiental que se ejecutarán a lo largo de todas las etapas del proyecto y que tienen por objeto servir como instrumento para mejorar el desempeño ambiental durante todas las etapas del proyecto. Los Términos de Referencia emitidos por MARENA, enlistan los siguientes planes de manejo a desarrollar (12):

- 1. Plan de Contingencia Ambiental**
- 2. Plan de Manejo de residuos sólidos**
- 3. Plan de manejo de residuos líquidos**
- 4. Plan de manejo de equipos**
- 5. Plan de manejo de Hidrocarburo**
- 6. Plan de control de emisiones atmosféricas**
- 7. Plan de manejo de aguas pluviales**
- 8. Plan de Reforestación**
- 9. Plan de Manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares**
- 10. Plan de prevención y promoción en materia de higiene y seguridad del trabajo**
- 11. Plan de Monitoreo Ambiental.**
- 12. Plan de Capacitación y Educación Ambiental**

Es de conocimiento público que en cualquier proyecto hay efectos potenciales que requieren medidas de mitigación para asegurar la protección y bienestar del ambiente físico, biológico, y socioeconómico; razón por la cual la Empresa implementará los programas de control ambiental apropiados y necesarios durante todas las etapas del Proyecto.

10.1. Plan de Contingencia Ambiental

I. INTRODUCCIÓN

Las contingencias ambientales pueden ocurrir por factores operacionales o naturales en cualquiera de las etapas del Proyecto. Por lo tanto la Empresa, garantizará que en todos los procesos se integre la aplicación de técnicas de diseño, construcción de obras y la evaluación del riesgo que conlleva desarrollarlas. Añadido a las condiciones provocadas por factores antrópicos, también deben considerarse las amenazas por huracanes, tornados, sismos que puedan incidir en el área y provocar afectaciones ambientales o a la salud de los trabajadores y de la comunidad.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Identificar posibles riesgos antrópicos o naturales que puedan generar algún incidente en las operaciones de perforación, afectación a la salud de los trabajadores o al medio ambiente.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer una estructura o comité de atención a emergencias que se presenten.
- Hacer coordinaciones con la estructura de prevención y atención a riesgos de la Municipalidad de El Viejo e integrar o establecer mecanismos de comunicación con los mismos.
- Orientar la participación del personal que ejecutará las obras y acciones que dependen de la comunidad en las actividades de prevención y atención de emergencias, como parte de un proceso educativo permanente.

Alcance del Plan: El plan de contingencia está orientado a la ejecución de las acciones preventivas y de control de emergencias a implementar durante cualquier riesgo identificado.

Ámbito de aplicación

El Plan de contingencias será aplicable a todo el ámbito del Proyecto. Los eventos de origen natural o antrópico que podrían ocurrir, deberán tener acciones de respuesta en las diferentes etapas del proyecto, teniendo en cuenta las prioridades siguientes:

1. Garantizar la integridad física de los colaboradores y de los pobladores.
2. Minimizar los efectos ambientales al entorno.
3. El Proponente del Proyecto debe orientar la conformación de la brigada de atención a emergencias que debe ser liderada por un Jefe de Brigadas, quien implementara las acciones contempladas en el Plan de contingencias.
4. Recursos necesarios
5. La brigada de emergencias debe tener conocimientos básicos de primeros auxilios

6. La Brigada de incendios debe tener conocimientos básicos de operación de extinguidores según sea el requerimiento.
7. Debe garantizarse que en el área de las plataformas se disponga un botiquín de primeros auxilios que contenga medicamentos básicos enlistados en la Ley de Higiene y Seguridad Ocupacional; los medicamentos deben ser administrados por personal que oriente su uso correcto.
8. Se debe contar con extinguidores contra incendio tipo ABC o acorde a las sustancias químicas que se manipulan en las plataformas, incluyendo el combustible diesel.
9. Se debe contar con una guía telefónica de contactos del Centro de Salud más cercano, y miembros de brigada de emergencias de la comunidad y el municipio para establecer contacto cuando se requiera.
10. Se debe mantener como mínimo un medio de transporte para utilizarlo en caso de emergencias.

ACN designará una Brigada de Emergencia, que comprenderá las brigadas de primeros auxilios, de respuesta contra incendios y de evacuación. Cada brigada estará conformada por cinco (05) personas, incluido el chofer de la unidad vehicular. Estas brigadas actuarán bajo la supervisión y dirección del Jefe de Brigada designado.

La brigada tiene como fin la protección de la vida humana, por ello se encargará de lo siguiente:

1. Llevar a las personas accidentadas a lugares seguros, prestándole los primeros auxilios rápida y eficientemente. En caso que la situación lo amerite, los accidentados serán conducidos a los establecimientos de salud más cercanos (públicos o privados).
2. Establecer el alcance de posibles daños ocasionados por el evento.
3. Constituirse en el lugar del siniestro o eventualidad.
4. Ordenar evacuación de personal en caso de ser necesario.
5. Informar y solicitar apoyo externo a través del comité de Emergencia. Establecer contacto con las instituciones de apoyo ante la ocurrencia de emergencias (Policía, Municipalidad, Centro de Salud y SINAPRED entre otros).

Procedimiento a seguir frente a una emergencia

Al momento de presentarse una emergencia, deben verificarse las condiciones acontecidas en el sitio para aplicar las medidas necesarias y enfocadas al fin presentado. Dichas acciones tendrán las siguientes prioridades:

1. Preservar la integridad física de las personas.
2. Preservar o minimizar la alteración o daño de áreas que afecten las necesidades básicas de la población colindante.
3. Preservar el medio ambiente.

La respuesta durante la ejecución del plan será llevada a cabo en colaboración con el personal presente, por la brigada de emergencia y bajo la supervisión del jefe de Brigada designado.

RIESGOS QUE PUEDAN PROVOCAR CONTINGENCIAS POR EVENTOS NATURALES

El presente plan establece medidas de prevención, control y respuesta que son factibles de aplicar y que permiten salvaguardar y/o minimizar los daños a la integridad física del personal y terceros por ocurrencia de sismos, huracanes, tornados en el área del Proyecto.

Los riesgos que pueden presentarse durante las diferentes etapas que conlleva el Proyecto son muy similares, las variaciones están dadas por la probabilidad de ocurrencia debido a las actividades que se desarrollen y la magnitud con la que ocurran. En este sentido, es importante tener en cuenta que el análisis que se presenta a continuación es general y se basa en las diferentes tareas que conlleva el Proyecto independientemente de la etapa en la que se ejecuten.

Simulacros: Al menos cada 3 meses deben ejecutarse simulacros sobre ocurrencia de sismos, incendios, huracanes, tornados, deslizamiento de suelo en áreas aledañas, y evaluar los mecanismos de actuación y comunicación que persistieron durante la ejecución de los simulacros.

Evaluación y seguimiento: Concluidas las operaciones de respuesta, se evaluará el Plan de Contingencias, y se elaborarán las recomendaciones que permitan su mejor desarrollo, como parte de la mejora continua. Es importante que en los simulacros y su evaluación estén integrados miembros del comité municipal de emergencia, por tanto la Empresa deberá notificar e invitar a miembros activos.

Los distintos riesgos asociados que pueden ocurrir durante la operación del Proyecto son los siguientes:

Riesgos naturales

Los riesgos naturales pueden ser incendios forestales, sismos, deslizamientos de suelo, afectaciones eléctricas y de operación por huracanes o tornados. Estos riesgos naturales pueden provocar otros riesgos como:

- Riesgos operacionales
- Accidentes laborales
- Intoxicación por humo, en caso de incendio.
- Riesgo por uso de equipos mecánicos
- Riesgo eléctrico
- Riesgo por mordedura y/o picaduras de animales e insectos

Medidas contempladas en el plan de contingencia: atención de incendios

Esta sección del plan de contingencias tiene su mecanismo de activación en el momento en que se inicie un incendio. Para la prevención de incendios se recomienda:

- Controlar las fuentes de ignición para los equipos eléctricos, las fricciones mecánicas, los materiales extraños, las flamas abiertas o chispas, fumar en los lugares en los cuales se almacenan sustancias inflamables, la electricidad estática, los derrames pequeños de combustible que pueden ocurrir.
- Se deberá realizar un mantenimiento periódico y programado de todo el sistema (maquinarias, herramientas, equipos e insumos), de tal manera que no se vea afectada la salud o la integridad física de las personas.
- El personal será instruido, mediante programas de capacitación y simulacros, sobre la forma de combatir los incendios, de acuerdo con la clase de fuego que se pueda presentar.
- Los extinguidores se instalarán en diferentes áreas con énfasis en el almacenamiento de combustible, área bodega de almacenamiento de sustancias químicas. El personal será instruido sobre el manejo de los extinguidores.

Caso de incendios forestales aledaños al área.

- Si el personal del proyecto detecta fuego o incendios en predios vecinos a las plataformas, lo comunicará en el acto al Supervisor del Proyecto y colaborará en la extinción del fuego, valorando la suspensión de operaciones en cualquier momento.
- Si el incendio es en la plataforma, se evacuará inmediatamente al personal hacia el área de Evacuación pre-establecida. Quedando únicamente el personal de la brigada contra incendio.

Riesgo por Inestabilidad de Laderas en áreas aledañas

Este riesgo es indirecto; considerando que el terreno de las plataformas y su entorno inmediato es casi plano, sin embargo en el área de influencia hay elevaciones con pendientes de 30-60° pero provistas de vegetación lo cual reduce el riesgo de erosión o inestabilidad por escorrentía.

Medidas de Prevención

- En la etapa de construcción solicitar al personal caminar con precaución en los bordes del camino a rehabilitar por las cárcavas existentes y la inestabilidad de los taludes del camino en el margen derecho.
- Exigir el uso del calzado adecuado (botas de cuero) y todo el equipo de protección personal.
- Utilizar redes y mallas que prevengan el deslizamiento de material, en caso de ser necesario.

- Identificar las zonas susceptibles a deslizamientos y establecer las zonas de seguridad.

En caso de ocurrir un deslizamiento en las áreas cercanas a la plataforma A y que afecten directamente el área de perforación, el Supervisor designado evaluará el área afectada, y seguirá el siguiente procedimiento:

- Realizar un conteo del personal presente en el área de trabajo y la maquinaria afectada.
- Identificar personal herido, comunicar al Responsable del Proyecto y entidades municipales.
- Observar y evaluar el estado de los taludes
- Coordinar con el Responsable del proyecto acerca del movimiento de tierras para evaluar la zona y prevenir cualquier evento similar antes de iniciar la limpieza del área afectada.
- Preparar un informe de la ocurrencia, indicando causas y condiciones bajo las cuales ocurrió el deslizamiento, tipo de terreno afectado.

Riesgo por derrame de sustancias químicas (aditivos y combustible) en el área de la plataforma.

Las buenas prácticas laborales pueden facilitar la reducción de exposiciones peligrosas, por lo que se recomienda:

Medidas de Prevención

- Familiarizarse con los equipos de seguridad que hay disponibles para la protección contra los peligros identificados.
- El supervisor de seguridad tiene la responsabilidad de vigilar que se usen y de capacitar al personal sobre el uso y manejo de éstos. Conocer los procedimientos que se emplean para manejar los equipos.
- Todo personal que manipule sustancias químicas debe contar con equipo de protección personal especializado.
- El personal que manipule sustancias químicas debe estar capacitado y autorizado para realizar las tareas designadas. Es importante saber qué equipos de protección personal son necesarios y cuándo son necesarios.
- Contar con un kit de emergencia para absorber derrames pequeños de sustancias químicas en estado acuoso. El material contaminado deberá disponerse en contenedores rotulados y en buen estado físico para su posterior tratamiento.
- Contar con equipo de comunicación radial que facilite y agilice los canales de comunicación en casos de emergencia.

Medidas a tomar en caso de mordeduras de serpientes:

- Al tratar con un encuentro directo, es mejor permanecer quieto e inmóvil. Si la serpiente aún no ha huido, es importante alejarse lentamente y con precaución.

- Se aconseja no meter las manos ciegamente en troncos huecos, ni darle vuelta a rocas de gran tamaño cuando se realice el desmonte, limpieza de mantenimiento de las áreas colindantes a las plataformas o en las actividades de reforestación.
- Es deseable contener el veneno en la región de la mordedura, por medio de inmovilización por presión.
- La identificación de la serpiente es importante en la planificación del tratamiento por tanto se recomienda identificarla. No se recomienda tratar de capturar o matar a la serpiente y arriesgar sufrir mordeduras adicionales o retrasar el tratamiento médico adecuado
- Proteger a la persona y a los demás trabajadores de mordeduras adicionales.
- Mantenga calma a la persona. Reacción de estrés agudo aumenta el flujo sanguíneo y pone en peligro a la persona. Pánico es contagioso y afecta el buen juicio.
- Pedir ayuda para organizar el transporte de emergencia al centro de salud más cercano, donde a menudo se dispone de sueros antiofídicos para las serpientes comunes de la zona.
- Asegúrese de mantener la extremidad mordida en una posición funcional y por debajo del nivel del corazón de la víctima, a fin de minimizar que la sangre vuelva al corazón y otros órganos del cuerpo.
- No le dé nada de comer o beber a la víctima.
- No administre estimulantes o medicamentos para el dolor, a menos de que se lo indique específicamente un médico.
- Retire cualquier objeto o ropa que podría constreñir la extremidad mordida si se hincha (anillos, pulseras, relojes, calzado, etc).
- Mantenga a la persona lo más quieto posible.
- No haga una incisión en el sitio de la mordedura.

Inventarios de recursos

- La Empresa dispondrá de un vehículo en excelentes condiciones mecánicas para el traslado de personas afectadas en caso de una eventualidad.
- Se mantendrán disponibles herramientas para la recolección de sustancias químicas en caso de derrame. Esto incluye 4 palas plásticas, 4 escobas plásticas, 2 bidones plásticos de 55 galones en buen estado y con tapaderas.
- Equipo de protección personal almacenado en bodega de equipos para usarse en caso de emergencia.
- Un botiquín de primeros auxilios, guardado en un lugar de fácil acceso, con sueros antiofídicos, si es posible, gasas estéril individuales, esparadrapo (cinta adhesiva), curas, vendas en rollo, alcohol al 70%, solución antiséptica (como peróxido de hidrógeno), acetaminofén (paracetamol) (como Tylenol) e ibuprofeno, y todo medicamento básico establecido en la Ley.
- Disponible las hojas MSDS en cada área conforme manipulación de sustancias respectivas.
- Disponibles lista de instituciones claves en caso de emergencia, incluir personal de contacto, teléfonos convencionales y celulares de ser posible.

Señalización en las plataformas:

Los carteles de seguridad alertan a la gente sobre las prácticas inseguras o el manejo de actividades riesgosas. Se deberán señalar todas las áreas de la plataforma. Se dispondrán los tipos de rótulos en cantidades necesarias que garanticen que los trabajadores visualicen y entienda las señales de riesgos, obligaciones, restricciones y recomendaciones en cada área.

La ubicación de los carteles debe ser seleccionada cuidadosamente. Deben colocarse en lugares visibles y no deben obstruir o dificultar el tránsito. Deben colgarse a la altura de la vista, aproximadamente 1.60 m del suelo, en lugares bien iluminados (de ser posible, con iluminación propia). Nunca debe usarse una luz intermitente en una zona activa de exploración.

El tamaño ideal para colocar el tablero del cartel es de 56 cm de ancho por 76 cm de alto. También puede ser apenas lo suficientemente grande para dar cabida a un solo cartel. Los tableros y los marcos para los carteles deben ser pintados en colores atractivos.

Los carteles deben exhibirse solos y estar libres de otro material publicitario. El uso intensivo de carteles relacionados con ciertas prácticas inseguras puede ser eficaz para reducir impactos en lugares donde hay peligros excepcionales como es la plataforma de perforación incluyendo la fosa de sedimentación.

El presente plan será modificado y personalizado una vez iniciadas las operaciones, a fin de dejar establecidos los sitios más adecuados para la señalización, ubicación exacta de extinguidores, ubicación del botiquín de primeros auxilios y la lista de contactos conformadas las Brigadas de emergencia.

10.2. Plan de manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares

I. Introducción

El Plan de Manejo de Sustancias Tóxicas, Peligrosas y Similares, es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua (ACN) S.A. y contiene las medidas de orden preventivo, correctivo y mitigante para tratar los posibles impactos ambientales generados por el uso, almacenamiento, manipulación y transporte de sustancias químicas que se utilizan como componentes de los fluidos de perforación de pozos, durante la ejecución del proyecto de exploración geotérmica que incluye la instalación de tres plataformas de perforación de 25 x 25 m.

Existen numerosas sustancias para la elaboración de fluidos de perforación, la elección de una u otra sustancia depende de la maquinaria y procesos, así como del terreno a perforar. Estos fluidos no son más que un fluido base (aire, agua, aceite) al que se añaden una serie de aditivos para conferirle ciertas propiedades físicas y químicas que permitan optimizar las labores de perforación.

Los materiales peligrosos son aquellos que por su naturaleza y peligrosidad requieren de una manipulación adecuada y tomando las precauciones necesarias debido a que las mismas ponen en riesgo la vida humana y la instalación o lugar donde se trabaja. Puede causar enfermedades y hasta incluso puede causar la muerte. Cabe señalar que los aditivos de perforación son en su mayoría sustancias biodegradables y que presentan un menor riesgo al ambiente.

Este plan considera las medidas de prevención, corrección y/o mitigación para el entorno que podría ser afectado por las actividades de manipulación, almacenamiento y transporte de las sustancias químicas a utilizar en el proyecto de exploración geotérmica. Las medidas buscan evitar efectos negativos innecesarios, derivados de la falta de cuidado en la manipulación o de una planificación deficiente de las operaciones durante la ejecución del proyecto.

II. Objetivos

2.1 Objetivo General

Garantizar el manejo adecuado de las sustancias químicas a utilizarse en el proyecto de perforación geotérmica por parte de Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A (ACN)

2.2. Objetivos específicos

- Describir las características de los componentes de los fluidos de perforación.

- Determinar las medidas preventivas, correctivas y/o mitigantes para minimizar los impactos ambientales negativos durante el transporte, manipulación y almacenamiento de las sustancias químicas.

III. Alcance del Plan

El plan de manejo de sustancias químicas está orientado a la ejecución de las acciones preventivas y al control de eventos que puedan ocasionar emergencias durante cualquier riesgo identificado en el presente plan.

IV. Responsable del Plan

- La empresa Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A. (ACN), es la responsable de hacer cumplir los lineamientos establecidos en el presente Plan. Todas las empresas o personas subcontratadas para realizar actividades del proyecto, deben de cumplir con el marco legal aplicable a esta actividad.
- Personal técnico de apoyo.

V. Fluidos de perforación

Los fluidos de perforación no son más que un fluido base (aire, agua, aceite) al que se añaden una serie de aditivos para conferirle ciertas propiedades físicas y químicas que permitan optimizar las labores de perforación de los pozos.

La geología y naturaleza de los terrenos que se van a perforar condicionan la correcta ejecución de las perforaciones. No obstante pueden aparecer niveles que dificulten el avance de la perforación. En estos casos, el uso de fluidos de perforación facilitará la ejecución del sondeo.

Los fluidos en base de agua, compuesto principalmente por agua y Bentonita que es una arcilla del tipo montmorillonita, poseen gran capacidad de absorción de agua manteniendo su consistencia. Este fluido es usado en perforaciones debido a su elevada tixotropía, ya que adquiere una consistencia líquida cuando está en movimiento, y consistencia gel cuando está en reposo.

Al fluido bentonítico (agua y bentonita), se le pueden añadir diversos aditivos para mejorar sus propiedades. Destacando que los aditivos de perforación a pesar de poseer un uso específico son productos polifuncionales que pueden modificar en mayor o menor medida otros aspectos físicos del fluido bentonítico (tixotropía, densidad, fluidez). Dentro de ellos podemos mencionar el uso de polímeros que incrementan la viscosidad, forman cake y sostienen paredes de perforación, encapsulan / inhiben arcillas, aumentan la capacidad de arrastre de detritus, lubrican y evitan sobrecalentamiento de las herramientas entre otras propiedades.

Para conseguir un correcto fluido de perforación los aditivos deben añadirse sobre la base del fluido lentamente en el tanque de mezclado y bajo agitación. La agitación durante el tiempo de vertido debe ser vigorosa, pudiendo utilizarse todo tipo de mezcladores, siempre y cuando, la agitación no sea tan enérgica que puedan romper la cadena polimérica.

