



## Informe de Responsabilidad Ambiental

Informe de Responsabilidad N° I-2023  
Período del Informe: Diciembre del 2022 – Marzo 2023

## Proyecto Geotérmico Borinquen

Ubicación: Provincia: Guanacaste, Cantón: Liberia, Distrito: Cañas Dulces  
Nº de Expediente: D1-8715-2012-SETENA

## Responsable Ambiental

Ing. Elmer González Luna

---

Responsable Ambiental  
Inscrito en SETENA bajo el Registro  
021-2011 con vencimiento al  
18 de junio del 2025 (Resolución N°  
1075-2020-SETENA)  
Teléfono: 2000-4109. Fax: 2673-3366

---

Ing. César Andrés Roque Siles  
Apoderado General Sin Límite de  
Suma\*

\*Por poder otorgado según documento adjunto.

## Índice general

INFORMACIÓN GENERAL.....	15
LISTA DE CONTROL AMBIENTAL.....	24
OBSERVACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES .....	30
COMPONENTE FÍSICO .....	30
Medida MFPGB 01. Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.	
.....	30
Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables. ....	40
Medida MFPGB 03. Monitoreo del pH de las lluvias.....	44
Medida MFPGB 04. Sistema de monitoreo de gases no condensables. ....	48
Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo. ....	48
Medida MFPGB 06. Monitoreo permanente de gases no condensables. ....	55
Medida MFPGB 07. Restricción de velocidad y ruido. ....	55
Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas pobladas. ....	56
Medida MFPGB 09. Monitoreo y control del ruido etapa construcción, en el área de proyecto. ....	60
Medida MFPGB 10. Monitoreo y control de ruido etapa construcción, en zonas pobladas. ....	64
Medida MFPGB 11. Monitoreo y control de ruido etapa operación, en el área de proyecto. ....	64
Medida MFPGB 12. Manejo y conservación del suelo.....	64
Medida MFPGB 13. Manejo y control de derrames de hidrocarburos.....	64
Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos.....	73
Medida MFPGB 15. Manejo y control de aguas servidas y aceites. ....	76
Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos.....	79
Medida MFPGB 17. Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.....	82
Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica.....	83
Medida MFPGB 19. Uso de materiales o pinturas anticorrosivas. ....	96

Medida MFPGB 20. Red sismológica de monitoreo.....	96
Medida MFPGB 21. Plan de restauración y estabilización del relieve. ....	108
Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos. ....	108
Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos.....	108
Medida MFPGB 24. Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas.....	109
Medida MFPGB 25. Operación de plantas de concreto.....	109
<b>COMPONENTE BIÓTICO.....</b>	<b>110</b>
Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa. ....	110
Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales. ....	115
Medida MBPGB 03. Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.	
.....	118
Medida MBPGB 04. Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.....	118
Medida MBPGB 05. Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. ....	126
Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal.....	126
Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos..	136
Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo de fauna.....	143
Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación.	
.....	149
Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación.....	149
Medida MBPGB 11. Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna. ....	149
Medida MBPGB 12. Pasos aéreos y terrestres.....	149
<b>COMPONENTE SOCIAL .....</b>	<b>156</b>
Medida MSPGB 01. Paisaje.....	156
Medida MSPGB 02. Obras comunales. ....	158
Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades.....	158
Medida MSPGB 04. Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.	
.....	161

Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales.....	161
Medida MSPGB 06. Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.....	162
Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal.....	163
Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial.....	163
Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.....	163
Medida MSPGB 10. Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.	165
Medida MSPGB 11. Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.....	165
Medida MSPGB 12. Capacitación y contratación de personal en comunidades.....	165
Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.....	167
Medida MSPGB 14. Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.....	167
Medida MSPGB 15. Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas.....	173
Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación.....	174
Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades.....	176
Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico.....	178
Medida MSPGB 19. Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión...	202
Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes.....	202
Medida MSPGB 21. Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles). .....	202
Medida MSPGB 22. Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción de traslado.....	202
Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado.....	203
Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H <sub>2</sub> S, tejido de pastos y frutales. .....	203
Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras.....	203
Medida MSPGB 26. Consumo de agua de la planta geotérmica.....	203
LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	205
Medida MTPGB 01. Paisaje, uso de postes LT.....	205

Medida MTPGB 02. Control de polvo y sedimentos LT.....	205
Medida MTPGB 03. Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.....	205
Medida MTPGB 04. Manejo de desechos sólidos y líquidos LT.....	205
Medida MTPGB 05. Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.....	205
Medida MTPGB 06. Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT.....	205
Medida MTPGB 07. Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT.....	205
Medida MTPGB 08. Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.....	206
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>206</b>
Medida MLDPGB 01. Plan de relación con propietarios LD.....	206
Medida MLDPGB 02. Plan de relación con instituciones LD.....	206
Medida MLDPGB 03. Plan de selección de ruta para LD.....	206
Medida MLDPGB 04. Plan de manejo de residuos.....	206
Medida MLDPGB 05. Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna.....	206
Medida MLDPGB 06. Plan de comunicación y relación con las comunidades.	206
<b>ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO .....</b>	<b>208</b>
TAREAS Y METAS PENDIENTES Waldo Taylor Castillo.....	225
No hay tareas o metas pendientes.....	225
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>225</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>226</b>
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO .....</b>	<b>227</b>
FOTOCOPIAS DE LA BITÁCORA AMBIENTAL (periodo de informe).....	239
<b>ANEXOS .....</b>	<b>249</b>

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Perfil Constructivo del Proyecto Geotérmico Borinqueñ.....	19
Cuadro 2. Pozos perforados en el PG Borinqueñ desde la etapa de exploración a la actualidad.....	22
Cuadro 3. Lista de control ambiental del Proyecto Geotérmico Borinqueñ.....	24
Cuadro 4. Datos del monitoreo de gases en AID y AP en 2022.....	40
Cuadro 5. Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinqueñ.....	43
Cuadro 6. Valores de referencia sobre concentraciones de gases.....	43
Cuadro 7. Datos del monitoreo de gases en AID y AP en 2022.....	44
Cuadro 8. Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinqueñ.....	47
Cuadro 9. Valores de referencia sobre concentraciones de gases.....	47
Cuadro 10. Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP en 2022.....	57
Cuadro 11. Registros de monitoreo de ruido en el AP.....	60
Cuadro 12. Parámetros de calidad de aguas para consumo humano.....	76
Cuadro 13. Registro de generación de residuos por tipo.....	80
Cuadro 14. Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión.....	85
Cuadro 15. Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro.....	85
Cuadro 16. Tasas de corrosión para el primer año de exposición.....	86
Cuadro 17. Grado de corrosión de las estaciones, por método gravimétrico.....	87
Cuadro 18. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) en la plazoleta PLB-02.	89
Cuadro 19. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) en la plazoleta PLB-05.	90
Cuadro 20. Tasa de deposición Cloruro (Cl-) en la plazoleta PLB-02.	90
Cuadro 21. Tasa de deposición Cloruro (Cl-) en la plazoleta PLB-05.	91
Cuadro 22. Clasificación de acuerdo a tasa de deposición en la plazoleta PLB-02.	92
Cuadro 23. Clasificación de acuerdo a tasa de deposición en la plazoleta PLB-05.	93
Cuadro 24. Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinqueñ.....	119
Cuadro 25. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido.	121
Cuadro 26. Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, noviembre 2022.....	123
Cuadro 27. Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, febrero 2023.	125

Cuadro 28. Valores obtenidos de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, febrero 2023. ....	125
Cuadro 29. Resultados de monitoreo de aguas superficiales .....	126
Cuadro 30. Tramos de monitoreo para la identificación de los sitios de cruces naturales de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen.....	138
Cuadro 31. Registro de Paisaje PG Borinquen, marzo, 2023. ....	156
Cuadro 32. Obras comunales, MSPGB 02.....	158
Cuadro 33. Reuniones comunales, marzo,2023. ....	159
Cuadro 34. Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces, marzo, 2023.....	161
Cuadro 35. Avance Obras Comunales MSPGB 05, marzo, 2023. ....	161
Cuadro 36. Avance Obras Comunales MSPGB 08, marzo, 2023. ....	164
Cuadro 37. Avance Obras Comunales MSPGB 10, marzo, 2023. ....	165
Cuadro 38. Programa de educación del personal. ....	166
Cuadro 39. Avance Obras Comunales MSPGB 15, marzo, 2023. ....	174

## Índice de figuras

Figura 1. Plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen. Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución Nº 2285-2016-SETENA.....	17
Figura 2. Esquema de distribución de la central geotérmica. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 36). ....	18
Figura 3. Esquema de un campo geotérmico bajo explotación. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 37). ....	19
Figura 4. Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Marzo 2022....	22
Figura 5. Comprobantes de circulación de vehículos utilizados en desarrollo del yacimiento del PG Borinquen. ....	31
Figura 6. Mantenimiento de equipos de perforación .....	32
Figura 7. Taller maquinaria especializada y equipos en mantenimiento. ....	32
Figura 8. Panorámica de los equipos de perforación. ....	33
Figura 9. Derechos de circulación de vehículos utilizados en el PG Borinquén....	36
Figura 10. Derechos de circulación de maquinaria del PG Borinquen. ....	38
Figura 11. Losa temporal de reparación de equipos y maquinaria.....	39
Figura 12. Inicio constructivo del taller mecánico para equipos y maquinaria.....	40
Figura 13. Monitoreo de calidad de aire .....	40
Figura 14. Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.....	43
Figura 15. Monitoreo de calidad de aire. ....	44
Figura 16. Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.....	47
Figura 17. Detectores de gases utilizados en pruebas de producción y labores de perforación de pozos profundos. ....	48

Figura 18. Equipos de respiración asistida y rescate. ....	49
Figura 19. Señalización de ruta oficial PG- Borinque I. ....	50
Figura 20. Comunicado límites de velocidad en comunidades de influencia, marzo, 2023. ....	51
Figura 21. Comunicado IC, límites de velocidad en comunidades de influencia. Diciembre, 2022. ....	52
Figura 22. Afiche 800-GEOTERMIA.....	53
Figura 23. Tramos críticos en centros de población por tránsito vehicular (generación de polvo): ruta de acceso PG Borinque I.....	54
Figura 24. Irrigación de caminos internos del proyecto para mitigación de polvo. ....	54
Figura 25. Irrigación de caminos vecinales para mitigación de polvo.....	55
Figura 26. Rotulación con límites de velocidad en el AP.....	56
Figura 27. Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP. ....	59
Figura 28. Registros de ruido en el AP.....	63
Figura 29. Áreas de almacenamientos de sustancias químicas peligrosas. ....	66
Figura 30. Áreas utilizadas para almacenamiento temporal de residuos peligrosos. ....	66
Figura 31. Estadística de residuos gestionados en 2022.....	67
Figura 32. Estadística de residuos gestionados en 2023.....	67
Figura 33. Acciones de atención de derrames de hidrocarburos. ....	69
Figura 34. Almacenaje preventivo de equipos de combustión. ....	70
Figura 35. Acciones preventivas implementadas en campo. ....	71
Figura 36. Disponibilidad de material absorbente para la contención en obra. ....	72
Figura 37. Asignación de material absorbente a la maquinaria.....	72
Figura 38. Dispositivos de abastecimiento de combustible a equipos y maquinaria. ....	73
Figura 39. Lagunas impermeabilizadas en PLB-05.....	73
Figura 40. Registros de monitoreo de aguas superficiales.....	76
Figura 41. Manejo de escorrentía de aguas. ....	77
Figura 42. Manejo de las aguas residuales servidas.....	78
Figura 43. Manejo de residuos en Centro de Acopio del CSRG. ....	79
Figura 44. Puntos de acopio temporal de residuos. ....	79
Figura 45. Manejo de los residuos en obra. ....	81
Figura 46. Manejo de los residuos en campo.....	82
Figura 47. Almacenamiento de productos químicos, obra civil.....	82
Figura 48. Almacenamiento de productos químicos, Líneas de Distribución. ....	83
Figura 49. Estación de monitoreo de corrosión en PLB-05. ....	84
Figura 50. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 2. ....	88

Figura 51. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 5.....	88
Figura 52. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2.....	94
Figura 53. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5.....	94
Figura 54. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2, con datos de los últimos 3 años.....	95
Figura 55. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5, con datos de los últimos 3 años.....	95
Figura 56. Sismicidad superficial (< 25 km de profundidad) semestral en los alrededores de los Pailas, Borinqueñ y Rincón de la Vieja desde 1996 al 21 de marzo del 2023.....	97
Figura 57. Número acumulado de sismos en los alrededores de Pailas, Borinqueñ y Rincón de la Vieja desde 1996 al 21 de marzo del 2023.....	98
Figura 58. Distribución de la profundidad de los sismos durante el periodo de 2005 al 21 de marzo del 2023 en los alrededores de Pailas y Borinqueñ.....	99
Figura 59. Distribución de la magnitud (MW) durante el periodo de 2005 al 21 de marzo del 2023 en los alrededores de Pailas y Borinqueñ.....	99
Figura 60. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinqueñ durante 2005 al 21 de marzo del 2023. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo.....	100
Figura 61. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinqueñ durante 2005 al 21 de marzo del 2023. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo.....	102
Figura 62. Distribución de la sismicidad superficial por mes en los alrededores de los proyectos geotérmicos Pailas y Borinqueñ, del 21 de noviembre de 2022 al 21 de marzo del 2023.....	103
Figura 63. Distribución de la magnitud (Mw) y profundidad de los sismos durante el periodo 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023.....	104
Figura 64. Cantidad de señales sísmicas asociadas a erupciones desde el 2014 hasta el 21 de marzo de 2023.....	105
Figura 65. Señales sísmicas de origen volcánicas registradas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo del 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023 (datos tomados de la estación sismológica VORI).....	106
Figura 66. Erupción freática registrada el 14 de marzo del 2022 a las 05:53 detectada en la cámara de monitoreo de Buenos Aires de Upala.....	107
Figura 67. Fosa para la sedimentación de aguas residuales con concreto.....	109
Figura 68. Montaje de la planta para la producción de concreto.....	110

Figura 69. Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinqueñ con modificación al diseño de obras.....	111
Figura 70. Copia de la portada Resolución N°001/2023-SINAC-ACG-DRFVS-OSRL correspondiente al aprovechamiento forestal de 2288 árboles para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 2, en el PB Borinqueñ.....	113
Figura 71. Actividades de aprovechamiento forestal para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 2, en el PB Borinqueñ.....	114
Figura 72. Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinqueñ. Marzo del 2023 .....	114
Figura 73. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Marzo del 2023. ....	115
Figura 74. Remedición de parcelas de muestreo forestal en bosques del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Marzo del 2023.....	115
Figura 75. Incorporación de biomasa vegetal al suelo y creación de madrigueras artificiales en áreas prioritarias sometidas a restauración de ecosistemas boscosos en el Campo Geotérmico Borinqueñ, marzo del 2023.....	116
Figura 76. Mapa de avance del control mecánico del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> y dispersión de semillas al voleo en áreas prioritarias sometidas a restauración de ecosistemas boscosos en el Campo Geotérmico Borinqueñ, marzo del 2023....	117
Figura 77. Construcción de cerca perimetral del Campo Geotérmico Borinqueñ.118	
Figura 78. Muestra recolectada con Red tipo D. Quebrada Gata, Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Febrero 2023.....	120
Figura 79. Recolecta de muestras y toma de datos para análisis de calidad de aguas. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, febrero 2023. ....	122
Figura 80. Captura de especímenes y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, noviembre 2022.....	123
Figura 81. Captura de especímenes y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, febrero 2023. <i>Brachyrhaphis olomina</i> y <i>Rhamdia nicaraguensis</i> . ....	125
Figura 82. Monitoreo nocturno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. febrero, 2023.....	127
Figura 83. Registro de la cantidad de mamíferos identificados en recorridos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	128
Figura 84. Registros de zorricí ( <i>Marmosa mexicana</i> ) y ratón watsoni ( <i>Tylomys watsoni</i> ) durante monitoreo nocturno. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	129
Figura 85. Registro de Mono carablanca ( <i>Cebus imitator</i> ) identificado en recorridos diurnos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ.....	130