El uso de fluidos de perforación permitirá subsanar problemas puntuales como:

- ✓ Control de presiones hidrostáticas.
- ✓ Control pérdida de fluido.
- ✓ Derrumbamiento paredes del sondeo.
- ✓ Obturación de la broca por sedimentación de detritus.
- ✓ Extracción de recortes en arcillas muy plásticas.
- ✓ Dificultad en las maniobras por el efecto "pegado" al perforar arcillas plásticas.
- ✓ Control de la velocidad de la perforación.

VI. Sustancias químicas a utilizar en el proyecto

Cuadro 45. Consumos de sustancias químicas

Sustancia química	Unid.	Cantidades aproximadas
Baroid bentonita Pellets de 1/4"	Kg/m	7.4
Ez Mud	L /m ³	1.25 - 2.5
Penetrol	L /m ³	2.5 - 10
Quik gel	Kg/m ³	18 - 30
Quik trol	Kg/m ³	0.6 - 1.7
Poly- plus	Kg/m ³	0.71 - 2.85
Polyswell	Kg/ L	0.025 - 0.075
Soda Ash	Kg/m ³	0.6 - 1.2

La elección de los aditivos de los fluidos de perforación depende de las condiciones particulares de cada sondeo. Estos son compatibles y miscibles, por lo que pueden combinarse en una única formulación.

Su consumo de estos aditivos depende del tipo de terreno a perforar y de la propiedad que se necesita conferir a dicho fluido, por lo que el consumo estimado para este proyecto se determinó en base a los datos proporcionados por la hoja de seguridad de cada sustancia con respecto a las cantidades aproximadas a utilizar, dependiendo las condiciones de perforación.

VII. Transporte de las Sustancias Químicas

El transporte de las sustancias debe realizarse de acuerdo a las descripciones técnicas de las hojas de seguridad (MSDS) por cada sustancia química.

El medio de transporte debe cumplir con la normativa nacional del sector establecido por el MTI y las normativas internacionales para este tipo de sustancias. Entre otras disposiciones el transporte se realizara tomando en consideración:

- Vehículo en buen estado, con mantenimiento preventivo bajo responsabilidad de ACN.
- Preferiblemente el vehículo de transporte será del tipo cerrado.
- No se permite el traslado de alimentos ni de sustancias explosivas (combustibles) con las sustancias químicas (aditivos de perforación).
- Se colocara plástico negro de alta densidad calibre 600 en la tina del vehículo para reducir fugas hacia el exterior, por volcaduras de cualquier contenedor de sustancia líquidas o rompimiento de las bolsas de sustancias sólidas.
- No hay restricciones en cuanto al horario de transito de las sustancias químicas desde Managua hasta el sitio del proyecto considerando que no se consideran peligrosas para la población.

VIII. Bodega de almacenamiento para sustancias químicas (aditivos de perforación)

Considerando que los aditivos químicos no son tóxicos, corrosivos, explosivos ni inflamables. La bodega de almacenamientos cumplirá con las siguientes condicionantes:

- Se construirá una bodega portátil de madera de pino, la cual estará techada con zinc y una puerta de control de acceso para personal autorizado.
- La modalidad de almacenamiento es temporal.
- Todas las sustancias estarán almacenados en una misma área, ya que son compatibles químicamente.
- La bodega estará ubicada en la plataforma, separada como mínimo 5 mt del canal de drenaje perimetral de la plataforma a fin de reducir riesgo de inundación de la bodega.

- Se colocara plástico de alta densidad calibre 1000 a fin de impermeabilizar el área de la bodega y reducir el riesgo de infiltración de sustancias al subsuelo.
- Las sustancias en estado sólido deberán colocarse sobre polines de madera afín de evitar humedecimiento y pérdida de calidad del producto.
- Los bidones que contengan sustancias liquidas estarán sobre el suelo.
- El traslado de las sustancias desde vehículo hacia la bodega, será de manera manual, tomando en cuenta el peso máximo de carga permitido por persona que es de 50 Lb, para evitar riesgos laborales. Utilizar técnicas de carga recomendada.

IX. Almacenamiento de las sustancias químicas

Metodología

La metodología a utilizar es la del establecimiento de lineamientos generales sobre el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias químicas, de acuerdo a la Matriz de compatibilidades de cada sustancia que se encuentra consignada en cada Hoja de Datos de Seguridad de Materiales -MSDS (Material Safety Data Sheet) y las fichas internacionales de Seguridad Química –SICSC; avalado por las Naciones Unidas, Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud-OMS.



El propósito de las MSDS y la ICSC es informar al usuario:

- La constitución química del material.
- Las propiedades físicas del material o los efectos rápidos sobre la salud que lo hacen peligroso de manejar.
- El nivel de equipos de protección que se deben usar para trabajar de forma segura con el material.

- Cómo responder en caso de un accidente.

Color rojo: Productos químicos tóxicos, corrosivos, oxidantes, inflamables o explosivos.

Color amarillo: Productos químicos moderadamente peligrosos.

Color verde: Productos químicos con menor peligrosidad.

Color blanco: No se recomienda separación especial.

Cuadro 46. Reactivos según color de banda asignada.

BANDA VERDE
Baroid bentonita Pellets de 1/4"
Ez Mud
Penetrol
Quik gel
Quik trol
Poly- plus
Polyswell
Soda Ash

- **Baroid bentonita Pellets**

Baroid Bentonita, es una arcilla del tipo montmorillonita, que posee gran capacidad de absorción de agua manteniendo su consistencia. Las bentonitas son sódicas, las más adecuadas para perforación debido a su gran capacidad de absorción de agua. BAROID BENTONITE PELLETS están disponibles en tres medidas: 1/4", 3/8", and 1/2".



Cuadro 47. Descripción Baroid bentonita pellets

BAROID BENTONITE PELLETS	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: No determinado	Punto de fusión: No determinado
Densidad aparente en (lb/ft³): (según presentación) 1/4" 3/8" 1/2" 71 71 67	Solubilidad en agua: se hincha en presencia agua.
Estado Físico: Tabletas redondeadas	Peligros químicos: Este producto no

de color gris	contiene productos químicos tóxicos
Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: Por inhalación, puede causar irritación respiratoria. Puede causar silicosis, la cual reduce la función pulmonar. El daño pulmonar puede conducir a problemas cardíacos.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Ez Mud

Polímeros líquidos que proporcionan control de filtrado en fluidos de perforación con base de agua dulce o salobre, como estabilizador de pozos para evitar el hinchamiento y desprendimiento de la pizarra y arcilla reactivas e incremento en la viscosidad. Su presentación líquida, facilita la dosificación, dilución y disminuye el riesgo de sobredosificación pero lo más importante que son sustancias biodegradables.



Cuadro 48. Descripción Ez Mud

EZ MUD	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: 175 °C	Punto de fusión: No determinado
Densidad 20 C (kg / l): 1	Solubilidad en agua: Parcialmente soluble.
Estado Físico: Líquido de color blanco a gris	Peligros químicos: Mantener alejado de Oxidantes fuertes.
Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: la inhalación Puede irritar las vías respiratorias, puede causar depresión del sistema nervioso central, incluyendo dolor de cabeza, mareos, somnolencia, falta de coordinación, tiempo de reacción más lento, dificultad para hablar, mareos e inconsciencia. Por contacto con la piel o los ojos, puede causar irritaciones.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Penetrol

Es un agente humectante soluble en agua, usado como intensificador de la velocidad de penetración, contrarresta la tendencia de pegado de las arcillas, efectivos en bajas concentraciones, fácil de manejar con agua y biodegradable.



Cuadro 49. Descripción Penetrol

PENETROL	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: No determinado	Punto de fusión: No determinado
Densidad a 20 C (lb/galón): 8.3	Solubilidad en agua: Soluble
Estado Físico: Líquido de color verde.	Peligros químicos: Mantener alejado de ácidos fuertes, zinc, Cobre y aleaciones de cobre
Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: Por inhalación, puede causar irritación respiratoria. La inhalación excesiva produce dolor de cabeza, mareo, náusea y falta de coordinación. Por contacto con la piel o los ojos, puede causar irritaciones. Por Ingestión, puede Irritar la boca, la garganta, y el estómago. Puede causar dolores abdominales, vómitos, náusea y diarrea.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Quik gel

Es una bentonita de sodio de Wyoming, de alta calidad y alto rendimiento, molida finamente (malla 200) y fácil de mezclar. QUIK-GEL imparte características de viscosidad, control de pérdida de fluido y gelación a fluidos de perforación con base de agua dulce.



Cuadro 50. Descripción Quik Gel

QUIK GEL	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: No determinado	Punto de fusión: No determinado
Densidad a 20 C: No determinada	Solubilidad en agua: Ligeramente soluble.
Estado Físico: Polvo de color variable	Peligros químicos: Mantener alejado de ácido fluorhídrico.
Vías de Exposición: Inhalación. Contacto con la piel y/o el ojo.	Efectos de exposición de corta duración: Por inhalación, puede causar irritación de la nariz, garganta, y pasajes respiratorios. Contacto con la piel Puede causar lesiones mecánicas. Contacto con los ojos Puede causar irritación en los ojos.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Quik trol

Es un polímero de celulósico natural modificado que puede proporcionar un control de la filtración en la mayoría de los fluidos de perforación con base de agua.



Cuadro 51. Descripción Quik trol

QUIK TROL	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: No determinado	Punto de fusión: No determinado
Densidad a 20 C : No determinado	Solubilidad de agua: Forma un gel
Estado Físico: Sólido de color blanco a blanco hueso.	Peligros químicos: Mantener alejado Oxidantes fuertes.
Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: Por inhalación puede causar una irritación respiratoria suave. Por contacto con la piel, puede producir una irritación leve en la piel. Por contacto con los ojos, puede producir irritación ocular leve.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Poly- plus

Es un producto de fácil dispersión diseñado para encapsular recortes y estabilizar lutitas. También actúa como viscosificador, reductor de fricción y floculante, aportando a su vez cierto control de filtrado.



Cuadro 52. Descripción Poly-plus

POLY PLUS	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: 100 °C	Punto de fusión: 0 °C
Densidad a 20 C: No determinado	Solubilidad en agua: Levemente soluble.
Estado Físico: Líquido color blanco.	Peligros químicos: Mantener alejado de Oxidantes
Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: Por inhalación, puede causar efectos en el sistema nervioso central (CNS) e irritación en el tracto respiratorio. Por ingestión, puede causar aflicción gástrica, náusea y vómito. Por contacto con la piel o los ojos, puede causar irritaciones.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Polyswell

Es un copolímero que se utiliza en la pérdida de circulación y se expande hasta 200 veces su volumen en agua dulce. Se utiliza para llenar o para fracturas de sellado. Como material hidrata completamente la fractura/ se sella sin efecto.



Cuadro 53. Descripción Polyswell

POLYSWELL	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición: No determinado	Punto de fusión: No determinado
Densidad en masa: No determinado	Solubilidad en agua: Se hincha al hacer contacto con agua.
Estado Físico: Polvo de color blanco.	Peligros químicos: Mantener alejado de Oxidantes.

Vías de Exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos de exposición de corta duración: Por contacto con la piel u ojos e inhalación, puede causar irritación mecánica. Por ingestión puede causar aflicción gástrica, náusea y vómito si se ingiere.
Fuente: Anexo Hoja de Seguridad	

Soda Ash (carbonato de sodio)

Solución solida soluble en agua, reduce la dureza total de agua, ayuda a una mejor dilución de los demás aditivos a los fluidos de perforación.



Cuadro 54. Descripción Soda Ash

SODA ASK (CARBONATO DE SODIO)	
DATOS IMPORTANTES	
Punto de ebullición:	Punto de fusión: 851 °C
Densidad en masa: 48 lb/ft ³ ; 769 kg/m ³	Solubilidad: Moderadamente soluble en ácidos diluidos y cloruro de amonio. Insoluble en alcohol.
Estado Físico: Polvo blanco o cristales incoloros, inodoros e insípidos.	Peligros Químicos: Reacciona con ácido sulfúrico concentrado. Aluminio. Metales alcalinotérreos en polvo. Compuestos orgánicos de nitrógeno. Flúor. Metales alcalinos. Óxidos no Metálicos. Calor
Vías de exposición: Inhalación. contacto con la piel y/o el ojo	Efectos De exposición de corta duración: Las partículas pueden causar la irritación mecánica de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones. La inhalación de partículas puede causar la fibrosis pulmonar, bronquitis crónica, enfisema y asma bronquial. La dermatitis y el asma pueden resultar de cortos periodos de contacto.
FUENTE: Anexo hoja de seguridad	

Estos fluidos facilitan la ejecución del sondeo. Para esto se seleccionan los componentes que presenten el menor riesgo posible al ambiente y maximicen la eficiencia de la perforación.

8.1 Manipulación de las Sustancias Químicas.

- El personal que esté a cargo de la manipulación de las sustancias química deberá contar con el equipo de protección personal que recomienda la hoja MSDS del producto (ver detalles en la siguiente sección).
- Verificar el estado de los envases, etiquetas y productos antes de usarlos. No se deben usar productos sin identificar. Evitar los trasvases de sustancias químicas y sólo en casos estrictamente necesarios, el trasvase debe realizarse de forma segura utilizando recipientes y equipo de seguridad adecuados.
- Los elementos para realizar el trasvase (bombas, mangueras, palas o cucharas) no deben estar impregnados de otras sustancias químicas. Por esta razón, cada sustancia química debe tener sus aditamentos propios: mangueras, acoples, etc. Los aditamentos para el trasvase deben quedar firmes en los envases para evitar que se desacoplen y se produzcan derrames o fugas.
- Mantener instalados y en buen estado, un extinguidor cercano a la bodega por cualquier eventualidad externa considerando que ninguno de las sustancias es inflamable o explosiva.
- En caso de tener contacto con productos proceda de acuerdo a lo indicado en la hoja de seguridad.

Para la manipulación de las sustancias químicas se debe tomar en consideración el uso de los siguientes equipos de seguridad³⁹:

Descripción de equipos de protección:

- Respiradores para vapores y aerosoles o respiradores de vapores orgánicos: Protegen contra gases tóxicos, partículas y evaporaciones que generan las sustancias químicas.



- Lentes de protección: Protegen el globo ocular y las partes adyacentes al ojo, a fin de evitar salpicaduras líquidas o sólidas de sustancias químicas.

³⁹ Los equipos de protección personal descritos son los exigidos en las hojas de seguridad MSDS de las sustancias químicas a utilizar.



- Guantes de goma o de PVC: Protección para trabajos que manipulen sustancias químicas u otros productos, ya que tiene alta tolerancia.



- Casco: Ofrece seguridad fundamental para evitar accidentes en la cabeza contra impactos.



- Delantal de hule: Protección externa sobre la ropa de trabajo que también brinda protección para la piel, de cualquier sustancia química. Requerido para la manipulación del EZ-MUD.



- Zapato de seguridad: Proteger al usuario de quemaduras, lesiones e irritaciones que puedan ocasionar las sustancias químicas. Tener mayor seguridad en la pisada.



- Lavaojos portátiles: Protegen los ojos de una persona tras un accidente en el que hayan podido penetrar materiales contaminados o sustancias extrañas



En caso de accidente por derrame o accidente de sustancia química se deberá de proceder inmediatamente a la revisión de las hojas de seguridad (de sustancia implicada) a fin de actuar de acuerdo a los establecido en la ficha. De acuerdo a la intensidad del efecto o impacto que se ocasione al trabajador, se debe acudir de inmediato a un médico (centro de salud más cercano).

10.3. Plan de manejo de manejo de residuos líquidos

I. Introducción

El presente plan aborda el manejo de los lodos⁴⁰ de perforación como efluente semilíquido generado del proceso de perforación geotérmica en la etapa de exploración sujeta al presente Estudio, las aguas del lavado del equipo de perforación y el manejo de las aguas residuales sanitarias generadas por los 60 trabajadores proyectados a contratar en la etapa de operación. En la etapa de construcción el Contratista será responsable, bajo supervisión de la Empresa, del manejo de las aguas sanitarias de los trabajadores requeridos para la apertura de caminos y plataformas durante los meses de ejecución del proyecto.

II. Manejo de lodos o fluidos de perforación⁴¹

En las perforaciones se hace circular una gran variedad de fluidos, los cuales regresan a la superficie durante la perforación. A pesar de que el propósito principal es hacer regresar los cortes de perforación a la superficie, los lodos de perforación son útiles para otras muchas funciones: como enfriar y lubricar la broca, controlar la presión, reducir la fricción, etc.

Cuando el lodo de perforación vuelve a la superficie, se retiran los cortes y se reacondiciona y recircula el lodo hacia la parte inferior de la perforación. Cuando el lodo pierde sus características de lubricante, estos se almacenan temporalmente en una fosa de lodos; finalizada las actividades de perforación, se maneja el inventario de lodos existente almacenados en las fosas de lodos así como los desechos acumulados en el pozo de perforación. La mayoría de lodos de desecho son agua, bentonita (arcilla) y cortes de perforación. También se utilizan sustancias químicas (aditivos) adicionales que controlan las propiedades de los fluidos. Estos reaccionan con los constituyentes de las formaciones en las que se está realizando la perforación. Debido a que no es posible predecir todos los diversos elementos presentes en los cortes de perforación, no es posible saber las reacciones químicas que se producirán. Los fluidos y el lodo resultante luego de culminar la perforación forman, por lo tanto, una mezcla muy compleja, en la que es necesaria contar con una información analítica para evaluar los constituyentes de los fluidos de los pozos de perforación, los sólidos y su toxicidad antes de su disposición final.

⁴⁰ Lodos: Mezcla semilíquida de agua y sedimento.

⁴¹ Fluido de perforación: Líquido de propiedades fisicoquímicas controladas, compuesto por agua, agua con bentonita sódica o barita, aire, aire con espumantes o lodos orgánicos, que entre otras funciones, tiene la de acarrear los recortes de perforación, lubricar la barrena de perforación, limpiar y acondicionar el agujero del pozo y contrarrestar la presión del yacimiento.

El manejo de lodos de perforación, establece como objetivo principal garantizar que los lodos de perforación reciban el tratamiento adecuado. Este proceso contempla optimizar mecanismos de clarificación y recirculación máxima de las aguas para evitar la descarga descontrolada. Es necesario eliminar el 60% de la fase líquida de los lodos de perforación a fin de manejarlos.

El agua a utilizar en los procesos de perforación será tomada de manantiales actualmente represados en "La Piscina de Potosí", distante a 4Km del Proyecto; ésta se inyectara al sondeo en su estado natural y también será mezclada con aditivos biodegradables para conferir algunas propiedades a los fluidos de perforación. El volumen de lodo (fase líquida: fase sólida) que retorne a la superficie que ya no pueda ser recirculado, será almacenado en una fosa de sedimentación de 100m^3 , construida en un área cuyo suelo estará impermeabilizado para evitar infiltración al subsuelo. Haciendo los cálculos para un pozo de diámetro de $5\frac{1}{2}$ pulgadas y asumiendo 1250m de profundidad, resulta un volumen de lodos de 19.2 m^3 , por lo que el volumen de la pila tendría un buen margen de seguridad. ($V=\text{Pi}\cdot r^2\cdot\text{Profundidad}$).

Se tomaran las siguientes consideraciones:

- Según experiencia de la Empresa el volumen máximo de lodos a obtener en una perforación es de 19.2m^3 .
- La fosa de lodos estará ubicada a favor de la pendiente para que el sistema de descarga de lodos funcione por gravedad y la tubería de descarga quede en la parte superior de la pila.
- Recircular al máximo el agua clarificada de la fosa de sedimentación, cuando sea técnicamente factible, a fin de aportar a la reducción de agua fresca necesaria para la elaboración de lodos o fluidos de perforación.
- Las aguas del lavado del equipo de perforación serán drenadas hacia la fosa de lodos o pila de recortes
- La descarga o vertido del efluente (fase líquida) al cuerpo receptor no es una opción ambientalmente viable por la naturaleza mineralizada de los fluidos geotérmicos, lo que imposibilita la descarga libre de estos líquidos, ya que provocarían la contaminación de las quebradas.
- En Nicaragua no existe normativa que regule los límites máximos permisibles para la fase líquida de lodos de perforación de proyectos de exploración geotérmica. El Decreto 33 – 95 Art. 43, únicamente hace referencia a descargas provenientes de las Centrales Termoeléctricas Convencionales, lo cual no es aplicable al Proyecto.