Figura 86. Selección de cuadriculas al azar para la instalación de cámaras trampa, Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Transecto T22, febrero 2023. ....	131
Figura 87. Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, marzo 2023.....	132
Figura 88. Registro de puma ( <i>P. concolor</i> ) monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa, febrero 2022. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	133
Figura 89. Registro de danta ( <i>T. bairdii</i> ) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Febrero, 2023. Transecto 22. ....	134
Figura 90. Registro de murciélagos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ.....	135
Figura 91. Registro de Oso hormiguero ( <i>Tamandua mexicana</i> ) cruzando caminos internos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Enero, 2023. ....	137
Figura 92. Registros de atropellos de fauna silvestre, Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	139
Figura 93. Cruces naturales de mamíferos terrestres dentro del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	140
Figura 94. Cruces naturales de felinos dentro del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	141
Figura 95. Cruces naturales de fauna arborícola dentro del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	142
Figura 96. Cruce natural de fauna arborícola dentro del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	142
Figura 97. Rótulos instalados en comedores. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. 143	
Figura 98. Rotulación, separación y acumulación de residuos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, febrero 2023. ....	144
Figura 99. Individuos rescatados en frentes de obra y lagunas, taltuza ( <i>Orthogeomys cherriei</i> ), lagartija ( <i>Norops biporcatus</i> ), serpiente bocaracá ( <i>Bothriechis schlegelii</i> ) y sapo común ( <i>Rhinella horribilis</i> ). Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	147
Figura 100. Rescate y liberación de serpiente terciopelo, Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	147
Figura 101. Dispositivos para rescate de fauna en lagunas, Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Marzo, 2023. ....	147
Figura 102. Primer registro del anolis liquen ( <i>N. pentaprion</i> ), Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Marzo, 2023. ....	148
Figura 103. Monitoreo nocturno de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, enero 2023. ....	150
Figura 104. Cantidad de individuos de anfibios y reptiles identificados en los monitoreos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	151

Figura 105. Especies de anfibios identificados en monitoreos diurnos y nocturnos. Rana ( <i>C. fitzingeri</i> ) y rana arborícola mexicana ( <i>Smilisca baudinii</i> ), Proyecto Geotérmico Borinquen.....	152
Figura 106. Especies de reptiles identificados en monitoreos diurnos y nocturnos. Gecko bandeado tropical ( <i>Coleonyx mitratus</i> ) y Serpiente coral centroamericana ( <i>Micruurus nigrocinctus</i> ). Proyecto Geotérmico Borinquen.....	152
Figura 107. Interacción con personal de frentes de obra para establecer medidas de seguridad e indicaciones para el rescate de fauna silvestre.....	153
Figura 108. Monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, 2023.....	154
Figura 109. Especie de las más abundante durante diciembre 2022 – febrero 2023. Proyecto Geotérmico Borinquen.....	155
Figura 110. Registro de especies bajo alguna categoría de conservación. Proyecto Geotérmico Borinquen.....	155
Figura 111. Reunión comunal, Curubandé, marzo, 2023.....	160
Figura 112. Reunión comunal El Cedro, marzo, 2023.....	160
Figura 113. Medidas para el ahorro energético, campamento Curubandé, 2023.....	162
Figura 114. Estaciones de reciclaje, campamento Curubandé, 2023.....	163
Figura 115. Cantidad de recurso humano Proyecto, marzo, 2023.....	166
Figura 116. Maquinaria alquilada Proyecto.....	167
Figura 117. Vehículo institucional.....	168
Figura 118. Circulación de vagoneta con el respectivo cobertor.....	168
Figura 119. Rotulación paso de maquinaria, ruta proyecto, marzo, 2023.....	169
Figura 120. Informativo sobre lineamientos para la ejecución de trabajos en Campos Geotérmicos, marzo, 2023.....	170
Figura 121. Informativo enviado a colaboradores, lineamientos para la ejecución de trabajos en Campos Geotérmicos, marzo, 2023.....	171
Figura 122. Plan de Control de Velocidades, Proyecto Geotérmico Borinquen, marzo 2023.....	172
Figura 123. Implementación de riego en comunidades, marzo, 2023.....	173
Figura 124. Comunicado, traslado de equipo de perforación, marzo, 2023.....	175
Figura 125. Entrega de comunicado, comunidad, El Cedro, marzo, 2023.....	176
Figura 126. Charla inducción personal PG-Borinquen, marzo, 2023.....	177
Figura 127. Espacios de esparcimiento campamento Curubandé, 2023.....	178
Figura 128. Resolución de la Comisión Arqueológica Nacional sobre la evaluación arqueológica para la laguna de reinyección LGB-05.....	179
Figura 129. Carta al DAH para informar acerca del inicio de los movimientos de tierra en laguna LGB-05.....	180
Figura 130. Movimientos de tierra en laguna de reinyección LGB-05.....	181

Figura 131. Artefactos cerámicos encontrados durante la supervisión de movimientos de tierra en laguna LGB-05, sitio Búfalos (G-942 Bf). ....	182
Figura 132. Informe de inspección emitido por el DAH-MNCR. ....	183
Figura 133. Oficio DAH-2023-O-031, que autoriza la recolección de los artefactos recuperados y su entrega al DPPC. ....	184
Figura 134. Portada del informe de supervisión de movimientos de tierra para la obra Laguna de Reinyección LGB-05, sitio arqueológico Búfalos (G-942 Bf). ....	185
Figura 135. Mano de moler asociada al sitio Vista Mar (G-997 VM), Escombrera 1. ....	186
Figura 136. Oficio DPPC-2023-O-032, comprobante de recepción de artefactos. ....	187
Figura 137. Sección del formulario de solicitud para estudios arqueológicos en Costa Rica, presentado a la C.A.N. el 15 de marzo. ....	188
Figura 138. Colocación de puntos de muestreo en campo con equipo de topografía. ....	189
Figura 139. En la parte superior de la figura se observa el polígono inspeccionado para la ampliación del camino ruta norte. ....	190
Figura 140. Sector a evaluar donde se registraron restos arqueológicos, obra Ampliación de camino Ruta Norte. ....	191
Figura 141. Perfil estratigráfico natural, obsérvese debajo del estrato de tefra algunos restos cerámicos precolombinos, destacados con cinta de color rosado. ....	192
Figura 142. La figura en color celeste es el área donde se colocará la tubería que sale de la plazoleta 05, las flechas señalan los sectores inspeccionados. ....	193
Figura 143. Limpieza de perfiles cercanos al camino asfaltado del proyecto, donde se puede apreciar materiales de relleno .....	193
Figura 144. Polígono que debe evaluarse en la obra ruta de tubería que sale de plazoleta 05. ....	194
Figura 145. Obsérvese al fondo de la fotografía, el límite sur de la escombrera 2 actualmente cubierto por pasto donde se debe realizar la evaluación arqueológica .....	195
Figura 146. Terreno donde se construirá la laguna auxiliar, en el cual se realizaron pozos de cateo y se halló restos arqueológicos. ....	196
Figura 147. Sector demarcado con balizas (puntos amarillos) en la escombrera 1 que requiere evaluación arqueológica.....	197
Figura 148. Pozos de cateo practicados en ruta de tuberías de entrada a CM... 198	
Figura 149. Trazado de ruta Sur donde se incluyen los puntos colocados por topografía numerados de 1 al 30 destacados en color rojo.....	199

Figura 150. Portada de informe generado por el arqueólogo Felipe Solis sobre la supervisión al laboratorio del proyecto donde se procesan los materiales arqueológicos.....	200
Figura 151. Oficio de recibido de la colección por parte del Departamento Protección del Patrimonio Cultural del MNCR.....	201
Figura 152. Laguna de almacenamiento operativo LGB-ALM-01.....	204
Figura 153. Muestreo de agua para consumo humano realizados en febrero 2023. ....	204
Figura 154. Dispositivos antiescalamiento. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	207
Figura 155. Diseño constructivo del sitio de obra Casa de Máquinas del PG Borinqueñ.....	209
Figura 156. Vista panorámica del sitio de obra Casa de Máquinas del PG Borinqueñ. Marzo del 2023.....	210
Figura 157. Diseño constructivo del sitio de obra Laguna 5, asociada a la Estación Separadora 5 del PG Borinqueñ. ....	211
Figura 158. Vista panorámica del sitio de obra Laguna 5, asociada a la Estación Separadora 5 del PG Borinqueñ. Marzo del 2023.....	212
Figura 159. Diseño constructivo del sitio de obra Ruta de Vaporducto Norte PL05 – UV1 – Sector Ampliación.....	213
Figura 160. Vista panorámica del sitio de obra Ruta de Vaporducto Norte PL05 – UV1 – Sector Ampliación.....	215
Figura 161. Diseño constructivo del sitio de obra Escombrera 1 del PG Borinqueñ. ....	215
Figura 162. Vista panorámica del sitio de obra Escombrera 1 del PG Borinqueñ. Marzo 2023. ....	216
Figura 163. Diseño constructivo del sitio de obra Escombrera 2 del PG Borinqueñ. ....	217
Figura 164. Diseño constructivo del sitio de obra Ruta Vaporducto Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial. ....	218
Figura 165. Vista panorámica del sitio de obra Ruta Vaporducto Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial. Marzo 2023. ....	220
Figura 166. Diseño constructivo del sitio de obra Ruta Vaporducto Sur PL02 – UV1 – Ruta Especial. ....	220
Figura 167. Vista panorámica del sitio de obra Ruta Vaporducto Sur PL02 – UV1 – Ruta Especial. Marzo 2023. ....	222
Figura 168. Obras generales y servicios de apoyo. Marzo 2023.....	223
Figura 169. Proceso de construcción de Línea de distribución eléctrica del PG Borinqueñ. Marzo 2023.....	224

## **Índice de anexos**

Anexo 1. Comprobante de garantía ambiental y nota de entrega en la SETENA.	249
Anexo 2. Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinqueñ. A partir de Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinqueñ, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.	251
Anexo 3. Sistema de mantenimiento preventivo de vehículos, maquinaria y equipos.	317
Anexo 5. Ejemplos de reportes de mantenimiento preventivo de maquinaria....	318
Anexo 6. Informativo sobre restricciones de velocidad en vehículos institucionales.	319
Anexo 7. Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Acopio. ....	320
Anexo 8. Certificados de gestión de residuos. ....	321
Anexo 10. Gestores de residuos autorizados.....	322
Anexo 11. Análisis de Hidrocarburos y SAM en cuerpos de agua superficiales en el AP. ....	323
Anexo 12. Resultado de análisis de agua de consumo humano. ....	324
Anexo 13. Listado de fauna silvestre identificada en monitoreos diurnos y nocturnos en el periodo noviembre 2022-marzo 2023. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ...	326
Anexo 14. Listado de quirópteros identificados en monitoreos mensuales de murciélagos en el periodo noviembre 2022-marzo 2023. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. ....	335

## INFORMACIÓN GENERAL

### 1. Ubicación del proyecto

- a. Provincia: Guanacaste
- b. Cantón: Liberia
- c. Distrito: Cañas Dulces
- d. Coordenadas GPS (CRTM05):

Hoja IGN Curubandé – Cacao, coordenadas planas CRTM05, en donde el AP se ubica en el cuadrante, 1198763,567 N y 341266,845 E, 1198764,993 N y 348752,179 E, 1194251,751 N y 345688,775 E, 1194249,674 N y 341258,301 E Número de plano catastrado: G-2036184-2018 y G-1982411-2017, G-1995606-2017, G-2039407-2018, G- 2039407-2018, G-1996807-2018, G-1987760-2017, G-19822668 y G-2036486-2018 (Expediente Administrativo D1 -8715-2012 SETENA - EsIA Proyecto Geotérmico Borinquen; Área de Adquisición del PG Borinquen año 2019).

- e. Número de fincas: 14911, 14912, 36764, 54803, 38920, 24827, 38650 y 179687.

### 2. Dirección exacta de la actividad, obra o proyecto

El Proyecto Geotérmico Borinquen se ubica en el distrito 2º Cañas Dulces del cantón 1º Liberia de la provincia de Guanacaste (EsIA, PG Borinquen). 11 kilómetros al noreste de la comunidad de Buena Vista.

### 3. Empresa Desarrolladora

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

- a. Representante legal: Ing. César Andrés Roque Siles
- b. Número de teléfono: 2000 6198
- c. Correo electrónico: [ceroque@ice.go.cr](mailto:ceroque@ice.go.cr)

### 4. Responsable Ambiental

Ing. Elmer González Luna.

### 5. Número y fecha de Resolución de Viabilidad Ambiental.

Resolución Nº 1686-2014-SETENA, 26 de agosto del 2014.

## **6. Garantía Ambiental.**

Se depositó el Monto de Garantía Ambiental por la suma de un millón cincuenta y siete mil sesenta y seis dólares americanos con 00/100 (\$ 1 057 166.00), que corresponde al 0,1% del Monto de Inversión aportado, en la cuenta de Custodia de Valores No CV-7297-SETENA-MINAE, en el Banco Nacional de Costa Rica-San José, con fecha de vencimiento al 25 de enero del 2024 (Anexo 1).

## **7. Periodicidad de presentación del Informe de Regencia Ambiental**

Cada cuatro meses durante la fase constructiva y cada 6 meses en la etapa operativa.

## **8. Fecha de inicio de actividades**

21 de marzo del 2016.