III. Objetivo

Garantizar que el manejo de los efluentes de perforación sea adecuado para garantizar la protección del medio ambiente en el marco del Principio de Prevención Ambiental y el cumplimiento de la legislación nacional vinculante.

Medidas para el manejo de lodos de perforación

Los lodos de perforación que no puedan continuar recirculándose por perder sus características de acarrear los recortes de perforación, lubricar la barrena de perforación, limpiar y acondicionar el agujero del pozo y contrarrestar la presión del yacimiento, serán manejados implementado las siguientes medidas:

1. Se construirá una fosa de 200 m³ para la sedimentación de los lodos de perforación. Ver en anexo diseño y memoria de cálculo.
2. La fosa de lodos será impermeabilizada con arcilla no expandible, compactada al 95% proctor y se colocará geomembrana (impermeabilización) y geotextil (Protección de punzonamiento). Otra alternativa viable ambientalmente es la impermeabilización de la fosa con concreto a fin de obtener una celda de seguridad a futuro.
3. En las plataformas A y C, la fosa de lodos estará protegida con un muro de gaviones de 7m de altura. Esta medida evitará o reducirá al máximo el ingreso de aguas pluvial a la fosa y a la plataforma.
4. En la Plataforma B, se construirá una pila de lodos y una pila de recortes. En la pila de recortes se encuentra la cámara de evaporación que consta del separador con filtro de gaviones. Ver diseño en Anexo y memoria de cálculo.
5. El suelo fértil (humus rico en nutrientes) excavado se resguardará temporalmente para ser reutilizado en las actividades de reforestación.
6. Al 50% de capacidad de almacenamiento máximo de la fosa, se tomará una muestra simple de agua resultante de la sedimentación, la cual será preservada⁴², y remitida antes de las 72 horas al laboratorio LAQUISA, considerando que es el más cercano al Proyecto y está acreditado con ISO 17025.
7. Se realizará una caracterización fisicoquímica completa del agua a fin de conocer sus características.
8. Semanalmente, se medirá pH del agua a fin de llevar un registro de la acidez o basicidad del agua; el pH influye en la solubilidad de los metales pesados presentes en el suelo natural debido a las características sulfurosas y mineralógicas de los suelos de la Reserva.
9. Para separar la fase líquida y la sólida el tratamiento se realizará solamente con evaporación por radiación solar. La descarga controlada no está permitida puesto que se diseñará una pila con capacidad suficiente para almacenar los lodos con un margen amplio de seguridad, inclusive para eventos de precipitaciones.

⁴² Utilizando el procedimiento de la última edición del Manual Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales editados en inglés con el nombre de Standard Methods for the examination and water and waste water. Publicado por American public Health Association, American Water Works Association and water pollution central

10. Finalizadas las actividades de perforación en cada plataforma, se tomará una muestra compuesta de 10Lb. de lodo, tomando muestras simples que abarquen todo el ancho, largo y profundidad de la fosa. La muestra se recolectará en una bolsa de 25Lb, tomando como referencia el procedimiento del Laboratorio. Para la toma de muestra se deberá utilizar guantes y extraer las muestras simples con palas metálicas.
11. La disposición final de los recortes y fluidos de perforación almacenados en la fosa de lodos se debe realizar de acuerdo con los resultados del análisis CRETÍ⁴³. Este análisis hace referencia a las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso por el cumplimiento de una o más de esas características.
12. El manejo final de los lodos deshidratados dependerá de los resultados obtenidos en el análisis CRETÍ y el análisis de cumplimiento de la “Norma Oficial Mexicana, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente NOM-052-SEMARNAT-1993”, considerando la falta de legislación nacional.
13. Si los resultados son negativos, es decir, los lodos son inocuos o no peligrosos, los lodos pueden ser extraídos con pala y ser reusados como material de relleno en zonas socavadas o pueden ser dejados en la misma fosa de lodos posteriormente confinados o depositarse en el vertedero municipal conforme a los permisos correspondientes de la autoridad local.
14. Si los resultados son positivos, es decir, uno o más de los parámetros CRETÍ es considerado peligroso; la Empresa debe confinar los lodos en la fosa existente con una capa de concreto, a fin de obtener una celda de seguridad la cual estará debidamente georreferenciada y ubicada en mapa. En Nicaragua no existe empresa autorizada para el tratamiento o eliminación de lodos peligrosos. SERTRASA y otras empresas similares únicamente tratan residuos sólidos o líquidos derivados del petróleo, lo cual no se corresponde con las características de lodo almacenado de la actividad de perforación.
15. Los resultados del análisis CRETÍ para lodos y caracterización fisicoquímica para el agua clarificada, serán remitidos a MARENA Central, MEM, ENATREL y otras instancias institucionales que se dispongan.
16. El Procedimiento a seguir para la disposición final de los lodos deshidratados conforme los resultados oficiales emitidos por el laboratorio químico serán informados a las autoridades correspondientes.

IV. Manejo de aguas residuales sanitarias

En el área rural del municipio de El Viejo, no existe alcantarillado sanitario, y es donde se emplazará el Proyecto. Para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores y dependiendo de las condiciones del suelo, se instalará una letrina tradicional tipo abonera o tipo inodoro ecológico popular versión CIPRES⁴⁴ o letrina portátil, 1 por cada

⁴³ CRETÍ: (C) Corrosivo; (R) Reactivo; (E) Explosivo; (T) Tóxico; (I) Inflamable.

⁴⁴ Los Inodoros ecológicos populares es una tecnología desarrollada por el Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social de Nicaragua (CIPRES), que elimina la contaminación del suelo y aguas subterráneas, generación de malos olores, menos consumo de agua, es fácil de construir, instalar y usar. Sin embargo, es una estructura más permanente.

20 trabajadores hombres, es decir que solo se instalará una letrina en cada plataforma, ya que cada turno es de 30 trabajadores y las actividades de perforación son transitorias o de corto plazo en cada plataforma. Las tres alternativas propuestas garantizan evitar la contaminación del subsuelo por infiltración de aguas residuales sanitarias y son sistemas viables considerando la transitoriedad del proyecto actual relacionado a la perforación de pozos exploratorios, la ubicación y lejanía para otras alternativas más complejas y permanente. Asimismo, al término de las actividades esta será estabilizada con cal y posteriormente clausurada.

El volumen de generación estimada de aguas residuales sanitarias es de 0.144m³/día, considerando el 80% de la dotación de agua potable estimada para proyectos en campo⁴⁵, ya que la ingesta recomendada por la OMS es consumir entre 2 y 3 litros de agua al día.

Datos de referencia		Cuantificación por periodo		
		(Carga Residual Sanitaria) m ³		
Número de trabajadores	Dotación Agua (litros/trab/día)	Día	Mes	8 meses (finalización del Proyecto)
60	3.0	0.144	4.32	34.56

⁴⁵ Solo se realiza ingesta de agua y alimentación de un tiempo de comida por cada turno de trabajo

10.4. Plan de prevención y promoción en materia de higiene y seguridad del trabajo

I. Introducción

El presente plan se complementa con el PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PERFORACIÓN DE POZOS DIAMANTINOS desarrollado por ACN para la etapa de perforación. Ver en Apéndice Sección I numeral 19.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) conceptualiza la salud como *“un completo estado de bienestar en los aspectos físicos, mentales y sociales y no solamente la ausencia de enfermedad”*. Este concepto es parte orgánica de la Declaración de Principios de la OMS, que reconoce el estado de salud, como derechos fundamentales de los seres humanos, y que lograr el más alto grado de bienestar depende de la cooperación bipartita de la sociedad nacional, e internacional con la aplicación de medidas de promoción y prevención.

En el actual contexto nacional, el Estado de Nicaragua, preceptúa en la Constitución Política como norma suprema, que las personas tienen derecho a igualdad de salud, de tal manera que corresponde al Estado establecer las condiciones básicas para su promoción, protección, recuperación y rehabilitación; y que los trabajadores tienen derecho a condiciones de trabajo que les aseguren en especial la integridad física, la salud, la higiene y las disminuciones de los riesgos profesionales para hacer efectiva la seguridad ocupacional del trabajador. Sobre este pilar jurídico.

Es necesario tener presente que están en vigencia una serie de leyes, reglamentos y disposiciones referidas a la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades laborales a que se encuentran expuestos los trabajadores; dichas normas imponen derechos y deberes a los empleadores y trabajadores, para hacer efectiva la política prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Es menester recordar que las medidas preventivas están encaminadas a disminuir los riesgos en los seres humanos y el medio ambiente, por lo cual los expertos han creado un mecanismo de prevención, sobresaliendo los Mapas de Riesgos Laborales, considerados instrumento informativo dinámico que permite conocer los factores de riesgo y los probables o comprobados daños en un determinado ambiente de trabajo. La identificación y valoración de los riesgos y las consecuencias que estos implican, es necesario para poder dar prioridad a las situaciones de mayor riesgo respecto a las medidas preventivas que se podrían implementar

II. OBJETIVO

2.1. General

Contribuir a la prevención y promoción para el mejoramiento de las medidas de seguridad a la luz de la legislación nicaragüense; y de esa manera garantizar el cumplimiento del marco jurídico relativo a la seguridad ocupacional.

Específico

Elaborar las medidas preventivas, para un cumplimiento de previo y durante el desarrollo del proyecto geotérmico; acorde a las normas de obligatorio cumplimiento vigente en la legislación nacional.

III. Medidas previas

Mapa de Riesgo: es un instrumento por medio del cual se permite localizar los posibles factores que pueden ser nocivos en un determinado lugar de trabajo, de tal manera que la empresa al contar con un mapa de riesgo, indiscutiblemente guardará una relación intrínseca entre los trabajadores, con el objetivo de reducir al porcentaje más minúsculo los riesgos laborales a que son expuestos; lo que hace indispensable la elaboración de un mapa de riesgo una vez iniciadas las operaciones del Proyecto Geotérmico.

Fundamentos en la elaboración del Mapa de Riesgo

1. La peligrosidad o nocividad, donde se realiza el trabajo, hasta donde sea posible deben de ser eliminados.
2. Las personas trabajadoras, deben estar debidamente capacitados, y consientes que no pueden delegar a nadie el control de la salud personal por ser inherente a cada persona.
3. Los trabajadores capacitados y consientes, son los más competentes para evaluar si las condiciones en las cuales desarrollan su actividad laboral son las más adecuadas.
4. Evaluación a los trabajadores con el objetivo de dar seguimiento al desempeño por el cual se le ha capacitado
5. Es indispensable que los trabajadores tengan suficiente conocimiento sobre el ambiente laboral donde se desempeñan, lo cual debe estimularlos a mejorar en su desenvolvimiento laboral.

A manera de conclusión, se puede deducir, que el Mapa de Riesgos proporciona las herramientas necesarias, para llevar a cabo las actividades de identificar, localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica, los agentes que generan los riesgos a los trabajadores, los cuales ocasionan accidentes o enfermedades profesionales en el área laboral.

Los riesgos laborales

La doctrina internacional y nacional ahonda en que el riesgo laboral, es todo aquel aspecto del trabajo que tiene la potencialidad de causar un daño. Esta potencialidad se conoce ya sea por el historial de la empresa en donde se encuentra presente el riesgo o por los antecedentes tomados de otras realidades.

Un riesgo profesional es aquella situación de trabajo que puede romper el equilibrio físico, mental y social de las personas.

De un adecuado análisis de los riesgos se desprenden medidas de prevención apropiadas para reducirlos o eliminarlos; sin embargo existen muchas formas de clasificar los riesgos como son: los materiales y técnicas del local; y del puesto de trabajo como los aspectos sociales que afectan al trabajador o trabajadora.

Medidas específicas de prevención y protección.

- El empleador está obligado a implementar las medias de prevención, para eliminar o reducir al mínimo el riesgo inminente para la salud y seguridad de los trabajadores durante la jornada laboral. Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean adecuadas a la evaluación de los riesgos
- Hacer uso de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente y que entre en contacto directo con el trabajador evitando un peligro para la salud y seguridad de éste.
- Con objeto de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los accidentes, incidentes y emergencias que puedan derivarse en el lugar de trabajo, el empresario deberá planificar las actividades a desarrollar en caso de que se produzcan tales accidentes, incidentes o emergencias y adoptar las medidas necesarias para posibilitar, en dependencia del caso, la correcta realización de las actividades previamente planificadas. Estas medidas comprenderán:
 - La instalación de los sistemas o la dotación de los medios necesarios, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación para paliar las consecuencias del accidente, incidente o emergencia y, en particular, para el control de la situación de peligro y, en su caso, la evacuación de los trabajadores y los primeros auxilios.
 - La puesta a disposición de información sobre las medidas de emergencia relativas a agentes externos o internos (gases, vapor, etc) que son peligrosos, deberán estar accesible al servicios de los trabajadores sean estos internos y externos.
 - Aviso previo de los correspondientes peligros en el trabajo, medidas de determinación del peligro, precauciones y procedimientos, de forma que los servicios de urgencias internas o externas puedan establecer sus propios procedimientos de intervención y sus medidas de precaución.

V. Prevención y Promoción en Materia de Higiene y seguridad del trabajo

Sobre el fundamento de los artículos 82 numerales 4 y 7 de la Constitución Política, la Ley No. 616, Ley No. 443 Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos, publicada en la Gaceta No. 174 del 12 de septiembre del 2012; y su Reglamento, Decreto No-45-2010, publicado en la Gaceta No.152 del 11 de agosto del 2010, Ley "618" Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, publicada en La Gaceta No. 133

del 13 de julio del 2007; y de su Reglamento General, Decreto No. 96-2007, publicado en La Gaceta No. 196 del 12 de octubre del 2007; y los artículos 74 de la Ley de Seguridad Social, y 82 de su Reglamento General, ambos publicados en La Gaceta No. 49 del 1 de marzo de 1982.

La empresa deberá de implementar de manera permanente el "**Plan de Prevención y Promoción en Materia de Higiene y seguridad del trabajo;**" para hacer efectiva la seguridad ocupacional del personal al servicio de la empresa, garantizando a la persona trabajadora la integridad física, la salud, la higiene y la disminución de los riesgos profesionales; a estos efectos se deberán desarrollar las acciones siguientes:

A) Principios de políticas de prevención integral

El Plan de prevención y promoción en materia de higiene y seguridad ocupacional, estará sujeta a lo preceptuado en los artículos 8 y 18, de la Ley No. 618; Ley 443, Decreto 45-2010, normado en los artículos 86 y 87.

B) Capacitación al personal

- Capacitar de manera permanente al personal sobre las medias de prevención, en lo relativo a la salud, manejo adecuado de herramientas, productos, y el uso apropiado de los equipos de protección. A estos efectos se contratara al personal especializado nicaragüense (Artículos 19 al 22, 319 de la Ley No. 618)

C) Contratación del personal, y cuidado de su salud

- No se deberá contratar a persona trabajadoras menores de 16 años (Artículo 22 del CT)
- Deberán practicarse exámenes médicos al inicio de la contratación al personal; y periódicamente anual o semestral, según el perfil del cargo (Artículos 23 al 27 de la Ley No. 618)
- Capacitaciones sobre los daños y peligros de fumar dentro de las áreas de trabajo
- La importancia y obligación de utilizar durante la jornada de trabajo, vestuario de protección, se deberá adecuar a lo establecido en las normas internacionales.

A) Señalización o guías de evacuación en caso de emergencias

Sobre la base del artículo 93, 139 al 150, de la Ley No. 618, el Plan de prevención, contempla de manera estratégica el procedimiento de señalización, que contemple fácil comprensión de la señalización y gran visibilidad, que permita en el menor tiempo posible y seguridad, evacuar el lugar en caso de las debidas emergencias.

B) Inspecciones periódicas

Sobre el fundamento del artículo 18 de la Ley No. 618, y el Acuerdo Ministerial JCHG-011-09-08, expedido por el MITRAB, del 9 de septiembre del 2008, publicado en La Gaceta No. 199 del 16 de octubre del 2008; se mantendrán las condiciones actualizadas, para las inspecciones propias de la Empresa y las que realizarán las instituciones del Estado, entre otras el MITRAB, y el INSS.

C) Evaluaciones de los riesgos laborales

Sobre los pilares jurídicos de los artículos 82 numeral 4) de la Constitución Política, 114 de la Ley No. 618, y 74 de la Ley de Seguridad Social; la empresa efectuará anualmente la evaluación de riesgos, tomando en consideración los cambios que la Empresa desarrolle durante su actividad.

D) Orden, limpieza y mantenimiento

Sobre los fundamentos de los artículos 79 al 84 de la Ley No. 618, de manera permanente, se efectuaran capacitaciones al personal sobre la importancia de mantener el orden y limpieza en el centro de trabajo; y la responsabilidad de la Empresa en dar el adecuado mantenimiento a las instalaciones, con el objetivo fundamental, de cuidar la salud del personal, y evitar accidentes laborales; y garantizar las potenciales evacuaciones en casos de emergencia por sismos o incendios.

E) De la prevención y protección contra incendio; y terremotos

Sobre la referencia del Título XI, de la Prevención y Protección contra incendio; el "**Plan de Prevención y Promoción en Materia de Higiene y seguridad del trabajo**" contempla la instalación de los equipos necesarios, y la puesta en práctica de las medidas, que las instituciones del Estado establezcan, (Bomberos, SINAPRED), en los casos de incendios, terremotos, huracanes.

F) Registro y reporte de accidentes de trabajo y enfermedades del trabajo

A la luz de los artículos 28 al 31, 115 y 116 de la Ley No. 618, 122 del Código del Trabajo, y 82 del Reglamento General de la Ley de Seguridad Social; mantendrá actualizado el registro en físico y digital, el registro de los accidentes de trabajo, y las enfermedades profesionales, registro que contemplará al menos los aspectos siguientes:

- **Para los accidentes de trabajo:** 1) edad y nombre completo de la persona trabajadora; 2) tiempo de laborar para la empresa; 3) ocupación al momento del accidente; 4) nivel de escolaridad; 5) causas del accidente; 6) nombre de los testigos que tuvieron conocimiento del evento; 7) fecha, hora, salario, y lugar del accidente; 8) parte del cuerpo afectado; 9) fecha que se reportó el accidente de trabajo al INSS-MITRAB; 10) breve resumen del accidente;
- **Para las enfermedades del trabajo:** 1) edad y nombre completo de la persona trabajadora; 2) tiempo de laborar para la Empresa; 3) ocupación al momento que se detectó la enfermedad; 4) nivel de escolaridad; 5) causas generadora de la enfermedad, según epícrisis medica; 6) ocupaciones desempeñadas para la Empresa; 7) salario, fecha, hora que se detectó medicamente la enfermedad laboral; 8) parte del cuerpo afectado; 9) fecha que se reportó la enfermedad del trabajo al INSS-MITRAB; 10) breve resumen de la enfermedad diagnosticada por la ciencia médica.

G) Bitácora de registro: Se utilizará para el registro de enfermedades laborales el formato provisto por el Instituto Nicaragüense de Seguridad Social (INSS).

VI. Normas internacionales y países pioneros sobre energía Geotérmica

Es de medular importancia mencionar que deben haber disposiciones que se ajusten a la preeminencia de los derechos humanos en las distintas etapas del desarrollo del proyecto de geotermia, pues es una de las principal base para su viabilidad de tal manera que se deberá tener presente lo establecido en los Convenios Internacionales ratificados por Nicaragua, contemplados algunos de ellos en el artículo 46 de la Constitución Política como son: Declaración Universal de los Derechos Humanos; Declaración Americana de Derechos y Deberes del Hombre; Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos de la Organización de las Naciones Unidas y en la Convención Americana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos.

Los países como Brasil, Chile, México (NOM-150-SEMARNAT-2006: establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales) entre otros, son los primeros y ocupan lugares privilegiados a nivel mundial en términos de producción de energía geotérmica, de tal manera que al implementar este tipo de proyectos, lo que se busca es contribuir a la mejora del medio ambiente y al desarrollo económico, social y tecnológico de una región, para ello han creado la norma especiales para exploración, concesión y explotación de energías geotérmicas.

VII. Marco jurídico regulatorio nacional aplicable al Proyecto Geotérmico

1. Constitución política, como norma de mayor jerárquica.

Artículo 60, Capítulo III de la Constitución Política de la República de Nicaragua, los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable; siendo obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.

Artículo 82. Los trabajadores tienen derecho a condiciones de trabajo que les aseguren en especial:

1) Salario igual por trabajo igual en idénticas condiciones, adecuado a su responsabilidad social, sin discriminaciones por razones políticas, religiosas, sociales, de sexo o de cualquier otra clase, que les asegure un bienestar compatible con la dignidad humana.