## **9. Descripción de la actividad, obra o proyecto**

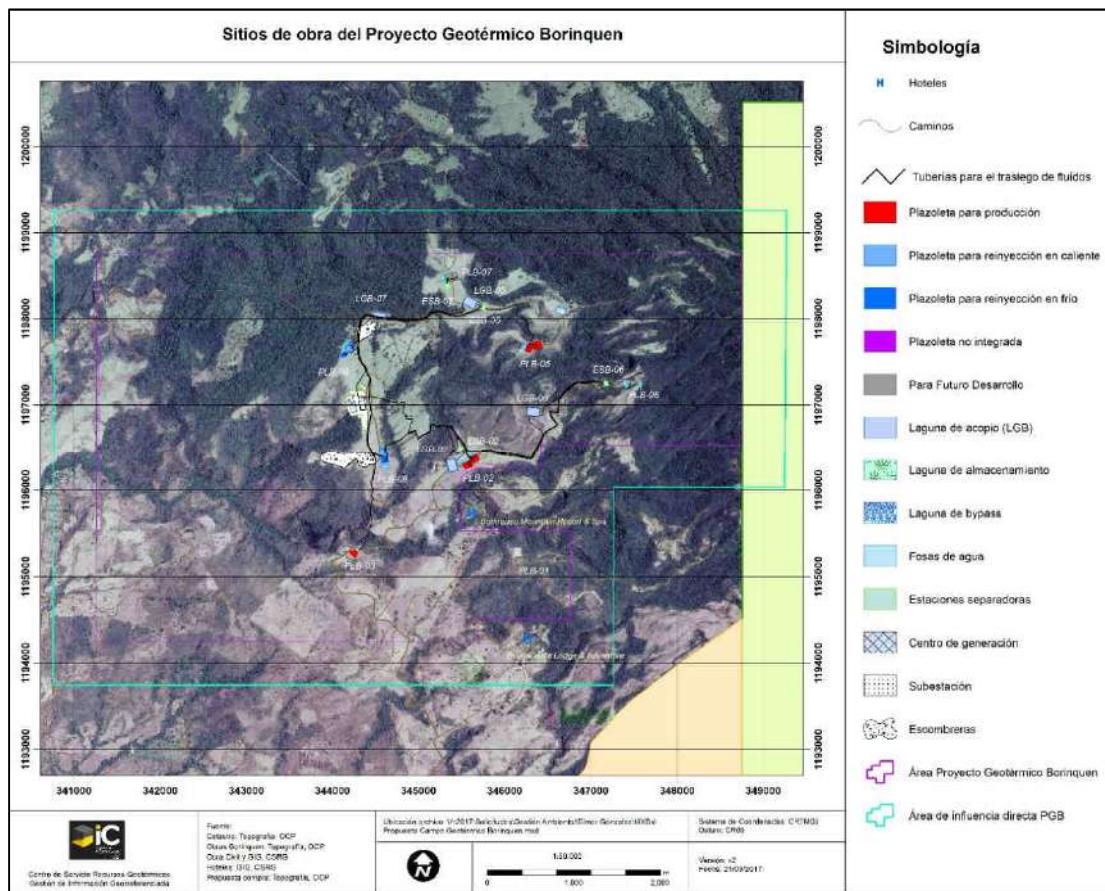
El Proyecto Geotérmico Borinquen se ubica en Cañas Dulces de Liberia es un área geotérmica activa localizada a unos 10 km noroeste del campo geotérmico de Las Pailas I.

En la Figura 1 se presenta el plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen, el cual coincide al diseño presentado en el informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución Nº 2285-2016-SETENA.

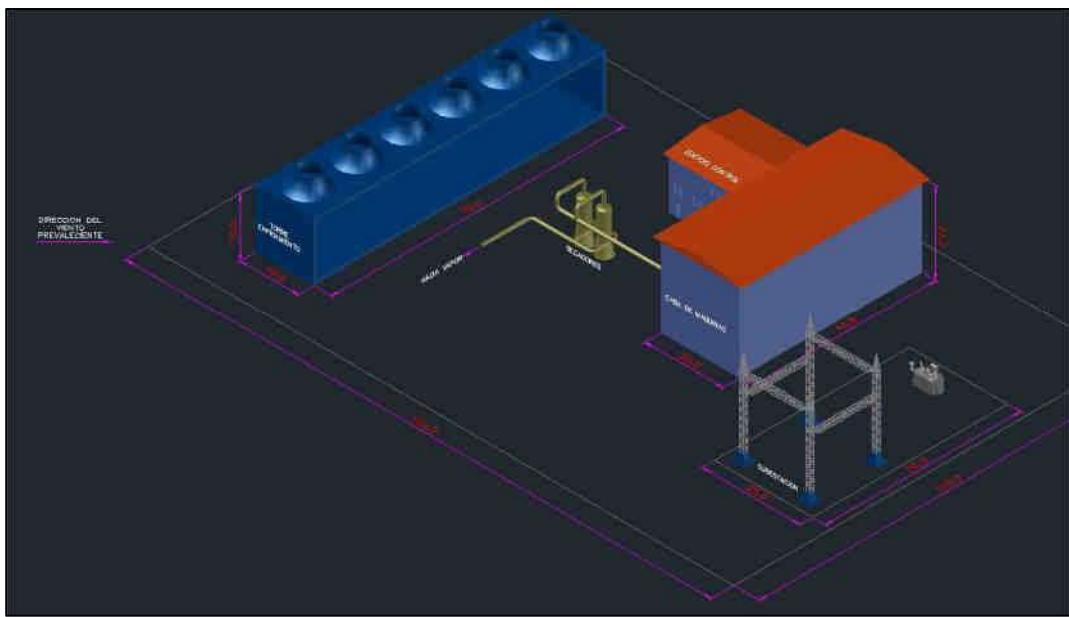
El esquema propuesto considera una unidad con capacidad de 50 MW. Se considerará como un hecho la conexión futura de una segunda planta “Borinquen II” con una capacidad también de 50 MW, por lo que se incluirán colectores comunes para vapor, salmuera y de reinyección en frío, por lo que estas tuberías tendrán un sobre diámetro. Las dos Casas de Máquinas se construirán en el mismo sitio. La planta “Borinquen I” será alimentada por dos satélites, cada uno dimensionado para separar 60 Kg/s de vapor (diseño similar al usado en el Proyecto Geotérmico Las

Pailas Unidad II) (Figura 2). En Figura 3 se presenta un esquema de un campo geotérmico bajo explotación.

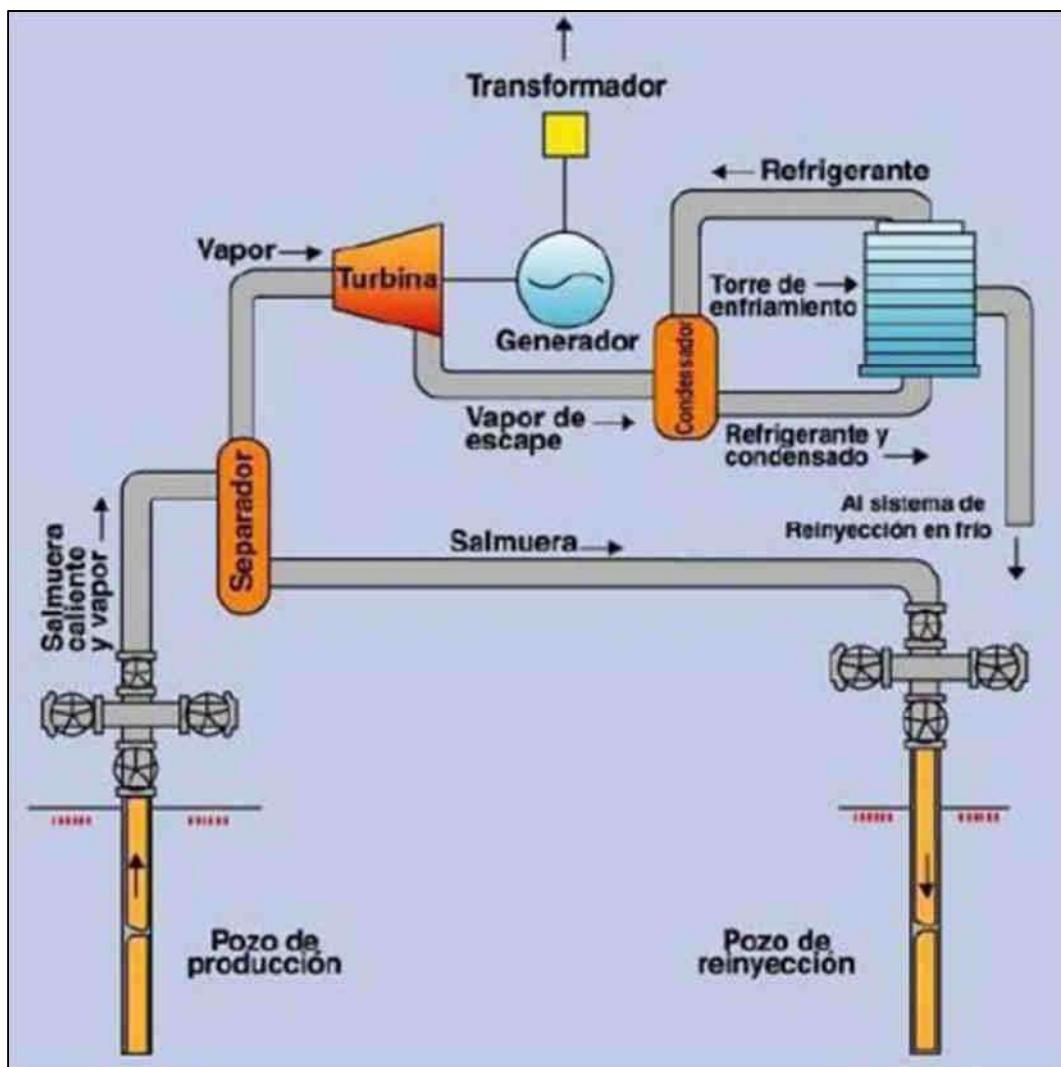
A partir de la modificación al diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, aprobado a partir de Resolución Nº 2285-2016-SETENA, se contempla la construcción de siete plazoletas o plataformas de perforación profunda (explotación – reinyección) multi-pozo de modalidad convencional y direccional (Figura 1 y Cuadro 1), con un trazado de tuberías de conducción (bifásicas –reinyección).