2) Ser remunerado en moneda de curso legal en su centro de trabajo.

3) La inembargabilidad del salario mínimo y las prestaciones sociales, excepto para protección de su familia y en los términos que establezca la ley.

- 4) Condiciones de trabajo que les garanticen la integridad física, la salud, la higiene y la disminución de los riesgos profesionales para hacer efectiva la seguridad ocupacional del trabajador.
- 5) Jornada laboral de ocho horas, descanso semanal, vacaciones, remuneración por los días feriados nacionales y salario por décimo tercer mes de conformidad con la ley.
- 6) Estabilidad en el trabajo conforme a la ley e igual oportunidad de ser promovido, sin más limitaciones que los factores de tiempo, servicio, capacidad, eficiencia y responsabilidad.
- 7) Seguridad social para protección integral y medios de subsistencia en casos de invalidez, vejez, riesgos profesionales, enfermedad y maternidad; y a sus familiares en casos de muerte, en la forma y condiciones que determine la ley

2. Ley 443 "Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos"

Es menester mencionar que el 20 de octubre entró en vigencia la Ley 882, la cual reforma los artículos 2, 6, 27, 28 de la ley 443; es a partir del Capítulo XII que se titula "Medidas de Seguridad y Protección del Medio Ambiente, con la aclaración que únicamente el artículo 59 refiere a las medidas de seguridad para salvaguardar la vida, integridad los trabajadores.

Artículo 59. El concesionario deberá permanentemente tomar las medidas que sean necesarias para salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, ya sea dentro o fuera del área de concesión, siempre que esté relacionada con sus operaciones. En casos de accidentes o emergencias, el concesionario deberá tomar a lo inmediato las medidas que considere pertinentes e informar seguidamente al Ministerio de Energía y Minas y al MARENA de la situación. Si se considera necesario, se podrán suspender las actividades geotérmicas por el tiempo requerido para la seguridad de las operaciones. Cuando en cualquier circunstancia, se ponga en peligro vidas humanas, el medio ambiente, propiedades de terceros o los yacimientos geotérmicos mismos y el concesionario no tome las medidas necesarias, el Ministerio de Energía y Minas podrá suspender las actividades del concesionario por el tiempo necesario, estipulando condiciones especiales para la continuidad de las actividades.

3. Decreto No. 45-2010, "Reglamento de la Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos"

El Capítulo IV titulado "de las medidas de seguridad y de la protección del medio ambiente", de tal manera que se trae a colación los artículos medulares referidos a la prevención, para ello lo siguiente:

Artículo 81.- Normas Técnicas Aplicables. Las actividades autorizadas por la Ley deberán realizarse de acuerdo a las normas técnicas actualizadas e internacionalmente aceptadas de protección al medio ambiente y seguridad, aplicables al sub-sector de Geotermia, en vigencia al momento de su aplicación.

Artículo 85.- Plan de Contingencia. El Concesionario deberá presentar al MEM adjunto al Programa de Desarrollo un plan de contingencia para fuga de vapor o gases y emergencias, el cual será actualizado por lo menos una vez al año. El plan deberá contener información sobre las medidas a tomarse en caso de producirse escapes, explosiones, accidentes, incendios, evacuaciones, entre otros incidentes.

Artículo 86.- Obligaciones de Seguridad Mínimas. El Concesionario adoptará todas las medidas necesarias para asegurar la vida de sus empleados, sub-contratistas y agentes; conservar la propiedad; cultivo, pesca, vida silvestre y navegación; proteger el medio ambiente; prevenir la contaminación; mantener la seguridad y la salud del personal, todo de conformidad con las normativas técnicas que el MEM y el MARENA, emitirán en su oportunidad.

Artículo 87.- Accidente o Emergencias. En caso de un accidente o emergencia que involucre daños a personas o propiedades, el Concesionario deberá informar inmediatamente al MEM sobre ello y tomar las medidas necesarias, incluyendo la suspensión temporal de operaciones y salvaguardar la seguridad de las personas y propiedades.

Artículo 88.- Conocimiento de Incumplimientos. El MEM, teniendo conocimiento del incumplimiento de cualquiera de las normas técnicas, ambientales y de seguridad, notificará al Concesionario para que dentro de los tres días hábiles siguientes, presente un informe detallado sobre la situación y las medidas que se propone adoptar para corregir la misma. En el caso de que las medidas propuestas no se estimen adecuadas para solucionar las irregularidades encontradas, el MEM determinará administrativamente las que considere apropiadas, otorgando un plazo no mayor de treinta días (30) para su cumplimiento. Todo lo anterior sin menoscabo de la aplicación de las sanciones en las que se pudiere haber incurrido el Concesionario.

4. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo Ley No.618, Aprobada el 19 de abril del 2007, publicada en la Gaceta No. 133 del 13 de julio del 2007

A partir del artículo 7, de manera clara se indican las obligaciones del MITRAB en conjunto con otras instituciones del Estado, con el objetivo de adoptar medidas preventivas en trabajos especialmente peligrosos; seguidamente en el Capítulo IV titulado "Principios de la política preventiva", se alude a la prevención en seguridad del trabajo, de tal manera que traeremos a colación dichos artículos que son importantes para comprender la legislación en materia de prevención y que en su parte in fine establece:

Artículo 8.- La política de prevención en materia de higiene y seguridad del trabajo, tiene por objeto mejorar las condiciones de trabajo a través de planes estratégicos y programas específicos de promoción, educación y prevención, dirigidos a elevar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en sus puestos de trabajo.

Seguidamente encontramos en el **Capítulo II titulado "De la Capacitación a los Trabajadores"**, específicamente a partir del artículo 19 al 22, podemos constatar que

nuestra legislación nacional estipula taxativamente la obligación por parte del empleador a brindar programas de entrenamientos, programas de capacitación y proporcionar medios apropiados conforme a la actividad laboral que se desempeñe por tal motivo se plasman los artículos siguientes:

Artículo 19.- El empleador debe proporcionar gratuitamente los medios apropiados para que los trabajadores reciban formación e información por medio de programas de entrenamiento en materia de higiene, seguridad y salud de los trabajadores en los lugares de trabajo.

Artículo 20.- El empleador debe garantizar el desarrollo de programas de capacitación en materia de higiene y seguridad, cuyos temas deberán estar vinculados al diagnóstico y mapa de riesgo de la empresa, mediante la calendarización de estos programas en los planes anuales de las actividades que se realizan en conjunto con la comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo, los que deben ser dirigidos a todos los trabajadores de la empresa, por lo menos una vez al año.

Artículo 21.- El empleador debe garantizar en el contenido de los programas de capacitación en su diseño e implementación de medidas en materia de primeros auxilios, prevención de incendio y evacuación de los trabajadores. La ejecución y desarrollo de estos eventos deben ser notificados al Ministerio del Trabajo.

Artículo 22.- El empleador debe garantizar que el personal docente que realice las acciones de capacitación debe ser personal calificado, con dominio en la materia de higiene y seguridad del trabajo y que esté debidamente acreditado ante el Ministerio del Trabajo

No se puede omitir el artículo No. 26, el cual obliga al empleador a realizar exámenes periódicos a los trabajadores para tener conocimientos de la salud de los mismos. Entre los exámenes mencionados en dicho artículo se encuentran los siguientes:

Artículo 26.- El empleador llevará un expediente de cada trabajador que contenga: exámenes pre empleo, registro de accidentes, enfermedades ocupacionales y otras, e inmunizaciones. En la realización de estos exámenes de pre-empleo se atenderá lo siguiente:

- a. Deberán realizarse exámenes pre-empleos de manera obligatoria a todos aquellos aspirantes a puestos de trabajo, y estos exámenes deberán estar relacionados con los perfiles de riesgos de las empresas.
- b. Los exámenes médicos de laboratorio mínimos a realizar en el examen médico pre-empleo tomando en cuenta su edad, riesgos laborales y otros factores de los trabajadores serán, entre otros:

No.	Nombre del examen	Siglas de los exámenes
1	Examen físico completo	
2	Biometría hemática completa	Bhc

3	Examen general de orina	Ego
4	Examen general de heces	Egh
5	Sífilis	Vdrl
6	Pruebas de función renal	
7	Prueba de colinesterasa	

c. El examen médico periódico se realizará de forma obligatoria a todos los trabajadores de forma anual o según criterio médico. En el caso del Proyecto se realizará una vez, al inicio del Proyecto considerando la transitoriedad del mismo.

d. Este examen se realizará con el fin de detectar de manera precoz los efectos que pudieran estar padeciendo los trabajadores por su relación con los riesgos existentes en su puesto de trabajo.

5. Ley de Seguridad Social, Decreto 974.

Artículo 60. Las prestaciones por Riesgos Profesionales tienen el propósito de proteger integralmente al trabajador ante las contingencias derivadas de su actividad laboral y la reparación del daño económico que pudieran causarle a él y a sus familiares.

Artículo 61. Son sujetos de aseguramiento obligatorio el Régimen de Riesgos Profesionales, las personas comprendidas en los términos de la letra a del artículo 5 de esta Ley.

Artículo 62. El Seguro de Riesgos Profesionales comprende la protección en los casos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

Artículo 63. Accidente del Trabajo, es la muerte o toda lesión orgánica o perturbación funcional, permanente o transitoria, inmediata o posterior, producida por la acción repentina de una causa externa sobrevenida por el hecho o en ocasión del trabajo, o por caso fortuito o fuerza mayor inherente a él. Para los efectos de esta Ley, también se reputan accidentes del trabajo los ocurridos en el trayecto habitual entre el domicilio del trabajador y su lugar de trabajo o viceversa.

Artículo 64. Enfermedad Profesional es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo, o en el medio en que la persona se vea obligada a prestar sus servicios, que provoquen una incapacidad o perturbación funcional, permanente o transitoria.

Artículo 74. El Instituto ejecutará programas de prevención de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales y de sus consecuencias en coordinación con los órganos correspondientes de los Ministerios del Trabajo y Salud, en los que se contemplará, dentro de los órdenes de prioridad que se establezcan, la asistencia técnica a los empleadores para el establecimiento y organización de sistemas de seguridad en sus empresas; la vigilancia e inspección del funcionamiento de esos sistemas, la divulgación y enseñanza de métodos de trabajo que aumente la productividad y seguridad de la empresa; la adquisición o fabricación y venta de

artículos de cualquier índole que se usen para la protección de los trabajadores contra los accidentes y enfermedades profesionales y todo otro medio tendiente al cumplimiento de los propósitos de este artículo. Para los efectos de lo dispuesto en este artículo, el Instituto podrá fabricar o importar sin pago de aranceles aduaneros u otro impuesto, los artículos destinados a la protección contra los accidentes para venderlos a los empleadores, obligándose éstos a usarlos en los fines señalado.

6. Reglamento General de la Ley de Seguridad Social

Artículo 81. Para las prestaciones económicas por incapacidad temporal, permanente o muerte, debida a enfermedades profesionales, se establecen los siguientes requisitos: a) En caso del carbunco o enfermedades similares que son contraídas durante períodos muy cortos, no se requerirá período de calificación; b) En caso de que la causa mórbida sea el radium, o tras sustancias radioactivas, o la exposición a los rayos x, se requiere acreditar previamente 26 cotizaciones semanales dentro de las 52 semanas anteriores al inicio de las prestaciones sanitarias otorgadas por la enfermedad incapacitante y haber estado empleado en empresa o empresas aseguradas, sujeto a la exposición de las causas generadoras del estado patológico durante un período de cinco años; c) En las demás enfermedades profesionales, el mismo requisito de cotización indicado en el ordinal anterior y haber estado empleado en empresa o empresas aseguradas, sujeto a la exposición de las causas generadoras, del estado patológico durante un período de dos años. Cuando no se cumplan los requisitos previstos en este artículo, las prestaciones por enfermedad profesional, serán a cargo del empleador a quien le corresponda, de acuerdo al Código del Trabajo

7. Código del Trabajo, Ley 185 del 5 de septiembre de 1996 y publicada en La Gaceta No. 205 del 30 de octubre del año 1996

Equipo de Protección Personal (EPP)

Controlar un peligro en su fuente es la mejor manera de proteger a los empleados. Pero, cuando la ingeniería, las prácticas ocupacionales y los controles administrativos no son viables o no proveen protección suficiente, los empleadores deben proveer el equipo de protección personal (EPP) al empleado y asegurar su uso apropiado. El equipo de protección personal solamente puede ser usado como último recurso.

Consideración y uso de EPP se permite solamente cuando:

- Los controles de la ingeniería y/o las prácticas ocupacionales son viables;
- Los controles de la ingeniería o las prácticas ocupacionales se llevan a cabo;
- Los controles de la ingeniería o las prácticas ocupacionales no reducen efectivamente la exposición a los límites aceptables, o;
- En casos de emergencia (por ejemplo, un rescate en un espacio encerrado, evacuación de una área, etc.)

Las obligaciones del Empleador

- Hacer "una evaluación de los peligros" del sitio de trabajo para identificar y controlar los peligros físicos y ocupacionales.
- Identificar y proveer EPP apropiado para los empleados.
- Entrenar a los empleados en el uso y el cuidado del EPP.

- Mantener el EPP, se incluye cambiar el EPP usado, roto, destruido.
- Reexaminar, actualizar, y evaluar la eficacia del plan de suministro y recambio del EPP.

Responsabilidades del trabajador

- Llevar el EPP apropiadamente.
- Asistir a los entrenamientos de usos del EPP.
- Cuidar, limpiar y mantener el EPP.
- Informar al supervisor si haya necesidad de reparar o cambiar el EPP.

Guía jurídica, enunciativa, para el cumplimiento de las políticas de Higiene y Seguridad Ocupacional.

Ítem	Descripción	Artículos	Referencia jurídica
1	Jornada de trabajo de 6 horas, en centros de trabajo de insalubridad y peligrosidad en lugares (artículo 53)	49 al 63	Código del trabajo (ct)
2	Higiene y seguridad ocupacional	100 al 108	Ct
3	De los riesgos profesionales	109 al 129	Ct
4	Saturnismo- lista de enfermedades relacionadas con el trabajo		Ct
5	Higiene industrial-contaminantes químicos	3	Ley no. 618, ley general de higiene y seguridad del trabajo (ley no. 618)
6	Capacitación a las personas trabajadoras, y mapa de riesgo de la empresa	19 al 22	Ley 618
7	Salud de las personas trabajadoras, información relacionada con el estado de salud, y exámenes médicos	23 al 27	Ley 618
			Ley 618
9	La comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo	40 al 60	Ley 618
10	Diseño y características de los lugares de trabajo	73 al 78	Ley 618
11	Duchas: para trabajos tóxicos	112 al 113	Ley 618
12	Evaluación de los riesgos higiénicos industriales	114	Ley 618
13	Sustancias químicas en ambientes industriales. En las inspecciones el mitrab, tendrá como referencia los valores threshold limit values (tlv), de la american conference of	129	Ley 618

	goverbmental industrial hygienists (acgih)		
14	Equipos de protección personal	133	Ley 618
15	Decreto 96-2007, reglamento de la ley no. 618, ley general de higiene y seguridad del trabajo		La gaceta no. 196 del 12-10-2007

Medidas de seguridad e higiene ocupacional en la etapa de construcción del Proyecto

En la etapa de construcción se cumplirá con el marco jurídico nacional e internacional, incluyendo lo establecido en la Conferencia Internacional del Trabajo, Informe V (1) sobre la Seguridad e Higiene en la Construcción y NIC 2000; las medidas son las siguientes:

- Toda abertura en el piso de la construcción o plataforma de trabajo, deberá estar provista de un dispositivo eficaz de prevención para evitar la caída de personas u objetos.
- Todos los lugares donde se realicen trabajos en horario nocturno, así como sus vías de acceso, deberán estar adecuadamente iluminadas.
- Deberán adoptarse precauciones apropiadas para prevenir los riesgos de las instalaciones eléctricas.
- Se dotará de todo el equipo de protección personal a los trabajadores de la construcción, a fin de garantizar su protección e integridad física.
- Supervisar en forma constante el mantenimiento del orden y la limpieza en los puestos de trabajo de construcción y en el campamento.
- Definir un sitio específico para el almacenamiento de herramientas, piezas, y demás.

Medidas de control en la etapa de operación.

Se realizará lo siguiente:

- Inducción de trabajadores de nuevo ingreso.
- Charlas frecuentes de 5 minutos.
- Control y monitoreo de trabajadores asegurados.
- Reporte e investigación de incidentes y accidentes.
- Notificación de accidentes trabajo(NAT) al INSS, MITRAB
- Atención médica inmediata en centro de salud u Empresa Medica Previsional donde se encuentra afiliado el trabajador.
- Inspección y seguimiento mensual
- Inspección y monitoreo mensual de extinguidores contra incendio.
- Inspección mensual de botiquín de primeros auxilios
- Equipos de protección personal: entrega gratuita, sustitución y cambios.

Protección para el personal de maquinaria u otros:

- Los ojos son los órganos más vulnerables a las partículas, gases que se podrán suspender, por tanto obligatoriamente se deberá utilizar lentes de seguridad.
- Uso de calzados o botas de seguridad con suela para soportar altas temperaturas y protección metálica en la puntera.
- Uso de mascarillas para evitar la inhalación de sustancias como gases, etc.

Señalización

- Toda persona que ingrese por primera vez en el Proyecto requiere ser capacitada, informada de los riesgos existentes y las precauciones necesarias a considerar.
- Los trabajadores existentes deben ser recordados periódicamente de los riesgos existentes o capacitados intensivamente cuando se produzcan cambios permanentes o temporales en la disposición de equipos, vías de acceso, o se han introducido o identificado nuevos riesgos.
- Se debe implementar comunicación visual (señalización: pictogramas o símbolos) para informar de los riesgos existentes, apegados a los estándares nacionales o internacionales.
- Toda señalización utilizada debe ser clara y sencilla que facilite la comprensión y entendimiento de la persona.
- Todo trabajador deberá recibir una capacitación sobre los distintos símbolos y señales utilizados en la planta.

Efectuar charlas de inducción u orientación tanto generales como específicas, relacionadas a los trabajos específicos.

- **Inducción u orientación general:** Es una presentación a los trabajadores con anterioridad a la asignación del puesto de trabajo sobre temas principales de la política, beneficios, servicios, facilidades, reglas y prácticas generales, y el ambiente laboral en el Proyecto; están dirigidas a trabajadores nuevos que ingresen a trabajar.

Se recomienda, sin menoscabo de lo dispuesto por normativa nacional, que la inducción dure 8 horas.

- **Inducción u orientación del trabajo específico:** Es orientar al trabajador con la información necesaria a fin de prepararlo para un trabajo específico.
- Se realizarán charlas de 5 minutos por lo menos 3 veces a la semana, en temas de seguridad industrial, higiene ocupacional y medio ambiente. Se pueden desarrollar las siguientes charlas:
 - Refrescamiento de procedimientos de alarma o emergencias. Personal clave, sitios seguros de congregación en caso de emergencias, uso de equipos, etc.
 - Uso correcto de equipos de protección personal cuando se cambian por nuevos modelos

- Realizar simulacros, con el objetivo de poner en prácticas las medidas de protección, emergencias y valorar el desempeño observado.
- Entre otros

Es responsabilidad del área de Seguridad Industrial implementar el presente plan, en complementariedad con los procedimientos, normativas, directrices y lineamientos establecidos por la legislación nacional. La ejecución de las medidas será acorde a la fase de ejecución del proyecto, construcción y operación. Los costos asociados serán asumidos por la Empresa.

En el capítulo de Medidas Ambientales se presentaron las disposiciones en materia de higiene y seguridad ocupacional que la empresa debe cumplir como parte adicional del presente Plan. Este Plan está sujeto a la mejora continua.

10.5. Plan de manejo de aguas pluviales

I. Introducción

El manejo de las aguas pluviales se basa en la prioridad de controlar la inestabilidad del suelo, reducir el riesgo de deslizamiento y evitar la sedimentación en las fuentes de aguas naturales y prevenir la intrusión de aguas pluviales a lo interno del área de las Plataformas. Es por ello que es de suma importancia contar con un sistema de drenaje pluvial eficiente que garantice la evacuación o drenaje rápido y certero de la escorrentía superficial, potenciando la topografía natural del área. En los caminos de accesos las obras son vitales para garantizar la durabilidad del camino y evitar el desvío del agua que drena por las quebradas de la zona.