**Figura 1.** Plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinqueñ. Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinqueñ, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.



**Figura 2.** Esquema de distribución de la central geotérmica. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 36).



**Figura 3.** Esquema de un campo geotérmico bajo explotación. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinqueñ (Tomo I, pág. 37).

En el Cuadro 1 se presente el perfil constructivo del Proyecto Geotérmico Borinqueñ (dimensiones tipo de las obras de construcción o edificios).

**Cuadro 1.** Perfil Constructivo del Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

Etapa	Obra	Área (ha)	Cobertura/uso	Área (ha)
Borinqueñ I	Escombrera 1	8,61	Pasto	8,61
Borinqueñ I	Escombrera 2	3,16	Pasto	3,16
Borinqueñ I	PLB-02	2,68	Sitio de obra existente	1,39
			Pasto	1,28
Borinqueñ I	PLB-03	0,97	Sitio de obra existente	0,97
Borinqueñ I	PLB-05	2,06	Bosque	0,20
			Sitio de obra existente	0,99
			Pasto	0,87

Etapa	Obra	Área (ha)	Cobertura/uso	Área (ha)	
Borinque II	PLB-06	1,41	Bosque	0,45	
			Pasto	0,96	
Borinque II	PLB-07	1,32	Pasto	1,32	
Borinque I	PLB-08	2,87	Pasto	2,87	
Borinque I	PLB-09	1,99	Sitio de obra existente	1,07	
			Pasto	0,96	
Borinque I	Casa de máquinas y subestación	7,827	Bosque	0,81	
			Pasto	7,01	
Borinque I	LGB-01	2,08	Bosque	0,46	
			Pasto	1,62	
Borinque II	LGB-02	1,40	Pasto	1,40	
Borinque I	LGB-03	1,87	Pasto	1,87	
Borinque II	LGB-04	1,29	Pasto	1,29	
Borinque I	Laguna almacenamiento	1,03	Pasto	1,03	
Borinque I	ESB-01	0,43	Pasto	0,43	
Borinque II	ESB-02	0,36	Bosque	0,24	
			Pasto	0,12	
Borinque I	ESB-03	0,46	Pasto	0,46	
Borinque II	ESB-04	0,36	Pasto	0,36	
Borinque I	Tubería	9,98	Bosque	4,15	
			Pasto	5,83	
Borinque II		4,20	Bosque	0,86	
			Pasto	2,97	
Borinque I	Caminos	19,98	Sitio de obra existente	19,98	
Borinque II		4,91	Bosque	0,73	
			Pasto	4,17	
Área total (m <sup>2</sup> )		<b>812281</b>			
Área total (ha)		<b>81,23</b>			
% del AP		<b>2,90%</b>			

**Fuente:** Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinque, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.

En la ejecución del proyecto se irán desarrollando las siguientes obras:

1. Plataformas para la perforación de pozos de producción y reinyección: se requieren para la ubicación de la máquina perforadora y sus equipos, así como las fosas para los lodos y el agua para el proceso de perforación.
2. Caminos de acceso: construcción y habilitación de caminos de acceso para las plataformas de perforación, las estaciones de separación, la casa de máquinas, rutas de tubería, instalaciones provisionales varias, captaciones de agua, escombreras, tanques de agua, entre otras.
3. Sistema de acarreo de salmuera: el sistema de acarreo de salmuera o fluido bifásico comprende tuberías con diámetros que oscilan entre 40 y 90 cm, que

se desplazan de los pozos de producción a las estaciones de separación, y de éstas, a los pozos de reinyección.

4. Estaciones de Separación: las estaciones de separación se ubican en puntos estratégicos dependiendo de la topografía del terreno, siendo predominante las ubicaciones que se encuentren a menos elevación con respecto a los pozos; en la medida de lo posible.
5. Lagunas de reinyección: necesarias para la deposición de minerales contenidos en la salmuera durante algunas maniobras del proceso de explotación geotérmico.
6. Sistema de reinyección en frío: sistema de alcantarillado utilizado para el acarreo del agua reinyectada en frío, así como el manejo de fluidos de los drenajes y venteos del sistema de acarreo de salmuera de los vaporductos.
7. Vaporductos: red de tuberías utilizadas para el transporte del vapor desde las estaciones de separación hasta el colector principal en la casa de máquinas.
8. Casa de Máquinas: se albergará el turbogenerador considerado como un generador síncrono con una turbina de vapor a condensación. Adicionalmente se instalarán todos los sistemas auxiliares requeridos para el sistema de conversión como lo son la torre de enfriamientos, sistema de extracción de gases, edificios de control y tableros eléctricos, entre otros.

Por otra parte, en cuanto a la actualización de las etapas del proyecto, la etapa de exploración finalizó a principios del año 2016, mientras que la etapa de desarrollo (construcción) arrancó el 21 de marzo del 2016 (activación de la Responsabilidad Ambiental del proyecto, inicio de la fase de desarrollo del campo geotérmico y posterior fase constructiva). Bajo la actual proyección del plan de expansión de la generación eléctrica de Costa Rica 2018 - 2036, la etapa de explotación del PG Borinquen I se proyecta que inicie en el primer semestre del año 2026 (Figura 4).



**Figura 4.** Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Marzo 2022.

Cabe destacar que durante la etapa de exploración (años 2003 al 2013) se perforaron 5 pozos exploratorios profundos (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Pozos perforados en el PG Borinquen desde la etapa de exploración a la actualidad.

Pozos Borinquen	Inicio	Final	Profundidad (m)	Equipo de Perforación
PGB-01	20/03/2003	21/06/2004	2 594,60	Cardwell KB-700
PGB-02	30/07/2020	19/12/2020	2 571,81	National 110-E
PGB-03	18/12/2004	22/04/2005	2 082,70	Cardwell KB-700
PGB-05	17/10/2012	05/06/2013	2 506,70	National 110-E
PGB-08	15/06/2021	29/10/2021	2454,34	Kpem
PGB-09	18/10/2016	27/03/2017	2 512,05	National 110-E
PGB-22	08/10/2012	08/01/2013	1 736,45	Cardwell KB-700
PGB-22	19/06/2013	01/08/2013	2287 (550.55 m más)	National 110-E
PGB-25	08/06/2022	06/03/2023	2429,53	National 110-E
PGB-29	10/03/2018	04/08/2018	2 521,00	National 110-E
PGB-32	15/01/2021	08/05/2021	2504.18	National 110-E
PGB-35	15/05/2019	12/10/2019	2597,93	National 110-E
PGB-42	21/01/2020	01/07/2020	2530,77	National 110-E
PGB-48	19/01/2022	07/06/2022	2204,70	Kpem
PGB-59	26/08/2018	06/03/2019	2 325,57	National 110-E

**Nota:** El PGB-22 se intervino en dos ocasiones.

**Fuente:** Gestión Socioambiental, CSRG.

El pozo PGB-01 ubicado en el sector este es considerado el pozo de mayor temperatura registrada actualmente en campos geotérmicos asociados al Volcán Rincón de la Vieja (280 °C).

El Pozo PGB-03 ubicado en la posición oeste, encontró temperatura debajo de los 200 °C y baja permeabilidad.

En octubre del año 2012, los pozos PGB-22 y PGB-05 se perforaron simultáneamente para proveer la información necesaria para elaborar el estudio de factibilidad y descripción del Reservorio Geotérmico del PG Borinqueñ.

El 22 de setiembre del 2016 se presentó a la SETENA una solicitud de modificación al Proyecto Geotérmico Borinqueñ, con el objetivo de optimizar el aprovechamiento del recurso geotérmico y disminuir el área de construcción.

La perforación del PGB-09 finalizó el 24/03/2017 y debido a razones de índole presupuestario la maquina se trasladó a finalizar el desarrollo de pozos en el PG Las Pailas Unidad II en lo que resta del 2017.

En el 2018 se retomó la perforación en Borinqueñ mediante el equipo de perforación N°2 del ICE, National 110-E. El 10 de marzo inicia la perforación del pozo PGB-29 y lo termina el 04 de agosto del 2018, para el cual se reporta una profundidad alcanzada de 2154,52 m. El 26 de agosto del 2018 inició la perforación del pozo PGB-59 y finalizó el 6 de marzo del 2019.

Desde el 15 de mayo del 2019 hasta el 12 de octubre del 2019 la máquina perforadora National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-35, ubicado en la plazoleta PLB-05.

Entre el 30 de octubre y 18 de noviembre del 2019 se realizó la perforación del pozo PGB-05, hasta alcanzar una profundidad de 2636,2 m (129,5 m más de la que contaba).

A partir del 25 de noviembre del 2019 inicia el proceso de traslado del equipo de perforación National 110-E, desde la plazoleta PLB-05 hasta la plazoleta PLB-02. Se tiene planificada la finalización del traslado para el 20 de diciembre del 2019, e iniciar en 2020 las actividades de perforación.

Entre el 21 de enero del 2020 y el 01 de julio del 2020, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-42, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2530,77 m.

Entre el 07 de julio del 2020 y el 19 de diciembre del 2020, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-02, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2 571,81 m.

Entre el 15 de enero del 2021 y el 08 de mayo del 2021, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-32, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2504,18 m.

Entre el 15 de junio del 2021 y el 29 de octubre del 2021, la máquina perforadora Kpem realizó la perforación del pozo PGB-08, ubicado en la plazoleta PLB-08, donde se logró alcanzar una profundidad de 2454,34 m.

Entre el 19 de enero del 2022 y el 07 de junio del 2022, la máquina perforadora Kpem realizó la perforación del pozo PGB-48, ubicado en la plazoleta PLB-08, donde se logró alcanzar una profundidad de 2204,70 m.

Entre el 08 de junio del 2022 y el 06 de marzo del 2023, la máquina perforadora National realizó la perforación del pozo PGB-25, ubicado en la plazoleta PLB-05, donde se logró alcanzar una profundidad de 2429,53 m.

Seguidamente, el equipo de perforación National se traslada al Campo Geotérmico Alfredo Mainieri Protti en Miravalles, para realizar la reparación del PGM-69, por tanto, la actividad de perforación quedará suspendida momentáneamente en el PG Borinqueñ.

## **LISTA DE CONTROL AMBIENTAL**

Se presenta la lista de control ambiental utilizada para registrar el cumplimiento de los compromisos ambientales del Proyecto Geotérmico Borinqueñ durante el periodo que va del 01 diciembre del 2022 al 31 de marzo del 2023 (Cuadro 3). Se incorporó una descripción rápida de cada medida de control ambiental y se marcó con una “x” la opción correspondiente, donde “NA” significa que la medida no aplica para el periodo de trabajo del informe o bien aplica para otra etapa del proyecto, “No” implica que la medida no fue implementada, “Sí” significa que la medida fue aplicada, mientras que “% de cumpl.” representa la proporción de cumplimiento de la medida en el periodo que abarca el informe.

**Cuadro 3.** Lista de control ambiental del Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
<b>COMPONENTE FÍSICO</b>						
MFPGB 01	Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.			x	100	Se implementa mantenimiento preventivo, revisión y