Las obras propuestas y presentadas en la sección de descripción del sistema de drenaje pluvial del presente Estudio de Impacto Ambiental, son el resultado del análisis técnico efectuado por especialistas de la rama de ingeniería civil e hidrología, basado en el Estudio Hidrológico efectuado en la microcuenca de interés (Potosí).

II. Objetivos

- Proveer un sistema de drenaje eficiente que garantice la evacuación rápida de la escorrentía superficial para evitar inundaciones en las plataformas e inestabilidades de taludes.
- Reducir el impacto generado por la impermeabilización del área de las plataformas.
- Evitar la contaminación de agua limpia pluvial con hidrocarburos y sedimentos.

III. Responsable del plan

El responsable del Plan es el jefe de mantenimiento, con autorización y supervisión de la gerencia de la Empresa.

IV. Medidas a implementar

- Se construirán 4 alcantarillas (2 hacia plataformas A y B, y 2 hacia plataforma C) sobre los caminos nuevos y a rehabilitar, con una pendiente de 2%, y diámetros de 30 hasta 72”.
- 8 vados (6 sobre el camino hacia plataforma A y B y 2 hacia plataforma C)
- Cunetas de mampostería sobre los caminos de acceso
- Muro de contención de gaviones de 7m de alto en plataformas A y C, a fin de reducir el ingreso de agua pluvial y la inestabilidad de taludes.

- Las plataformas tendrán una cuneta tipo V con recubrimiento de suelo cemento y otra cuneta de tipo trapezoidal de suelo cemento al pie de los muro de contención o gaviones.
- Las obras garantizan que el agua fluya naturalmente por la topografía de la zona hacia los sitios propuestos. En eventualidades meteorológicas la Empresa debe considerar la necesidad de implementar bombeo de las aguas para no embalsar agua en las plataformas y sus componentes.

V. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO

Tipo de obra pluvial	Frecuencia de mantenimiento
Alcantarillas	Limpieza tres veces al año. Una vez antes de iniciar invierno (abril); dos veces en etapa de invierno (trimestral).
Vados	Inspección trimestral y acciones de reparación de ser necesario
Cunetas de mampostería	Ídem
Cuneta tipo v	Inspección y limpieza semanal
Cuneta de tipo trapezoidal	Ídem

En Anexos Sección III Plano, se presenta el diseño, ubicación y dimensiones de todas las obras del sistema de drenaje pluvial a construir.

10.6. Plan de Reforestación

I. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de reforestación plantea los lineamientos generales para el óptimo proceso de compensación forestal del Área de Influencia Directa incluyendo el área de los caminos de acceso que se requerirán abrir. Por tal motivo, considerando los criterios de desarrollo sostenible y en coherencia con el marco legal nacional e internacional, se hace necesaria la implementación de acciones dirigidas a la corrección o mitigación de la afectación generada, a fin de conservar y/o mejorar las condiciones ambientales dentro del área posterior al cierre del Proyecto.

El plan de reforestación pretende aportar a la mejora del microclima del área, reducir la erosión hídrica y eólica, restaurar la flora en el área intervenida por las plataformas.

II. OBJETIVO

Establecer los lineamientos generales para el proceso de reforestación como medida de compensación forestal en el área de influencia directa del Proyecto.

III. CALCULO DE ESPECIES

En el área de incidencia directa donde se realizará la construcción de plataformas y apertura de caminos, se realizó un censo forestal; contabilizándose un total de 139 individuos de *35 especies en 23 familias*. El diámetro promedio de todos los árboles a ser talados sobre la vía de acceso a las plataformas es de 29.00 cm. El volumen comercial de árboles sobre la vía de acceso a ser talado es de 28.00 m³ y el área basal es de 11.33 m². En el área de la plataforma A, actualmente no existe vegetación, fue destruida por el incendio acontecido en el mes de abril del 2015 que afectó gran parte de la Reserva. La Plataforma B es un área agrícola utilizada para el cultivo de Ajonjolí o Maíz, no se encontraron árboles en el área. En la plataforma C se observaron daños de fuegos forestales, con mucha probabilidad que fueron causados por actividades de cazas de garrobo lo cual es común en la zona. En esa área se censaron 18 árboles que totalizan una área basal de 1.26 m² y un volumen de 5.83 m³.

La normativa indica una relación de reposición de 1:10 por tanto se requiere la siembra de 1,390 plantas. Se estima que por 1Ha se siembran 1,111 plantas, por tanto para el Proyecto se plantea un área de siembra de 1Ha. Se utilizará en la medida de lo posible las especies que se cortaran en el acondicionamiento de las áreas. Se adquirirán únicamente especies autóctonas de la zona, enlistadas en el Estudio Rápido Ecológico, no se permite la siembra de Neem; Se recomienda realizar labores de reforestación en

las quebradas con especies tales como Espabel, Tololo y Ojoche, sobre todo para conservar los niveles de agua, solo especies con fines de reforestación considerando la naturaleza de la Reserva. Para fines de labores de replantación se recomienda utilizar los estimados de área basal, volumen comercial y biomasa de los valores observados de número de individuos en el tramo del camino para seleccionar otras especies que sean de valor paisajístico como el madroño. Otras especies que se proponen son el Madero negro (*Gliricidia sepium*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) y Laurel (*Cordia alliodora*).

IV. REQUERIMIENTOS DE INSUMOS

Agua: Se requiere de 1 litro H₂O/planta. El volumen de agua total para 1390 plantas es de 507.35m³/año. Sin embargo, éste consumo disminuirá en la época de invierno, requiriéndose regar únicamente durante los días de ausencia de lluvia.

Suelo: El volumen de suelo orgánico requerido es de 8000 cm³ de suelo por planta (20cm * 20cm *20cm). Para 1390 plantas, se requieren 11.12m³ de suelo orgánico, el cual será provisto por el mismo suelo removido en la etapa de construcción.

V. METODOLOGIA DE SIEMBRA

Se utilizarán dos tipos de trazado de siembra:

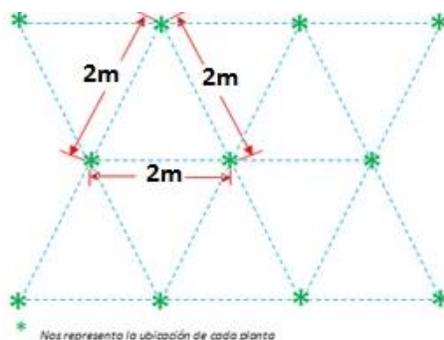
- En las zonas planas se utilizará el trazado en cuadro; siembra de plantas cada 2 metros. En la siguiente figura se observa la distribución de las plantas. Este sistema se maneja en topografía plana o con suaves pendientes de hasta 10%.

Figura No.1: Trazado en cuadro



- En las zonas con pendientes, como es la ribera de las quebradas y taludes de los caminos, se utilizará el trazado de siembra tipo Triangulo o de tres bolillos. Este sistema de trazado permite incrementar la población o la densidad de siembra en un 15% respecto al cuadrado. Este tipo de trazado se recomienda para pendientes fuertes. En la siguiente figura se observa la configuración de siembra.

Figura No.2: Trazado Triangulo o tres bolillos



VI. INVERSION ESTIMADA

El cálculo de inversión se basa en mantenimiento por 3 años, según metodología, para alcanzar la estabilidad de la plantación y lograr los objetivos planteados.

PRESUPUESTO REFORESTACIÓN 1 HA								
	Materiales y herramientas:	CANTIDAD	Unidad de medida	C\$/UNINDIVIDUAL	COSTO TOTAL C\$	VECES / AÑO	COSTO AÑO	COSTO 3 AÑOS
1	Planta forestal	1390	plantas	38.3	53237	1	42495.75	
2	Palin	5	EA	205.0	1025.0	1	1025.00	3075.00
3	Machete	5	EA	200.0	1000.0	3	3000.00	9000.00
4	Lima	10	EA	80.0	800.0	3	2400.00	7200.00
5	Sondaleza	20	EA	21.0	420.0	1	420.00	1260.00
6	Cajillas	10	EA	180.0	1800.0	1	1800.00	5400.00
7	Fertilizante 15-15-15	3	QQ	620.0	1860.0	3	5580.00	16740.00
8	Insecticida	1	LTS	240.0	240.0	3	720.00	2160.00
9	Bomba de mochila	1	EA	800.0	800.0	1	800.00	2400.00
10	Suelo orgánico	11.12	m ³	500	5560	1	5560	
11	Agua para riego	507.35	m ³	20	10147	1	10147	30441
	SUB TOTAL				76889		73947.75	77676
12	Plantas forestales (replante) 15% anual	209	plantas	37.5	7837.5	1	7837.5	15675
	TOTAL C\$				69,220.13		81785.25	93351

Reforestar 1 hectárea con una persona en 56 días (x jornales)

	ACTIVIDAD (MANO DE OBRA)	CANTIDAD	Unidad de medida	C\$/Individuo	COSTO TOTAL C\$	Jornales o Día hombre	VECES/AÑO	COSTO AÑO	COSTO 3 AÑO
	Costo de mano de obra/ día hombre			250					
1	Preparación de área (Chapea en rastrojo)	1	Ha	2777.78	2777.8	11.1	1	2777.78	8333.33
2	Estaquillado	1390	Plantas	1.67	2321.3	7.41	1	2321.3	6963.9
3	Caseo pre Siembra	1390	Caseo pre siembra	1.25	1737.5	5.555	1	1737.5	5212.5
6	Siembra	1390	Plantas	2.50	3475	11.11	1	3475	10425
7	Fertilización	1390	Plantas	1.67	1855.37	2.222	3	1855.37	5566.11
8	Mantenimiento (Chapia)	1	Ha	2777.78	2777.78	11.1	3	8333.33	25000
9	Mantenimiento (Caseo)	1390	Plantas	1.67	2321.3	7.41	3	2321.3	6963.9
	Total C\$				17,266.05	55.90		22,821.58	68,464.74

Observación: El valor de la mano de obra está calculado a un contrato temporal con prestaciones de ley.

VII. Implantación de medidas

Programa de gestion ambiental (pga)		
Plan de reforestación		
Objetivos:		
1) Restaurar las áreas afectadas por la construcción de las obras en las plataformas		
2) Restaurar las áreas afectadas por la apertura de camino de acceso		
Responsable de la implementación y seguimiento del plan:		
Acn y contratista (etapa de construcción); unidad de gestión ambiental de la empresa (etapa de operación)		
Plazo de cumplimiento: mientras dure el proyecto.		
No	Acciones/actividades/medidas	Observaciones
1	Reforestación de áreas intervenidas por el proyecto en base a afectación forestal inicial. Se reforestará con una relación 1:10; es decir 10 árboles plantados por cada árbol cortado.	Se requiere contar con el inventario de flora cortada en la etapa de construcción. Plantación de especies iguales a las removidas o especies autóctonas de la zona.

3	Generación de empleos locales	
4	Incorporación de avances de actividades y/o acciones de reforestación en los informe de cumplimiento ambiental emitidos a las autoridades ambientales.	Frecuencia: semestral Responsable: unidad de gestión ambiental Observaciones: Incorporar evidencia fotográfica. Elaborar una bitácora de registro.

10.7. Plan de capacitación y educación ambiental

I. INTRODUCCIÓN

Una de las acciones más importantes que se han impulsado fue la creación de la Comisión Nacional de Educación Ambiental (CNEA), mediante el Decreto No. 27-94 del 4 de Junio de 1994. Esta comisión tenía como una de las funciones, presentar ante la máxima instancia del Poder Ejecutivo una propuesta de política y estrategia nacional de educación ambiental.

A fin de avanzar en el proceso de formulación de la política y estrategia nacional de Educación Ambiental se convocó a las instituciones, organismos y agrupaciones del Estado y la sociedad civil involucrados en el quehacer de educación ambiental, realizando con ellos un conjunto de actividades que concluyeron con la elaboración de los Lineamientos de Política y Estrategia de Educación Ambiental aprobado a través del acuerdo Presidencial 19-2003.

En tanto, la Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático en su plan de acción 2010-2015, contempla que la Educación Ambiental para la Vida debe enfocarse en:

Promover el conocimiento, valores, habilidades para que todos y todas comprendamos que formamos parte de la naturaleza y tenemos la responsabilidad de protección, manejo y cuidado de la Madre Tierra, partiendo del principio de que los seres humanos somos los guardianes de la Tierra, que es el Bien Común de todas las especies, de la comunidad y de la vida.

Realizar una comunicación permanente para la sensibilización, reconstrucción de valores de respeto, dignificación, protección y amor por nuestra Madre Tierra, restituyendo los derechos de nuestras mujeres, niños, niñas, jóvenes, hombres, todos y todas por un ambiente sano, elemento fundamental del buen vivir.

Este propósito se logrará mediante el desarrollo de procesos educativos y campañas de comunicación directa y por los medios, que tomen en cuenta la problemática local, regional, nacional, fortaleciendo a los actores involucrados en contenidos ambientales, con proyección en la comunidad y con la comunidad, en una verdadera acción de

democracia directa. Es el pueblo organizado y movilizado que puede avanzar hacia el bien común de la Madre Tierra y la Humanidad.

La fundamentación legal en que se basa el concebir un plan de capacitación y educación ambiental es la siguiente:

- En la **Constitución Política de la República de Nicaragua** en el Arto. 60, establece que los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable. Por lo tanto la Educación Ambiental es fundamental para que toda la población garantice sus actividades respetando el ambiente.
- **La Ley 217 “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”**, en su arto. 13, numeral 9, manifiesta que la calidad de vida de la población depende del control y de la prevención de la contaminación ambiental, del adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y del mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos.
- La Política Nacional de Educación Ambiental en Nicaragua tiene como fines el proteger y preservar el medio ambiente y los recursos naturales de Nicaragua, es un interés esencial del pueblo nicaragüense en particular de la humanidad en general, por cuanto constituyen condiciones primordiales para su sobrevivencia y desarrollo. Siendo la protección y conservación del ambiente y sus recursos un interés esencial de todos los nicaragüenses, se convierte, por tanto en un objetivo fundamental del Estado de la Republica de Nicaragua, que interpreta y establece y tutela los intereses del Pueblo. Así en consecuencia, para alcanzar el objetivo propuesto, el estado adopta las políticas de gestión necesarias que le permiten disponer de esfuerzos de manera coherente, organizada y eficiente, incorporando como parte de las mismas, la participación de la sociedad civil. Es política del Estado de Nicaragua, la instauración de la educación ambiental en todos los ámbitos y esferas de la vida nacional, de acuerdo a cada caso y según lo determinan las circunstancias.

II. OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente plan se enfocaran en:

2.1. Objetivo General

- Promover en el personal que laborara en el Proyecto la sensibilización y toma de conciencia con respecto a su entorno ambiental, los problemas que en él se manifiestan, sus causas y consecuencias, así como las posibles alternativas de solución y prevención de los mismos.

2.2. Objetivos específicos

- Estimular la formación de valores, actitudes, normas de comportamiento, hábitos y costumbres, individuales y colectivas en todos los colaboradores que trabajen en el Proyecto que favorezcan la preservación del medio ambiente y la utilización racional de los recursos naturales, incorporándolo como parte de sus manifestaciones culturales.

- Impulsar e incentivar la participación consciente, responsable y organizada del personal en las diferentes actividades y tareas orientadas a proteger y preservar el entorno natural y dar solución efectiva a cualquier contingencia ambiental que se pueda presentar durante el proyecto.
- Contar con trabajadores informados y sensibilizados en los riesgos que implica su quehacer diario en el Proyecto.
- Concientizar de la trascendencia del cumplimiento estricto del uso de los equipos de protección personal
- Capacitar en el trabajo responsable y disciplinado.

III. Unidad a cargo de la implementación

El Proponente del Proyecto debe contratar a un Gestor Ambiental con especialidad preferiblemente Ingeniero Ambiental para que garantice la implementación y cumplimiento a todas las medidas indicadas en el presente Plan.

IV. Implantación de Medidas

PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL
Nombre del Plan: Plan de Educación Ambiental
Objetivo General: Garantizar la concientización ambiental de todos los trabajadores que laboren en el Proyecto de exploración geotérmica, mediante la implementación del plan de capacitación en Educación Ambiental.
Objetivos Específicos:
1. Proponer temáticas ambientales asociadas a la actividad de exploración geotérmica
2. Sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia de segregación y acopio diferenciado de residuos y desechos mediante implementación de charlas y asignación de cestos para depósito de los desechos y residuos sólidos.
3. Sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia del uso de equipos de protección personal y de los riesgo de la actividad
4. Dar a conocer a todos los colaboradores el plan de educación ambiental de la Planta.
Metas:
1) Definidas temáticas a abordar en el plan de educación ambiental.
2. Implementándose el acopio segregado de residuos y desechos apoyado con la asignación de cestos rotulados.
3. El 100% de los trabajadores utilizan los equipos de protección personal según el riesgo al que se exponen.
Indicadores:
1. Plan de capacitación elaborado.
2. Asignados los contenedores de desechos y residuos, rotulados.

3. Todos los trabajadores usando sus equipos de protección personal. Comprobantes de compra de equipos de protección. Lista de entrega de equipos por trabajadores.

Impactos que se pretenden mitigar, corregir, compensar: contaminación de suelo, agua, aire; afectación a salud de los trabajadores y de la comunidad.

Responsable de la implementación y seguimiento del Plan:

1) Responsable Gestión Ambiental y de Seguridad Industrial.

Plazo de cumplimiento: Permanente, etapa de construcción, operación y cierre de la actividad.

No.	ACTIVIDAD/PROCESO	MEDIDAS/OBSERVACIONES
	Incentivar una cultura ambiental en todos los trabajadores del Proyecto. Sensibilización del personal sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental	Capacitación en temáticas ambientales que incluyan el concepto de manejo de desechos y residuos sólidos no peligrosos y peligrosos incluyendo implementación de 5 Rs (Reúsa, recicla, reduce, repara, rechaza) cuando sea pertinente, conservación de agua, protección de fauna silvestre, entre otros.
	Segregación diferenciada en el origen. Implementación de medidas de almacenamiento de residuos y desechos.	Capacitación sobre segregación diferenciada de residuos y desechos y significado de los códigos de los cestos para disposición temporal. Capacitación sobre medidas de almacenamiento de residuos y desechos.
	Implementación del PGA	Dar a conocer el Programa de Gestión Ambiental aprobado
	Protección de la integridad física ante riesgos	Garantizar que todos los trabajadores conozcan la importancia y uso adecuado de los equipos de protección personal.
	Registro de capacitaciones ambientales	Garantizar el resguardo de evidencias de charlas ambientales las que serán de evidencia para auditorias, visitas de instituciones, etc.
	Capacitar en manejo adecuado de insumos químicos.	Capacitación en el uso adecuado de los productos químicos para reducir riesgos de accidentes o incidentes por desconocimiento de los riesgos.

	<p>El personal a cargo del riego de áreas críticas (caminos, plataformas, áreas de reforestación) será capacitado en métodos de optimización de agua.</p>	<p>No podrá regarse en horas de la tarde considerando el alto porcentaje de evapotranspiración en esas horas. Todo riego será en la mañana antes de las 11am. De ser necesario en horas de la tarde se regará agua pero únicamente en las plataformas para evitar pérdida de agua por ineficiencia de acción.</p>
	<p>Capacitación en casos de emergencias naturales</p>	<p>ACN desarrollará simulacros conforme los riesgos identificados en el Análisis de Riesgo y Plan de Contingencia. Haciendo énfasis en las rutas de evacuación, responsables de brigada, etc.</p>
	<p>Capacitación a la población circundante</p>	<p>Se debe elaborar un plan de información vinculante y continuo con la población aledaña (Comunidad El Mojado y El Capulín). Este deberá ser impartido en lenguaje sencillo, claro. Informando de los riesgos y de todas las medidas de seguridad que implementará la Empresa para proteger la salud de los trabajadores, del medio ambiente y de la comunidad. El responsable de cumplimiento será la Unidad de Gestión Ambiental con el acompañamiento de la Gerencia del Proyecto. Usar una bitácora de registro de las personas que asisten a las capacitaciones, indicando fecha, hora, nombre completo, si es posible incluir cédula y firma.</p>

Seguimiento a la ejecución del plan

Con el propósito de mantener una revisión continua de los aspectos del Plan de Capacitación y Educación Ambiental se deberá tener una memoria de las charlas, talleres, seminarios impartidos. En los informes trimestrales deben indicarse las horas de capacitación brindadas al personal del proyecto.

10.8. Plan de monitoreo ambiental

I. Introducción

El **monitoreo ambiental** se define como un "sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; el monitoreo es una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control" (Sors, 1987).

El monitoreo requiere la selección de los indicadores de impacto, siendo entre otros:

- Determinación de la frecuencia mínima necesaria de los muestreos, para el análisis de tendencias y correlación de causa - efecto.
- Selección de los puntos de monitoreo, tomando en cuenta la ubicación específica de las actividades que pueden generar impactos.
- Determinación del tipo de datos a obtener y su forma de almacenamiento y análisis.

Para fines del presente Plan, se utiliza una matriz unificada que contiene indicadores, metas, responsable de ejecución de acciones o actividades encaminadas al seguimiento, control, monitoreo de las variables ambientales de interés conforme la evaluación de impactos realizada.

Programa de Gestión Ambiental (PGA)
Plan de monitoreo y supervisión ambiental
Objetivo general: monitorear las variables ambientales de interés con el propósito de dar seguimiento al desempeño ambiental del proyecto como parte de la mejora continua.
Objetivos específicos: <ol style="list-style-type: none">1. Monitorear la calidad del aire ambiente conforme frecuencia establecida en el marco jurídico2. Monitorear las aguas residuales3. Monitorear los aspectos de seguridad industrial e higiene ocupacional4. Dar seguimiento ambiental al proyecto mediante auditorías ambientales internas

<p>Meta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Monitoreada una vez durante la operación del proyecto, la calidad del aire ambiente y ruido ambiental dentro del área de incidencia directa, por un laboratorio de calidad de aire independiente. 2) Monitoreado por plataforma, una vez durante la operación, de la calidad fisicoquímica del agua sobrenadante de la fosa de lodos o pila de recortes con su zona de evaporación. 3) Monitoreo una vez durante la operación de cada plataforma del agua de la quebrada más cercana. 4) Garantizado el epp al 100% al personal del proyecto. 5) Realizado un (1) monitoreo mensual de seguimiento ambiental. 6) Realizados monitoreos mensuales internos de pm_{2.5} fracción respirable. 7) Realizado análisis creti a los lodos contenidos en la fosa de lodos o pila de recortes de cada plataforma. 		
<p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informe de resultados de monitoreo de la calidad del aire ambiente y ruido por un laboratorio privado 2. Resultados de monitoreos de aguas y lodos 3. Cardex de entrega de epp a los trabajadores 4. Registros de inspecciones ambientales 		
<p>Impacto que se pretende mitigar, corregir, compensar: calidad ambiental y seguridad laboral en las áreas donde se ejecutan las actividades del proyecto.</p>		
<p>Responsable de la implementación y seguimiento del plan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Unidad de gestión ambiental 2) Seguridad industrial 		
<p>Plazo de cumplimiento: mientras dure el proyecto</p>		
No	Acciones/actividades/medidas	Observaciones
1.	Ejecutar monitoreo de calidad de aire ambiente, ruido ambiental y laboral en puntos de incidencia del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Normativa de referencia: análisis de cumplimiento conforme límites normados en la nton 05 012-02. ❖ Sitios de monitoreo: conforme el plan de emisiones; en dirección del viento. ❖ Métodos para el monitoreo de los contaminantes atmosféricos: los aprobados en la nton 05 012-02. ❖ Frecuencia: conforme plan específico. ❖ Parámetros a monitorear: gases de combustión (cox, nox, sox), pm₁₀ y los parámetros establecidos en la norma. ❖ Observaciones: Realizar evaluación estadística de la información concerniente. Elaborar informe anual de cumplimiento con evidencia fotográfica y verificación de cumplimiento con relación a estándares internacional en el ámbito

		ambiental y de seguridad ocupacional.
2.	Ejecutar monitoreo de aguas residuales	<p>Normativa de referencia: decreto 33-95</p> <p>Frecuencia de monitoreo: una vez en cada plataforma</p> <p>Sitios de muestreo: fosa de lodos o pila de recortes.</p> <p>Parámetros de control conforme actividad: grasas y aceites inorgánicas, ph, solidos sedimentables y suspendidos, u todos los parámetros del decreto 33-95.</p> <p>Métodos para el monitoreo, preservado y análisis de muestras: manual métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales editados en inglés con el nombre de standard methods for the examination and water and waste water.</p>
3.	Ejecutar monitoreo de sedimento (lodo) en fosa de lodos o pila de recortes	<p>Normativa de referencia: análisis creti</p> <p>Frecuencia: una vez en cada plataforma</p> <p>Muestra: compuesta</p> <p>Parámetros de control: caracterización creti</p> <p>Sitio de muestreo: fosa de lodo o pila de recortes</p>
4.	Realizar inspección como parte del seguimiento ambiental.	<p>Frecuencia: mensual o conforme programa de auditorías ambientales internas de la empresa.</p> <p>Sitio de muestreo: plataformas, sistema de obras de drenaje y punto de control ambiental</p> <p>Recursos necesarios: disponer en físico de las medidas ambientales propuestas en el presente eia y formato de auditoría ambiental interna.</p> <p>Observaciones: posterior a las inspecciones se deben proponer metas con acciones correctivas de condiciones ambientales que sean detectadas como riesgosas o no conformidades.</p>
5.	Seguimiento al cumplimiento de	Frecuencia: conforme planificación de implantación

	las medidas ambientales presentadas en el estudio de impacto ambiental-	de medidas y avances del proyecto
6.	Cumplir con las medidas y condicionantes establecidas en el permiso ambiental que otorgará la autoridad ambiental. Para ello se realizará seguimiento mensual del cumplimiento de la resolución administrativa.	Esto aplica cuando la autoridad ambiental establece condicionantes, requerimientos u otra disposición que no es parte del presente estudio de impacto ambiental, cuyo asidero legal es sustentado y oficializado en la resolución emitida.
7.	Emitir informes a marena e instituciones gubernamentales involucradas.	Con toda la documentación soporte que evidencie el avance en la implantación de las medidas ambientales y planes del pga.
8.	Realizar visita al sitio con el personal de inafor, si se considera necesario, para el trámite de permiso de corte de árboles con dap mayores a 10 cm.	Frecuencia: conforme situación del terreno Recursos requeridos: informe de evaluación para corte de árboles. Censo forestal realizado.
9.	Supervisión del personal responsable de la manipulación de sustancias químicas (aditivos).	Frecuencia: diaria Responsable: jefe de seguridad industrial Observaciones: implementar llamados de atención, amonestaciones verbales y monetarias al personal que no cumpla con las medidas de seguridad establecidas y de ser necesario suspender su contrato laboral. Se llevará un registro de los llamados de atención.
10.	Análisis de calidad de agua de las quebradas adyacentes	Frecuencia: durante la operación de la plataforma a y b. Puntos de muestreo: quebrada aguas agria y quebrada el mojado Parámetros a monitorear: para agua superficial, los establecidos la norma capre/inaa (básico, incluyendo metales pesados); en ausencia de legislación nacional y considerando el uso potencial.
11.	Manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos	Frecuencia: supervisión de cumplimiento conforme plan integral de manejo de residuos. Puntos de monitoreo: en plataformas, construcción y rehabilitación de caminos de acceso. Observaciones: utilizar bitácora para el registro de actividades, no conformidades.

10.9. Plan de control de emisiones atmosféricas

Este Plan de manejo representa especial interés considerando que los resultados de la evolución de impactos ambientales indicaron que en todas las etapas de desarrollo del Proyecto, el factor Aire es afectado en forma moderada. Por tanto, requiere ser considerado un punto importante de la gestión ambiental responsable y seguimiento continuo y estricto.

Durante la etapa de perforación y prueba de los pozos existen dos tipos de fuentes emisiones gaseosas: los motores de combustión interna de la maquinaria y equipos de perforación y el fluido geotérmico que contiene cantidades menores de gases no condensables.

Gases generados por motores de combustión interna

En esta etapa habrá emisiones en forma no continua de gases de escape de los vehículos y de los motores del equipo de perforación. Los motores del equipo de perforación representan en su conjunto una emisión localizada en el sitio de perforación, por una duración de tres meses por cada plataforma, que corresponde al tiempo estimado de perforación de un pozo de 1000 m de profundidad. La potencia global de los motores que alimentan a los varios componentes del equipo de perforación es de aproximadamente 3000 HP, lo cual implica una emisión de bajo nivel. Las emisiones del equipo vehicular serán intermitentes y no localizadas. Se estima que en el trabajo se involucrarán como máximo unos diez vehículos entre camiones y camionetas.

Gases geotérmicos

El vapor geotérmico que se liberará a la atmósfera durante las pruebas de producción de los pozos, contiene gases no-condensables, cuya concentración depende de las características naturales del reservorio geotérmico, las cuales no son conocidas en este momento. En general el contenido de gases no-condensables en la fracción vapor del fluido geotérmico varía de 0.5 a 5% en peso, dependiendo del campo geotérmico y, al

interior del mismo, de un pozo a otro. Estas cantidades se componen por las fracciones de gases que se muestran en la Tabla siguiente.

Tabla 62. Contenido promedio de gases no-condensables en campos geotérmicos de Nicaragua

Gas	Concentración (mmoles/100 moles vapor)
Helium (He)	0.0002
Hydrogen (H ₂)	0.0577
Nitrogen (N ₂)	2.18
Argon (Ar)	0.0183
Methane (CH ₄)	0.0217
Oxygen (O ₂)	0.0296
Carbon Monoxide (CO)	0
Hydrogen Sulphide (H ₂ S)	11.66
Carbon Dioxide (CO ₂)	51.06
Ammonia (NH ₃)	0.06

Fuente: SKM

Se estima que las emisiones de gases que ocurrirán durante la perforación y pruebas de producción de los pozos, serán muy bajas y marcadamente inferiores a los niveles que harían necesario tomar medidas de mitigación, según las normas nacionales e internacionales (Banco Mundial, USA-EPA, OMS, OSHA y ACGHI). Además es importante considerar que dichas emisiones ocurrirán por períodos cortos, durante las pruebas de producción, que serán de un máximo de dos a tres meses por cada pozo.

Marco jurídico aplicables

- **NTON 05 012-02, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Calidad del Aire**, establece los parámetros para el monitoreo de calidad de aire ambiente.
- **La OSHA (Occupational Safety and Health Administration)** establece que una concentración en el ambiente de ácido sulfhídrico de 10 ppm produce en las personas molestias tales como irritación en los ojos. El valor de 20 ppm como máxima concentración permitida para un tiempo de exposición de 8 horas ppm para una exposición no mayor de 10 minutos
- **La OMS (Organización Mundial de Salud, WHO)** establece un valor guía o una concentración tolerable en un puesto de trabajo de 150 mg / m³ (0.102 ppm) a lo largo de 24 horas y 14000 mg / m³ (9.5 ppm) para una exposición de 8 horas
- **La ACGHI (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)** establece los valores siguientes:
 - Límite de exposición (8 h/día): 10 ppm.
 - Límite de exposición (15 min): 15 ppm.

Guías ocupacionales para H₂S

País/ Institución	Nivel (ppm)	Nivel µg m ⁻³	Tiempo promedio	Tipo de guía	Fecha de implementación	Ley relevante	Notas	Ref
UK	10	14000	15 min.	MEL		Nueva		a
	5	7000	8 horas TWA	MEL		Nueva		a
	20		8 horas TWA	Techo aceptado por la exposición permitida		Regulaciones OSHA (Standard -29 CFR)	1	b
USA	10	15000	10 min. techo	REL	2003	NIOSH		c
	0.1		1 hora	ERPG-1	2003	Lineamientos para planes de respuesta a emergencias		d
	30		1 hora	ERPG-2	2003	Lineamientos para planes de respuesta a emergencias		d
	100		1 hora	ERPG-3	2003	Lineamientos para planes de respuesta a emergencias		D

ppm por volumen a 25°C y 750 torr. 50 ppm se acepta para 10 min., una vez en un período de 8 horas, si no ocurre otra exposición; HSE, 2002. Occupational Exposure Limits 2002. HSE Books, Sudbury.; OSHA Standards Website . a NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG).
<http://cdc.gov/niosh/npg/npg.html>
 AHIA Emergency Response Planning Guidelines Committee, 2004, 2004 Emergency Response Planning Guidelines (ERPG) Update Set, American Industrial Hygiene Association, Fairfax.

Para el Dióxido de Carbono el valor límite permisible de exposición es de 5,000 ppm; una concentración de 30,000 ppm causa en las personas dificultades para respirar y fuertes dolores de cabeza, según la OSHA y la *ACGHI*

Guía ocupacional para CO₂ *

País/ Institución	Nivel %	Nivel mg3 ⁻³	Tiempo promedio	Tipo de guía	Fecha de implementación	Ley relevante	Notas	Ref.
EU	0.5	9000	8 horas TWA	OEL		Comisión Directiva 91/322	1	A
	1.5	274000	15 min.	MEL		ILV		B
UK	0.5	9150	8 horas TWA	MEL		ILV		B
	3	540000	15 min.	STEL	2003	NIOSH		C

USA	>0.5	9000	8 horas TWA	PEL		Regulación OSHA (Standard -29 CFR)	1	D
	0.5	9000	10 horas TWA	PEL	2003	NIOSH		C
<p>a. * (Concentraciones de 1%= 10000 ppm) 1. ppm por volumen a 25° y 760 torr.</p> <p>b. http://europa.eu.int/comm/employment_social/health_safety/docs/oels_en.pdf</p> <p>c. HSE, 2002. Occupational Exposure Limits 2002, HSE Books, Sudbury.</p> <p>d. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG). http://www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html</p> <p>e. OSHA Standards Website</p>								

- **Responsables de ejecución del Plan:**

- La responsabilidad de ejecución física de las actividades está a cargo de la Empresa.
- La responsabilidad de seguimiento del desarrollo de las actividades es de la autoridad ambiental.
- Es responsabilidad del Gestor Ambiental de la Empresa velar por el desarrollo y cumplimiento de las actividades por cada una de las partes.

- **Implantación de Medidas**

PLAN DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Objetivo General:

Manejar las emisiones en el Proyecto; basados en el cumplimiento a los rangos máximos permisibles en el marco jurídico vigente aplicable.

Objetivos Específicos:

1. Monitorear las emisiones de material particulado y gases a la atmosfera
2. Monitorear ruido ambiental
3. Describir los criterio de selección de sitios para el monitoreo de la calidad de aire.
4. Establecer los puntos de monitoreo de la calidad de aire
5. Describir los parámetros básicos a monitorear de acuerdo al marco legal vigente.
6. Implantar las medidas ambientales en la etapa de operación del Proyecto

Metas:

- 1) Reducir la contaminación ambiental por emisiones de material particulado, gases y vapores.
- 2) Cumplir con el marco legal ambiental en materia de calidad de aire.

Indicadores:

1. Establecido los puntos de monitoreo para la toma de muestra de la calidad de aire ambiente.
2. Cumplimiento de los parámetros establecido en la NTON 05-012-02.

3. Implementado el uso de bitácora para el registro y control de todos los monitoreos		
Impactos que se pretenden mitigar, corregir, compensar:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deterioro de la calidad de aire ambiente ➤ Incremento en las enfermedades respiratorias de los habitantes de las comunidades aledañas al Proyecto. 		
Responsable de la implementación y seguimiento del Plan:		
Unidad de Gestión Ambiental		
Plazo de cumplimiento: Mientras dure el proyecto		
No	ACCIONES/ACTIVIDADES/MEDIDAS	OBSERVACIONES
1	<p>Criterios de selección de ubicación de los puntos de muestreo:</p> <p>El grado de exposición de los gases al medio y la población, es sin duda uno de los aspectos más importantes del plan de monitoreo de calidad del aire.</p> <p>Basado en lo anterior, se indican algunas reglas prácticas de carácter general:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los puntos de monitoreos deben ser representativos de la pluma de contaminación (emisión de PTS, gases y vapores del Proyecto). ❖ Los puntos deben ubicarse en un lugar accesible, totalmente descubierto y alejado de árboles, viviendas, etc. Debe considerarse la velocidad y dirección del viento al momento del monitoreo. 	<p>Los criterios establecidos en la columna de la izquierda, están basados en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones; <i>Publicado en septiembre del 2003.</i></p>
2	<p>Puntos o sitios de Monitoreo</p> <p>Se establecen dos (2) puntos de monitoreo, de los cuales se detallan a continuación:</p> <p>Primer Punto: Ubicado entre plataforma A y B. Éste monitoreo será tomado entre la operación de la plataforma A y preparación de la plataforma B. Se deberá tomar otro punto si las condiciones en el sector de medición cambian con relación a la situación actual.</p> <p>Segundo Punto: A 50m de la plataforma C, durante la operación de la misma</p>	<p>Los puntos de monitoreos fueron basados en los criterios de selección descritos en el inciso No. 1 del presente Plan.</p>
3	<p>Parámetros a monitorear de acuerdo al marco legal vigente.</p>	

<p>Los análisis de cumplimiento serán conforme límites normados en la NTON 05 012-02; establecidos en el numeral 5.1 que dice textualmente: Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos a los que se refiere la presente norma, no deberán superar los límites máximos permisibles establecidos en la tabla siguiente:</p> <p style="text-align: center;">LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE INMISION DE CONTAMINANTES EN EL AIRE</p> <table border="1" data-bbox="219 611 813 1115"> <thead> <tr> <th>CONTAMINANTE</th> <th>SIMBOLOGIA</th> <th>LIMITE MAXIMO PERMISIBLE µg/m³ / (ppm)</th> <th>PERIODO DE MEDICION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Partículas Totales en Suspensión</td> <td rowspan="2">PTS</td> <td>75 / (n.a.)</td> <td>Anual¹</td> </tr> <tr> <td>260 / (n.a.)</td> <td>24 horas²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Material Particulado menor o igual a 10 micrómetros</td> <td rowspan="2">PM₁₀</td> <td>50 / (n.a.)</td> <td>Anual¹</td> </tr> <tr> <td>150 / (n.a.)</td> <td>24 horas²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Dióxido de Azufre</td> <td rowspan="2">SO₂</td> <td>80 / (0.03)</td> <td>Anual¹</td> </tr> <tr> <td>365 / (0.14)</td> <td>24 horas²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Dióxido de Nitrógeno</td> <td rowspan="2">NO₂</td> <td>100 / (0.05)</td> <td>Anual¹</td> </tr> <tr> <td>400 / (0.21)</td> <td>1 hora²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ozono</td> <td rowspan="2">O₃</td> <td>160 / (0.08)</td> <td>8 horas²</td> </tr> <tr> <td>235 / (0.12)</td> <td>1 hora²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Monóxido de Carbono</td> <td rowspan="2">CO</td> <td>10,000 / (9.0)</td> <td>8 horas²</td> </tr> <tr> <td>40,000 / (35.0)</td> <td>1 hora²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Plomo</td> <td rowspan="2">Pb</td> <td>0.5 / (n.a.)</td> <td>Anual¹</td> </tr> <tr> <td>1.5 / (n.a.)</td> <td>Trimestral</td> </tr> </tbody> </table> <p>También se monitoreará Ruido Ambiental en los puntos de monitoreo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Frecuencia: una vez durante la operación del Proyecto. ❖ Métodos para el monitoreo de los contaminantes atmosféricos: los aprobados en la NTON 05 012-02. 	CONTAMINANTE	SIMBOLOGIA	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE µg/m ³ / (ppm)	PERIODO DE MEDICION	Partículas Totales en Suspensión	PTS	75 / (n.a.)	Anual ¹	260 / (n.a.)	24 horas ²	Material Particulado menor o igual a 10 micrómetros	PM ₁₀	50 / (n.a.)	Anual ¹	150 / (n.a.)	24 horas ²	Dióxido de Azufre	SO ₂	80 / (0.03)	Anual ¹	365 / (0.14)	24 horas ²	Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	100 / (0.05)	Anual ¹	400 / (0.21)	1 hora ²	Ozono	O ₃	160 / (0.08)	8 horas ²	235 / (0.12)	1 hora ²	Monóxido de Carbono	CO	10,000 / (9.0)	8 horas ²	40,000 / (35.0)	1 hora ²	Plomo	Pb	0.5 / (n.a.)	Anual ¹	1.5 / (n.a.)	Trimestral	<p>Realizar evaluación estadística de la información concerniente.</p> <p>Elaborar informe de cumplimiento con evidencia fotográfica.</p> <p>Registro de Informes oficiales de monitoreo (laboratorio de calidad de aire) sellados y firmados.</p>
CONTAMINANTE	SIMBOLOGIA	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE µg/m ³ / (ppm)	PERIODO DE MEDICION																																												
Partículas Totales en Suspensión	PTS	75 / (n.a.)	Anual ¹																																												
		260 / (n.a.)	24 horas ²																																												
Material Particulado menor o igual a 10 micrómetros	PM ₁₀	50 / (n.a.)	Anual ¹																																												
		150 / (n.a.)	24 horas ²																																												
Dióxido de Azufre	SO ₂	80 / (0.03)	Anual ¹																																												
		365 / (0.14)	24 horas ²																																												
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	100 / (0.05)	Anual ¹																																												
		400 / (0.21)	1 hora ²																																												
Ozono	O ₃	160 / (0.08)	8 horas ²																																												
		235 / (0.12)	1 hora ²																																												
Monóxido de Carbono	CO	10,000 / (9.0)	8 horas ²																																												
		40,000 / (35.0)	1 hora ²																																												
Plomo	Pb	0.5 / (n.a.)	Anual ¹																																												
		1.5 / (n.a.)	Trimestral																																												
<p>4 Se monitoreará PM_{2.5} en las plataformas, con una frecuencia mensual, como parte del control de seguridad industrial de la Empresa.</p>	<p>Mantener registro separado de la parte de monitoreo ambiental. Registro como monitoreo de calidad de aire laboral.</p>																																														
<p>5 El presente plan será revisado cada 4 meses como parte de la mejora continua. Se podrán realizar los cambios pertinentes en cuanto a los puntos de monitoreo justificando técnicamente la toma de decisión en base a los resultados obtenidos en los muestreos.</p>																																															

A continuación se presentan las medidas ambientales de control de emisiones.

Cuadro 55: Implantación de medidas ambientales de control de emisiones en la etapa de construcción del Proyecto.

MEDIDAS AMBIENTALES VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							
No.	ACCIÓN/ACTIVIDAD	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
1	Suelo: Movimiento de suelo	Contaminación atmosférica por las emisiones de material particulado	Riego con agua en el área de construcción de plataformas, rehabilitación y apertura de nuevos caminos.	Dos veces al día	Contratista con la supervisión del responsable ambiental de la Empresa	U\$ 400 / mensual ³	El costo, es estimado, ya que depende del precio del combustible y la renta x hora/pipa o cisterna.
2	Aire: Operación de maquinaria	Deterioro de la calidad de aire por emisiones vehiculares. Contaminación con Dióxido de Carbono (CO ₂), Monóxido de carbono (CO), de acuerdo a lo establecido en el Decreto 32-97, sobre las emisiones vehiculares.	- Camiones y vehículos en buen estado mecánico. Con implementación de mantenimiento preventivo y correctivo inmediato.	La frecuencia de revisión de los vehículos livianos, pesados y maquinaria debe ser conforme lo establecido por el fabricante .	Contratista con la supervisión de la Empresa	U\$ 2,500 / mensual	El costo, es estimado

Cuadro 56: Implantación de medidas ambientales en la etapa de operación del Proyecto con relación al control de emisiones.

MEDIDAS AMBIENTALES VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE OPERACIÓN						
No.	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS
1.	Aire: Monitoreo de calidad de aire ambiente y ruido ambiental	Contaminación atmosférica por ruido y emisiones de Material Particulado, Dióxido de Carbono (CO ₂), Anhídrido Sulfuroso (SO ₂), entre otros.	Análisis de cumplimiento será conforme límites normados en la NTON 05 012-02; establecidos en el numeral 5.1.	Una vez durante la realización de actividades entre las plataformas A y B, y operación de la plataforma C.	ACN	\$2,000 dólares; sujeto al costo de proforma por el Laboratorio PIENSA-UNI u otro laboratorio de aire autorizado existente en el momento del monitoreo.

Cuadro 57: Implantación de medidas ambientales en la etapa de cierre del Proyecto con relación a monitoreo de emisiones.

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CIERRE TEMPORAL O DEFINITIVO							
	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
1.	Suelo: Desmontaje de la infraestructura temporal en las plataformas y obras conexas para dejar en iguales condiciones el área previo a la intervención del proyecto.	Contaminación atmosférica por las emisiones de material particulado	Riego con agua en el área de demolición de las plataformas y obras conexas, para evitar la suspensión de polvo.	Dos veces al día	Contratista con supervisión de Empresa	U\$ 400/ mensual	El costo, es estimado, ya que depende del precio del combustible y la renta x hora/pipa o cisterna.

10.10. Plan de manejo de residuos sólidos

En Plan de Manejo de Residuos Sólidos consiste en sensibilizar a los colaboradores para que se implementen las etapas de segregación en la fuente, almacenamiento temporal adecuado, transporte, disposición final y/o envío a Empresas autorizadas para su tratamiento según tipo de residuo, incluyendo el confinamiento de desechos no valorizables.

Los principales desechos que se producirán por la actividad del Proyecto son:

Etapas de construcción: desechos de desmonte, retiro de cobertura forestal, capa orgánica (humus) y suelo. Adicionalmente se generarán desechos domésticos tales como empaques de poroplast, botellas plástica PET, posible suelo contaminado con hidrocarburos y aceites lubricantes usados por mantenimiento de la maquinaria pesada.

Etapas de operación: Durante la etapa de perforación y prueba de los pozos, se producirán diferentes tipos de residuos sólidos: lodos deshidratados y detritos de perforación, embalajes y envases vacíos de aditivos químicos, y residuos sólidos domésticos tales como empaques de poroplast, botellas plástica PET, posible suelo contaminado con hidrocarburos y aceites lubricantes usados por mantenimiento de la maquinaria y equipo de perforación

Etapas de cierre: Residuos producto de demolición de infraestructuras temporales. Desechos sólidos domésticos. Retiro de desechos y residuos con hidrocarburos. Lodos deshidratados. Otros.

En el "**Plan de manejo de hidrocarburos**" y en el "**Plan de manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares**" se describe el manejo (recolección, segregación, clasificación, almacenamiento temporal, tratamiento y disposición final) de los residuos sólidos peligrosos, generados en la etapa de preparación del terreno y etapa de exploración, de acuerdo con la identificación realizada en la descripción del proyecto.

• **Objetivos del Plan**

Objetivo General

Elaborar un Plan de manejo de residuos y desechos sólidos enfocado en garantizar el cumplimiento de la legislación nacional aplicable.

Objetivos Específicos

- Enlistar la legislación aplicable según tipo de residuos y desechos generados
- Proponer las medidas ambientales de manejo integrado de los residuos y desechos durante su manipulación.

- Indicar el aprovechamiento y confinamiento final de residuos y desechos según peligrosidad tomando en consideración medidas ambientales que faciliten la eliminación o encapsulamiento final de los residuos o desechos que ameriten.

- **Marco jurídico aplicable**

NTON 05 014-02 “Norma de Manejo y Eliminación de desechos sólidos no peligrosos

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente, la misma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas, que realicen el manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Decreto 45-2005. Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2005-2023). Éste instrumento de política desarrolla los elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integral de los residuos sólidos en Nicaragua, con miras a administrarlos de una forma compatible con el medio ambiente y la salud pública.

Tiene como objetivo lograr el manejo integral de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos, enfatizando en los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir los riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

Ley 40 y Ley 261 Ley de Municipios y Reforma e Incorporación a la Ley de Municipios (Agosto 1988); establece que los Municipios son Personas Jurídicas de Derecho Público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones y dispone en el Artículo 6 que “Los Gobiernos Municipales tienen competencia en todas las materias que incidan en el desarrollo socio-económico y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial. Tienen el deber y el derecho de resolver, bajo su responsabilidad, por sí o asociados, la prestación y gestión de todos los asuntos de la comunidad local, dentro del marco de la Constitución Política y demás leyes de la Nación. Desarrollar, conservar y controlar el uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo sostenible del Municipio y del país, fomentando iniciativas locales en estas áreas y contribuyendo a su monitoreo, vigilancia y control, en coordinación con los entes nacionales correspondientes”.

- **Caracterización de los residuos y desechos generados**

Etapas de Construcción

Desechos de construcción en general:

Vegetación cortada, sobrantes de materiales (madera, acero, cemento), envases, bolsas y contenedores. Los residuos sólidos como las bolsas de empaque para el cemento se reutilizarán como material de calafateo en el encofrado de elementos estructurales menores. Los otros materiales que no sean reciclables o de utilidad para la población local (como residuos de madera), serán almacenados en sitios de acopio y luego trasladados al vertedero municipal de El Viejo.

Los residuos producidos durante la etapa de construcción, serán reciclados en la medida en que esto sea posible y para los que no se pueda, el manejo se realizará de acuerdo a como se describe en la norma 05-014-01 “Norma técnica ambiental para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos”. Los únicos desechos de la etapa de construcción que pueden considerarse como peligrosos conforme a la Norma Técnica No. 05 015-02, “Norma Técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos”, son cantidades mínimas de filtros, lubricantes exhaustos de los motores de la maquinaria y trapos empapados de los mismos, y que serán manejados de acuerdo a esta Norma Técnica.

Residuo/desecho	Tipo	Manejo adecuado
Restos del desmonte: maleza, hojas, etc.	No peligroso	Relleno sanitario municipal
Humus removido	No peligroso	Uso en la conformación de áreas para reforestación
Suelo estéril generado del corte.	No peligroso	Reúso en las secciones del camino donde se requiera relleno o zonas degradadas, relleno sanitario de la municipalidad.
Bolsas desechadas de cemento (cartón)	No peligroso	Relleno sanitario de la municipalidad.
Desperdicios de mezclas usadas en la construcción de obras grises.	No peligroso	Relleno sanitario de la municipalidad.
Restos de zinc, perlines, etc. Restos de construcción	No peligroso.	Relleno sanitario de la municipalidad
Desperdicios de madera usadas en formaletas	No peligroso	Donación a comunidad Relleno sanitario de la comunidad
Residuos domésticos (PET, latas de aluminio de bebidas)	No peligroso	Entrega a Empresas acopiadoras de plástico y aluminio del sector o traslado al relleno sanitario municipal
Aceites usados y residuos contaminados con hidrocarburos (trapos, filtros, suelo, etc.)	Peligroso	Almacenamiento temporal en bidones rotulados y en buen estado. Entrega a empresa autorizada por MARENA para el tratamiento de este residuo.

- **Etapas de Operación**

Embalajes y residuos de materiales

Durante proceso de perforación de los pozos exploratorios, se preparan lodos de perforación a base de agua, los cuales se preparan con químicos como bentonita, lignito, soda caustica entre otros. Estos químicos están empacados en su mayoría en bolsas de papel kraftt, baldes plásticos, envolturas de nylon, cajas de cartón, paletas y cajas de madera, así como la tubería de perforación lleva rosca de protección de material plástico. Estos recipientes serán entregados al proveedor para su reutilización.

El volumen a producirse en cada plataforma es variable, dependiendo de las condiciones que encuentren en el subsuelo durante la perforación. En promedio se estima alrededor de 5000 bolsas de papel, 50 baldes de plásticos, 50 cajas de cartón o madera y 25 paletas de madera y envolturas plásticas y de nylon. Todos estos materiales serán segregados y almacenados en contenedores separados ubicados en la plataforma de perforación, para su posterior disposición o reciclaje

Otros desechos son trozos de cables y tubos metálicos y fragmentos varios metálicos. La cantidad que se producirá es mínima y será en parte reutilizada dentro del mismo proceso de perforación, reciclada o vendida.

Desechos del mantenimiento del equipo de perforación

Se componen por lubricantes exhaustos, materiales absorbentes y trapos contaminados (lanillas) con combustible y lubricantes, filtros de aceite usados, repuestos mecánicos. La producción de estos desechos es ocasional y variable, dependiendo de las contingencias del mantenimiento y reparación del equipo y maquinarias de perforación del pozo, que ocurran durante la perforación del pozo. El volumen que se generará se estima que no excederá un barril por semana. Estos desechos serán temporalmente almacenados en la plataforma en contenedores separados, debidamente tapados y rotulados. Estos serán enviados mensualmente a un sitio de disposición final debidamente autorizado por el MARENA y otras instituciones nacionales competentes.

Residuo/desecho	Tipo	Manejo adecuado
Latas de aluminio de bebidas, PET, bolsas plásticas	Sólido- No peligroso	- Reciclaje
Papel, cartón	Sólido- No peligroso	- Reciclaje
Empaques de productos químicos (papel, sacos, bolsas plásticas)	Sólidos no peligrosos	- Relleno sanitario para desechos no peligrosos (vertedero municipal)

Residuo/desecho	Tipo	Manejo adecuado
Bidones vacíos de aditivos químicos	No peligroso	- Técnica del triple lavado y reúso en actividades del proyecto ó devolución al proveedor. No donación a los trabajadores o comunitarios.
Residuos sólidos contaminados con grasas y aceites usados.	Sólido Peligroso	- Entrega para tratamiento en empresas autorizadas.
Pallets de madera en mal estado (utilizados para colocar los aditivos químicos en presentación sólida o bolsas)	Sólido no peligroso	- Donación a trabajadores, comunitarios - Depósito en vertedero municipal
Plástico negro flexible en mal estado (utilizado para proteger el suelo en actividades de recambio de aceite y engrase de maquinaria estacionaria o pesada.)	Sólido peligroso contaminado con aceites y grasas	- Entrega a empresa autorizada para su tratamiento previa trituración manual, no depositar en el vertedero municipal
Piezas metálicas de equipos dañados o vida útil agotada	Sólido no peligrosos	- Entrega a empresa chatarrera para su reciclaje.
Lodos de perforación		- Manejados conforme su plan de manejo respectivo.

• **Desechos sólidos similar a urbano**

En el Proyecto laboraran 60 trabajadores; se estima una producción per cápita de 0.60Kg/ppd, sin embargo considerando que únicamente se realizará un tiempo de alimentación por trabajador en su jornada laboral, la generación se estima en 1/3 del PPC día equivalente a 0.2Kg/ppd. En total se calcula la generación de 12Kg/día. La densidad de la basura domiciliar es de 150 - 300 kg/m³ en recipiente de basura. A continuación se presenta la estimación del volumen de residuos no peligrosos a generar.

Datos referencia		Producción residuos sólidos no peligrosos (Kg)		
Número de trabajadores	PPC (kg/trab/día) desechos y residuos sólidos domésticos	Día	Mes	8 meses
60	0.2	12	360	2880

VII. Medidas Ambientales del Plan de Manejo

El plan de manejo de residuos y desechos sólidos integra medidas ambientales que deben considerarse en todas las etapas de manejo del mismo, siendo las principales el control en la generación, acopio segregado para recuperar cualquier residuo con potencial valorizable, la clasificación, empaque y entrega a Empresas que valoricen los mismos; en caso de no tener opciones de valorización del residuo, este será considerado como un desecho, el cual considerara según las características peligrosidad las opciones adecuadas en cumplimiento a las normativas aplicable. A continuación se describen las medidas ambientales que deberán implementarse en la etapa de construcción y operación del proyecto.

Cuadro 58: Implantación de medidas ambientales en la etapa de construcción del Proyecto con relación a los residuos sólidos.

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CONSTRUCCION							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
1	Aprovechamiento de suelo orgánico para establecimiento de áreas verdes (reforestación)	Pérdida de suelo fértil	Retirar la capa vegetal de los primeros 30 centímetros únicamente en las áreas donde se hará el emplazamiento de los componentes del Proyecto	Etapa de construcción y cierre conforme cronograma de ejecución de obras	Contratista con supervisión de la Empresa		Deben definirse áreas para el almacenamiento temporal del suelo orgánico considerando retiro de las quebradas o corrientes naturales en la zona.
			Aprovechar suelo orgánico en labores de establecimiento de áreas verdes del proyecto para usar como sustrato.		contratista		

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CONSTRUCCION							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			Coordinar con la municipalidad para donar el suelo orgánico en caso de que lo requieran en viveros comunitarios.		contratista		
2	Manejo de vegetación (actividades de desmonte)	Deterioro visual del paisaje; orden y seguridad	Almacenar en un área definida en etapas preliminares. Traslado a vertedero municipal, como mínimo una vez a la semana.	Semanal	Contratista	\$25 asociado al combustible hacia vertedero	Personal contratado es parte de los costos de la construcción del Proyecto
3	Designar recipientes o contenedores para residuos y desechos no peligrosos, rotulados como parte del manejo responsable.	Mezcla de desechos. Perdida de residuos valorizables	Colocar contenedores de material resistente (plástico de alta densidad), debidamente identificados con rótulo o color para el tipo de residuo o desecho que corresponda.	Construcción y operación. Supervisión mensual	Contratista		\$15.00 por contenedor.

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CONSTRUCCION							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			Todos los trabajadores deberán hacer un uso adecuado de los contenedores y recipientes destinados para el almacenamiento de los residuos y desechos sólidos.		Contratista con supervisión de la Empresa		Se realizarán charlas de capacitación en el manejo de los mismos.
4	Manejo adecuado de desechos y residuos sólidos	Prevenir la contaminación ambiental sobre el recurso atmosférico, suelo, agua, biodiversidad, paisaje y recurso humano	Todos los materiales residuales, tales como: recipientes, latas, envolturas de cualquier tipo, envases plásticos y otros residuos generados por las actividades de construcción y operación del proyecto serán recolectados diariamente por el personal de acuerdo a lo establecido en la Norma técnica	Almacenados temporalmente en el sitio del proyecto y dos veces por semana trasladados al sitio de deposición final		Costo de combustible \$25 por viaje.	No se permite la mezcla de desechos orgánicos con inorgánicos o de desechos con residuos valorizables. Conforme constancia de uso de vertedero municipal otorgada. Impartir charlas de capacitación sobre segregación de desechos y residuos.

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE CONSTRUCCION							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			ambiental para el manejo de los residuos no peligrosos.				
			Designar área de acopio temporal para los residuos	Al iniciar etapa preliminar en plataformas.			

Cuadro 59: Implantación de medidas ambientales en la etapa de operación del Proyecto con relación a los residuos y desechos sólidos.

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE OPERACIÓN							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
1	Acopiar separadamente los desechos y residuos reciclables desde la fuente generadora	Perdida de residuos valorizables	Asignación de cestos rotulados de 55 glns. de capacidad. Colocar en puntos estratégicos los cestos.	No aplica		\$15 dólares por cesto.	Es importante indicar que según el tipo de recipiente que se encuentre en el mercado así se decidirá el tamaño del recipiente, el cual no debe superar los 55 gln. para evitar aspectos asociados a cargas permitidas por una persona.
			Recolectar los desechos y residuos por tipo. Los desechos orgánicos e inorgánicos asimilables a urbanos (desperdicios	2 veces por semana		\$80.00	Costo mensual estimado (combustible, personal)

MEDIDAS AMBIENTALES							
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE OPERACIÓN							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			de alimentos, bolsas plástica, etc.) se enviarán al relleno sanitario de la municipalidad.				
2	Depositar en el vertedero de El Viejo los desechos sólidos no peligrosos.	contaminación de suelo y aguas con residuos	Disponer de un vehículo para traslado de los residuos hacia el vertedero municipal y hacia la empresa autorizada para el tratamiento de los residuos contaminados con hidrocarburos.	Mensual mantenimiento preventivo	Empresa	\$100/mes mantenimiento	El mantenimiento preventivo debe realizarse en talleres autorizados.
			Mantener bitácora de control de desechos enviados al vertedero.	Dos veces por semana			Utilización de formato de bitácora
			No se deben enviar desechos peligrosos al vertedero municipal. Los sacos de insumos químicos no se consideran peligrosos, por lo que podrán ir al vertedero municipal.	2 veces semana			Los sacos podrán utilizarse para empacar los desechos asimilables a urbanos que serán depuestos en el vertedero municipal.

ANEXOS DEL PLAN:

Formato para registro de residuos y desechos que se generen y puntos de almacenamiento.

FICHA DE REGISTRO DE GENERACION DE RESIDUOS Y DESECHOS														
Mes:		Semana:												
No.	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO O DESECHO	UBICACIÓN TEMPORAL POST RECOLECCIÓN				Días de semana							Sitio de disposición final	Tipo de vehículo utilizado
		Contenedores ubicados en Plataforma		Área almacenamiento temporal fuera de plataforma		L	M	M	J	V	S	D		
Peligroso														
No Peligroso														

Se deberá llenar el cuadro arriba indicado semanalmente según la frecuencia de recolección recomendada; considerar marcar la casilla según el área donde se recolecte el residuo o desecho peligroso o no peligroso, así como el día de evacuación y áreas de almacenamiento temporal.

10.11. Plan de manejo de hidrocarburo

Introducción

En las actividades de construcción/preparación de condiciones iniciales y exploración se contempla el uso y mantenimiento de maquinaria y equipo. Todas estas actividades requieren del uso de combustible, aceites lubricantes y grasas, que serán almacenados en el campamento de cada plataforma, donde se cumplirán las condiciones de seguridad ocupacional y protección del medio ambiente. Sin embargo, como se describió en el capítulo de medidas ambientales, las actividades de recarga de combustible de toda la flota vehicular liviana se realiza en sitios autorizados, fuera del área de la Reserva; de manera similar se implementará el mantenimiento preventivo de los vehículos. Se requerirá realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinarias estacionarias en el área del Proyecto para lo cual se desarrolla el Presente Plan.

Objetivo

Objetivo General

Cumplir con las medidas ambientales y de seguridad en el manejo de los hidrocarburos requeridos en el Proyecto, para evitar las afectaciones al personal, instalaciones y medio ambiente.

Objetivos Específicos

- Cuantificar el requerimiento de hidrocarburos a utilizar en el proyecto.
- Brindar recomendaciones sobre la manipulación de hidrocarburos.
- Indicar las medidas ambientales que debe cumplir el área de almacenamiento de hidrocarburos.
- Brindar las medidas de manejo final de los desechos contaminados con hidrocarburos y medidas ambientales en caso de derrames.

Cuantificación de productos derivados de petróleo o hidrocarburos.

- **Aceites lubricantes y grasas**

Durante la etapa de operación del proyecto y mantenimiento de motores y maquinaria se utilizarán aceites lubricantes y grasas, estimándose un consumo de:

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	
		Mes	Etapa total de construcción
Lubricantes	Lts	200	-
Grasas ⁴⁶	Lbs	100	-
Combustible Diésel ⁴⁷	Glns	1,600	1600

Diesel para la planta portátil de emergencia

Se utilizará una Planta Eléctrica Diesel para iluminación y trabajos menores si son necesarios. Las especificaciones son las siguientes.

- Horario de Uso: 6 pm - 9 pm
- Potencia Máxima: 6000 W
- Combustible: Diesel-inyección directa
- Capacidad Tanque Combustible: 15.0 Lts

Diesel para la máquina perforadora. Etapa de operación.

El combustible es un insumo indispensable para el funcionamiento de la perforadora. El consumo promedio de diésel para perforación es de unos 100 a 120 galones por día (cada 24 horas). El sistema de almacenamiento en obra, será en tanques plásticos con jaula reforzada de 2500 litros, se preparará o dispondrá en la parte inferior de los tanques un sistema de recolección anti derrames (cubeto de contención portátil⁴⁸), el cual tendrá provista arena, o paños absorbentes por algún derrame o fuga. Dicho tanque por razones de seguridad integral siempre estará a la mitad de su capacidad, y bajo techo, estableciendo las medidas de seguridad necesarias.

El transporte del combustible al sitio de obra será a través de barriles plásticos de 55 galones, los cuales se recargarán cada 2 o 3 días. Esta es la única manera debido a las condiciones del sitio y lo lejos del suplidor autorizado ubicado en El Viejo.

Se utilizarán dispensadores⁴⁹ portátiles tanto para los barriles de 55glns como para el tanque de 2500lts que abastecerá la máquina de perforación. Los tanques cumplen con los requisitos de seguridad de la NFPA 30 “Flammable and Combustible Liquids Code” y la normativa nacional vinculante.

⁴⁶ Utilizada para el mantenimiento de engrase del equipo pesado. Dato valido para los 8 meses del proyecto.

⁴⁷ Combustible para equipo pesado.

⁴⁸ Con esta medida se reduce el impacto al suelo por movimiento de suelo para construcción del cubeto de contención y la construcción de obra permanente; el cubeto es la solución viable ambientalmente y garantiza la retención del combustible que pueda derramarse eventualmente durante el trasiego. Al cierre de cada plataforma este será desmontado y trasladado a la siguiente plataforma de perforación.

⁴⁹ Equipo destinado para el despacho o trasiego de combustible, el cual consta de válvulas, manguera y pistola.

Medidas para el manejo de combustible

Almacenamiento

- Se dispondrá de una instalación temporal techada, ventilada en cada plataforma. Ubicada en un área no muy cercana al pozo de perforación exploratorio como medida de seguridad.
- Se contará con tanques plásticos con jaula reforzada de capacidad de 2500 litros, colocando en la parte inferior de estos, un sistema de recolección anti derrames o cubeto de contención primaria portátil con una capacidad equivalente al 110 % del combustible almacenado. Provisto con materiales absorbentes como arena limpia o paños absorbentes y palas plásticas necesario para casos de derrames y/o goteos. No se recomienda utilizar aserrín.



- Se instalarán señales preventivas que indiquen el acceso restringido al área, como también letreros de no fumar, precaución, entre otros.
- Contará con dos extinguidores contra incendios tipo ABC, ubicados en sitios estratégicamente accesibles en caso de emergencia. Colocados en las paredes externas de la Bodega de herramientas y tuberías (ver en esquema de distribución de plataforma) a 1.2m de altura, debidamente señalizados. Verificando cada tres meses el vencimiento del gas. De ser necesario realizar recambio en sitios autorizados.
- Esta área estará libre de otros materiales combustibles y fuentes de ignición potencial para impedir o reducir el riesgo de eventuales incendios.
- Los tanques de almacenamiento de combustible serán revisados periódicamente para detectar fugas.
- Los tanques que se utilicen cumplirán con las disposiciones de la NFPA 30.

Transporte de combustible Diesel.

- El combustible (diésel) a utilizarse en el proyecto de las perforaciones de pozos, será obtenido de la gasolinera más cercana (El Viejo) y será transportado al área de almacenamiento instalada en el proyecto.
- El transporte del combustible se realizara en barriles 55 galones debidamente señalizados, en buen estado, cumpliendo con los requisitos de la NFPA30;
- Los vehículos serán acondicionados especialmente para esta actividad, se colocará sobre la tina plástico negro de alta densidad calibre 600, se transportará un barril

lleno con arena limpia, pala plástica y se llevará un extinguidor contra incendios en la cabina del conductor.

- Durante el transporte de los barriles llenos con combustible no se permite trasladar personas, equipos u otro tipo de material inflamable o combustible en la tina de almacenamiento del vehículo.
- El personal encargado del transporte deberá estar capacitado sobre las normas de seguridad y utilizará los equipos de seguridad personal adecuados.

Manejo

- Todas las operaciones de transferencia de combustible deben realizarse de tal forma que se minimicen los derrames y sobre superficies impermeabilizadas.
- Las operaciones de combustible deberán estar monitoreadas por parte del personal encargado.
- En todas las actividades relacionadas al manejo y transferencia de combustible o lubricantes se debe disponer de materiales absorbentes necesarios para su uso en caso de derrames o goteos.
- El manejo del combustible se realizara lejos de las quebradas, líneas de drenaje natural y siempre sobre material absorbente que se retirara tan pronto finalice la actividad.
- El personal encargado del manejo, así como de la carga y descarga de combustibles, será debidamente entrenado en prevención y manejo de derrames y dispondrán de elementos de contención para derrames y sistemas de combate contra incendios.
- En caso de derrame del combustible en el suelo se recuperará el combustible utilizando paños absorbentes para hidrocarburos, el suelo que ha sido contaminado será removido, y serán dispuestos en recipientes adecuados, sellados y debidamente rotulados; se almacenarán temporalmente en el área designada para éste tipo de residuos, para luego ser trasladados para su adecuada disposición final.
- El combustible contaminado y el material contaminado (trapos, guantes etc.) serán recolectados en recipientes especiales y depositados en el área de almacenamiento temporal designado para éste tipo de residuos, hasta su disposición final.
- Las mangueras que trasieguen combustible contarán en los empalmes con bandejas recolectoras de goteo.

		PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL					
VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE EXPLORACIÓN GEOTERMICA							
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
1	Manejo y disposición final de aceites usados y lubricantes derivados del mantenimiento de los equipos y maquinarias.	Contaminación de suelo, agua, aire	No se permite la quema de aceites lubricante usado, solamente la incineración según disposición de la NTON 05-032-10	Permanente	ACN		
			<p>Almacenar el aceite lubricante usado en recipientes herméticos con tapas. Resistentes a golpes, abolladuras, perforaciones, con gran resistencia al ambiente. Llenarse al 90% de su capacidad total.</p> <p>Los recipientes para almacenamiento de aceites o combustibles líquidos serán almacenados preferiblemente en recipientes con capacidad de 55 galones, que tengan tapa hermética. Se debe indicar la señalética conforme la hoja de seguridad del producto químico.</p>	Permanente	ACN	\$15 dólar el contenedor con capacidad de 55 galones	
			Mantener los recipientes de almacenamiento bajo techo, sobre polines, con piso impermeable y sin ninguna conexión con el sistema de	Permanente	ACN		

		PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL					
		VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE EXPLORACIÓN GEOTERMICA					
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			drenaje pluvial. El área de almacenamiento cumplirá lo establecido en la NTON 05 032 10 sobre criterios del área.				
			Tener permanentemente a disposición los materiales absorbentes en caso de derrame y utilizar sus EPP.	Permanente	ACN		
			Los mantenimientos del equipo móvil se harán en talleres mecánicos que prestan el servicio en El Viejo y se garantizará entregar a empresas autorizadas para el tratamiento o reúso de los mismos (aceites usados, grasas, lubricantes y desechos contaminados).	Según requerimiento de mantenimiento	ACN	\$4.00 dólar galón de aceite usado \$0.20 centavos dólar por libra de material contaminado	Asegurar que la Empresa prestadora del servicio este aprobada por la entidad ambiental correspondiente.
			Todos los trabajadores deberán hacer un uso adecuado de los contenedores y recipientes destinados para el almacenamiento de hidrocarburos. Preferiblemente se tendrán bidones o baldes rotulados como: aceites usados; desechos sólidos contaminados (bidón rojo, letras blancas); desechos	En correspondencia al plan de mantenimiento.	ACN	\$15 dólar el contenedor con capacidad de 55 galones.	Se implementara el plan de educación ambiental. Se debe indicar en el plan de mantenimiento.

		PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL					
		VARIABLES DE MONITOREO: ETAPA DE EXPLORACIÓN GEOTERMICA					
No	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
			absorbentes contaminados con hidrocarburos (bidón rojo, letras blancas). Se harán inspecciones durante el mantenimiento.				
2	Manipulación de desechos y residuos peligrosos	Riesgos a la salud humana	Todo trabajador que realice actividades de recolección y almacenamiento de los aceites usados lubricantes en el proyecto está en la obligación de operar conforme las disposiciones establecidas en la NTON 05-032-10 debiendo respetar la integridad de estos residuos y realizar la manipulación adecuada mediante el cumplimiento estricto de las medidas o normas de higiene y seguridad.	Permanente	ACN		Charlas de capacitación en manejo adecuado para sensibilizar e implementar las medidas preventivas de control del riesgo ambiental y de exposición ocupacional.

FICHA DE REGISTRO DE GENERACION DE RESIDUOS Y DESECHOS SOLIDOS Y LIQUIDOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS													
Mes:		Semana:											
No	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	UBICACIÓN TEMPORAL POST RECOLECCIÓN			Días de semana							Disposición final	Tipo de vehículo utilizado
		Área de mantenimiento	Contenedor		L	M	M	J	V	S	D		
			Aceite (Gl)	RS (lb)									
1	Peligroso												
2													
3													
4													
5													
6													
7													

RS: Residuo sólido

10.12. Plan de manejo de equipos

En el proyecto se tiene contemplado ejecutar las siguientes actividades de mantenimiento:

Instalaciones

Las actividades de mantenimiento a las instalaciones incluyen la limpieza del área de la plataforma y manejo de los residuos domésticos y otros desechos sólidos, los cuales serán trasladados al sitio de disposición final dos o tres veces por semana.

Equipos

El mantenimiento de los equipos implica esencialmente mantenimiento preventivo de motores de combustión interna y motores eléctricos (cambio de aceites y repuestos). Esto se realizará según programa determinado para mantener todos los componentes en perfecto estado de funcionamiento, lo cual garantiza un consumo óptimo de combustible, así como la reducción de emisiones y ruidos.

Vías de acceso y plataforma

El mantenimiento de las vías de acceso y superficie libres de equipos y materiales en la plataforma, prevé el riego para controlar el efecto del polvo sobre los trabajadores y la población cercana. Esta actividad variará dependiendo de la intensidad del tráfico vehicular y de la humedad del suelo. Para mantener el camino en buen estado, se acondicionará periódicamente la superficie de rodamiento con una motoniveladora y además se realizará limpieza de vados y alcantarillas, y de las cunetas de drenaje, tanto en los caminos como alrededor de la plataforma.

Se pondrá particular atención al control de la integridad de la fosa de lodos y pila de recortes en la plataforma B, para garantizar su impermeabilización y estabilidad estructural.

Procedimiento para el mantenimiento de equipos

1. Se analizarán todos los equipos cuyo desperfecto afecten el proceso de perforación.
2. El mantenimiento preventivo se registrará en una bitácora
3. El mantenimiento correctivo se registrará en una bitácora

EIA: "Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina-Fase Perforación Exploratoria". | ARTÍCULOS Y CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA S.A.

No.	MEDIDA AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	ACCIONES PARA CUMPLIR CON LA MEDIDA AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	RESPONSABLE DE EJECUCION	COSTOS ASOCIADOS	OBSERVACIONES
	Mantenimiento de equipo y maquinaria (liviana y pesada)	Contaminación de suelo y agua	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos livianos fuera del área del Proyecto en centros automotrices autorizados.	Conforme Plan y orden de mantenimiento preventivo.	Contratista con supervisión permanente de ACN.		En anexo al presente plan se presenta bitácora de plan y orden de mantenimiento.
El taller asegurará el manejo de los residuos y desechos sólidos contaminados con hidrocarburos al momento de ejecutar el mantenimiento, así como responsabilidad de entregar a empresas autorizadas para su tratamiento. ACN no será responsable por el incumplimiento del taller autorizado.			Conforme Plan y orden de mantenimiento preventivo.	Contratista con supervisión permanente de ACN.		Responsabilidad del taller externo.	
Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de equipo pesado en el área del Proyecto, disponiendo plástico negro flexible en el suelo colocando arena sobre el plástico al momento de realizar cambio de aceite o engrase.				ACN	Asociados a construcción. \$3/yarda.	Aplica únicamente si se hace cambio de aceite o lubricantes en el área de la plataforma.	

Bitácora de registro plan de mantenimiento: en las siguientes páginas se presentan los formatos a utilizar para el registro y control de las variables de interés con respecto al presente Plan.

Plan de mantenimiento										
No. Edición del plan de mantenimiento: 1			Meses de operación							
Equipo	Operación	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8

Ficha de mantenimiento				
No. Edición del plan de mantenimiento:				
Descripción del equipo				
No. Serie	Modelo	Ubicación	Frecuencia	Responsable
Operación de mantenimiento				
Tipo de lubricante o combustible a utilizar:				
Cantidad indicando unidad de medida:				
Descripción de la operación del mantenimiento				

Aprobado			Firma	
			Fecha	
Orden de mantenimiento				
Descripción del equipo				
No. Serie	Modelo	Ubicación	Frecuencia	Responsable
Mes	Operaciones a realizar		Fecha Prevista	Firma Responsable
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
Mantenimiento correctivo				
No.	Descripción de la operación		Fecha Prevista	Firma

XI. CONCLUSION

El proyecto “**Estudio de pre-factibilidad para el proyecto geotérmico volcán Cosigüina-fase perforación exploratoria**” se ejecutará dentro del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina, en el municipio de El Viejo, departamento de Chinandega; es un proyecto de pre-inversión trascendental para el país en el avance científico investigativo de la zona, para mejorar la información técnica disponible como sitio potencial para el desarrollo futuro de proyectos de inversión que aumenten la participación de los recursos energéticos renovables en el Sistema Interconectado Nacional, con lo cual se pretende ampliar la generación eléctrica nacional que permita la transformación de la matriz energética del país, contribuyendo de esta manera a disminuir la dependencia del petróleo y reducir los gases de efecto invernadero.

Los componentes del Proyecto incluyen la conformación de 3 plataformas de 625m² cada una (1,875m² de área total), rehabilitación y apertura de 6Km lineales de caminos tipo macadame. Se perforaran 3 pozos de diámetro reducido (Slim hole) con una profundidad de 1000m, esto con el fin de obtener información que permita confirmar o modificar el modelo conceptual preliminar del sistema geotérmico.

Se evidencia en el área de influencia directa del Proyecto, los impactos ambientales provocados por los incendios forestales, el avance de la frontera agrícola, la incidencia de fenómenos meteorológicos frecuentes, la extracción de madera preciosa y despale indiscriminado que empobrecen la calidad ecológica de la Reserva, por lo tanto la intensidad de afectación a los factores bióticos y abióticos es moderada. Esto sin embargo, aplicando el principio de prevención y de responsabilidad compartida, justifica la implantación de acciones o medidas que reduzcan y mitiguen los impactos generados.

La evaluación de impacto ambiental se basa en matriz de lista de chequeo, Conesa Modificada (2010) a través de escenarios para cada actividad desarrollada. Para el caso de la valoración de los impactos ambientales y la calidad esperada en orden de importancia para el escenario de Proyecto Con Medidas de Mitigación, la acumulación de los impactos importantes se encuentra dentro de la etapa de preparación de sitio, apertura de camino y montaje de plataformas, aunque la mayoría de los impactos en su totalidad son irrelevantes, el peso de aquellos relacionados a las actividades de corte, excavación, modificación de drenajes y escorrentías, y la manipulación de lubricantes, hacen que este se ubique todavía en una categoría de moderado, aunque con tendencia baja.

El presente Estudio de Impacto Ambiental, incorporó las medidas ambientales necesarias que deberán ser implantadas por la Empresa para garantizar y mejorar la calidad ecológica en el área de influencia directa del Proyecto. Técnicamente se considera que el proyecto es viable, cumpliendo estrictamente la ruta seleccionada y el diseño propuesto para la rehabilitación y apertura de nuevos caminos, la conformación de las plataformas, el cierre progresivo y eficiente de las mismas, así como el monitoreo de los puntos de interés socio-ambiental en el área de influencia directa. La Empresa

debe garantizar el mantenimiento periódico y eficiente a las obras del sistema de drenaje pluvial a fin de reducir desviaciones o estancamiento de la escorrentía superficial. Cumpliendo el diseño de las obras, implantando en tiempo y forma las medidas ambientales y los planes de manejo, los riesgos asociados y la intensidad de los impactos serán reducidos. Es deber cumplir con todas las medidas de higiene y seguridad ocupacional que protejan la integridad física de los trabajadores permanentes y temporales durante la ejecución del Proyecto, mantener comunicación constante y efectiva con la municipalidad de El Viejo, los líderes comunitarios y los habitantes de la comunidad El Mojado como principal asentamiento rural en el área de influencia.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- ACN (2015). Estudio socioeconómico de la comunidad El Capulín.
- ACN (2015). Caracterización Forestal Cosigüina
- ACN (2015). Informe topográfico sobre caminos de acceso y sitios A,B,C para exploración geotérmica en volcán Cosigüina.
- ACN (2015). Evaluación Forestal área de influencia del proyecto Cosigüina.
- Alcaldía de El Viejo (2013). Plan de Respuesta Municipal.
- Alcaldía de El Viejo (2009). Plan de Respuesta Municipal con Enfoque de Gestión de Riesgo.
- Alcaldía de El Viejo (2002). Plan Ambiental Municipal.
- Asociación Renovables de Nicaragua (2011). Plan Estratégico 2011-2015
- Conesa modificado (2010). Evaluación de Impacto Ambiental.
- GRUN. Plan Nacional de Desarrollo Humano 2017
- INIDE (2008). El Viejo en Cifras.
- INIFOM (1999). El Viejo Ficha Municipal
- MARENA. Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina
- Metodología Milán para Riesgo Naturales
- Programa MASRENACE/GTZ (2005). El Mercado de Energía Renovable en Nicaragua
- SKM Y ACN (2015). Plan de seguridad y salud de perforación de pozos diamantinos,
- SKM-ACN (2014). Informe de prospección hidrológico – geoquímico.
- SKM-ACN (2014). Informe de Prospección Geológica.
- SKM-ACN (2014). Reporte Científico Integrado.