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
						control de maquinaria.
MFPGB 02	Emisión y medición de gases no condensables.		x		100	Se implementa monitoreo.
MFPGB 03	Monitoreo del pH de las lluvias.		x		100	Se implementa monitoreo.
MFPGB 04	Sistema de monitoreo de gases no condensables.		x		100	Se implementa sistema de monitoreo.
MFPGB 05	Reducción de la cantidad de polvo.		x		100	Avisos, rutas oficiales y rotulación.
MFPGB 06	Monitoreo permanente de gases no condensables.	x				Aplica para la etapa de operación.
MFPGB 07	Restricción de velocidad y ruido.		x		100	Se implementan acciones de restricción.
MFPGB 08	Monitoreo y control del ruido etapa operación. Poblados.		x		100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 09	Monitoreo y control del ruido etapa construcción. Sitios de Obra.		x		100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 10	Monitoreo y control de ruido etapa construcción. Poblados.		x		100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 11	Monitoreo y control de ruido etapa operación. Sitios de Obra.	x				Aplica para etapa de operación.
MFPGB 12	Manejo y conservación del suelo.			x		Se implementan sedimentadores temporales y manejo de aguas pluviales.
MFPGB 13	Manejo y control de derrames de hidrocarburos.		x		100	Se implementan acciones de manejo y control.
MFPGB 14	Manejo y control de fluidos geotérmicos.		x		100	Se implementan acciones de manejo y control.
MFPGB 15	Manejo y control de aguas servidas y aceites.		x		100	Se implementa manejo y control.
MFPGB 16	Manejo y control de residuos sólidos.		x		100	Se implementa sistema de manejo y control. Centro de transferencia. Gestores autorizados.
MFPGB 17	Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.	x				Se cuenta con sistema de almacenamiento de sustancias peligrosas.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MFPGB 18	Monitoreo de corrosión atmosférica.			x	100	Entrega de informe. Se implementa monitoreo.
MFPGB 19	Uso de materiales o pinturas anticorrosivas.	x				Aplica para etapa de operación.
MFPGB 20	Red sismológica de monitoreo.			x	100	Entrega de informe. Se implementa monitoreo.
MFPGB 21	Plan de restauración y estabilización del relieve.	x				No aplica para este periodo de informe.
MFPGB 22	Control de procesos erosivos.			x		No aplicó durante este periodo de informe.
MFPGB 23	Manejo y conservación de suelos.			x		No aplicó durante el presente periodo de informe.
MFPGB 24	Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas.			x	100	Se detalla en la medida MFPGB 13.
MFPGB 25	Operación de plantas de concreto.	x				Uso de batidoras estacionarias. En proceso instalación de planta de concreto.
<b>COMPONENTE BIÓTICO</b>						
MBPGB 01	Manejo de cobertura boscosa.			x	100	Se implementa protocolos institucionales y ley forestal.
MBPGB 02	Plan de restauración de coberturas vegetales.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 03	Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 04	Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.			x	100	Se implementa monitoreo.
MBPGB 05	Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.			x	100	Se implementa monitoreo y control.
MBPGB 06	Restauración de cobertura vegetal.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 07	Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos.			x	100	Se implementa monitoreo y control.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MBPGB 08	Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo de fauna.			x	100	Se implementa monitoreo de fauna.
MBPGB 09	Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación.			x	100	Se implementa monitoreo de fauna.
MBPGB 10	Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación.	x				No aplica para este periodo de informe.
MBPGB 11	Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna.			x	100	Se implementa monitoreo.
MBPGB 12	Pasos aéreos y terrestres.	x				No aplica para este periodo de informe.
<b>COMPONENTE SOCIAL</b>						
MSPGB 01	Paisaje.			x	100	Se lleva registro fotográfico.
MSPGB 02	Obras comunales.			x	100	Varias concluidas y con finiquito de entrega.
MSPGB 03	Plan de relación con comunidades.			x	100	Se implementa plan. Se realizaron reuniones comunales.
MSPGB 04	Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.	x				No aplica para este periodo de informe. Obras comunales reportadas en MSPGB 02.
MSPGB 05	Educación vial y obras comunales.			x	100	Se realizan charlas de educación ambiental.
MSPGB 06	Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.			x	100	Se aplican medidas de ahorro eléctrico y gestión de residuos.
MSPGB 07	Mejoras de la infraestructura comunal.			x	100	Se recibió una solicitud.
MSPGB 08	Obras comunales infraestructura vial.			x	100	Varias concluidas y con finiquito de entrega.
MSPGB 09	Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.			x	100	Se han gestionado cursos con el INA.
MSPGB 10	Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.			x	100	Se implementa programa de educación ambiental.
MSPGB 11	Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.			x	100	A la espera de respuesta de FONATEL.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MSPGB 12	Capacitación y contratación de personal en comunidades.			x	100	Se contrata personal de la zona y se aplica inducción.
MSPGB 13	Actividad turística y ruta de la geotermia.			x	100	En proceso constructivo el cerramiento perimetral del CG Borinqueñ.
MSPGB 14	Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.			x	100	Se realiza monitoreo y control. Mecanismo de atención solicitudes y quejas.
MSPGB 15	Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas.			x	100	Se utiliza vía alterna.
MSPGB 16	Traslado de equipo de perforación.	x				Inició proceso de traslado de máquina perforadora del PG Borinqueñ al CG AMP.
MSPGB 17	Comportamiento de trabajadores en comunidades.			x	100	Información visual en sitios estratégicos.
MSPGB 18	Patrimonio arqueológico.			x		Se realizan diagnósticos, evaluaciones y supervisión arqueológica.
MSPGB 19	Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión.	x				Se aborda durante reuniones comunales.
MSPGB 20	Pasos de ganado y estabilización de taludes.	x			100	Terreno adquirido por el ICE.
MSPGB 21	Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles).			x	100	Uso de escoltas. Comunicación con hoteles.
MSPGB 22	Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción para su traslado.			x	100	Se detalla en MFPGB 13.
MSPGB 23	Protocolo para aislamiento del ganado.			x	100	Se detalla en MSPGB 20. No se transportaron explosivos.
MSPGB 24	Monitoreo del pH de lluvia, H2S, tejido de pastos y frutales.	x				No aplica para este periodo de informe.
MSPGB 25	Plusvalía de las tierras.	x				No aplica para este periodo de informe.
MSPGB 26	Consumo de agua de la planta geotérmica.			x		Se cuenta con Laguna de

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
						Almacenamiento Operativo (LGB-ALM-01)
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>						
MTPGB 01	Paisaje, uso de postes LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 02	Control de polvo y sedimentos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 03	Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 04	Manejo de desechos sólidos y líquidos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 05	Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 06	Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 07	Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT.			x		Se detalla en MFPGP 16.
MTPGB 08	Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.		x		100	Se han instalado adhesivos.
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>						
MLDPGB 01	Plan de relación con propietarios LD.	x			x	Se cuenta con permisos de instalación de anclas.
MLDPGB 02	Plan de relación con instituciones LD.	x				Interacción con instituciones y organizaciones comunales.
MLDPGB 03	Plan de selección de ruta para LD.				x	Se cuenta con permisos de instalación de anclas.
MLDPGB 04	Plan de manejo de residuos.	x				No aplica para este periodo de informe.
MLDPGB 05	Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna.	x				No aplica para este periodo de informe.
MLDPGB 06	Plan de comunicación y relación con las comunidades.	x				No aplica para este periodo de informe.

**Fuente:** elaboración propia a partir de revisión de cumplimiento de medidas de control ambiental.

## **OBSERVACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES**

A continuación, se presenta el código y descripción rápida de cada compromiso ambiental (subtítulo en negro), así como las observaciones de cumplimiento de los mismos. La información correspondiente, según área, fue suministrada por Gestión Sociambiental del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (Ingeniero en Producción Industrial Johan Valerio Pérez (encargado del proceso), Bióloga Laura Artavia Murillo, Socióloga Kattia Barker Wright y el Ingeniero Forestal Elmer González Luna. La información correspondiente a Patrimonio Arqueológico es aportada por la Arqueóloga Ana Cristina Hernández Alpizar. La información correspondiente a la gestión ambiental del grupo constructivo de IC aportada por el Ing. Kenneth Villalobos Ramírez. La información correspondiente al monitoreo de la microseismicidad fue suministrada por el Centro de Servicio Exploración Subterránea (Geól. Waldo Taylor Castillo). La información asociada al Monitoreo de contaminantes atmosféricos (corrosión) fue suministrada por Erika Saborío Leiva y Mario Vega León, del Centro de Investigación en Corrosión. La información del proceso constructivo es facilitada por el Ingeniero César Mora Cubero. Así mismo, entorno al seguimiento ambiental de la obra.

### **COMPONENTE FÍSICO**

#### **Medida MFPGB 01. Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.**

Toda la flota vehicular del C.S. Recursos Geotérmicos en operación cuenta Revisión Técnica Vehicular y Marchamo al día. En la Figura 5 se evidencia los derechos de circulación de vehículos 103 009416 y 103003402, utilizados en procesos asociados al desarrollo del yacimiento del PG Borinqueñ.



**Figura 5.** Comprobantes de circulación de vehículos utilizados en desarrollo del yacimiento del PG Borinquen.

La maquinaria de perforación y vehículos del C.S. Recursos Geotérmicos cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que permite la atención en talleres institucionales o contratados, que garantiza que las emisiones emitidas al ambiente sean las mínimas (Figura 6, Figura 7 y Anexo 3).



**Figura 6.** Mantenimiento de equipos de perforación



**Figura 7.** Taller maquinaria especializada y equipos en mantenimiento.

El ICE cuenta con un sistema para atender el mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos según, maquinaria y equipos, el cual, genera reportes de averías (mantenimiento correctivo) y reportes de mantenimiento preventivos que permiten programar y asegurar el buen funcionamiento asociado a los diferentes sistemas, mediante un factor de tiempo o kilometraje. El sistema en operación se denomina ERP, siglas en inglés de “Planificación de Recursos Empresariales” es el encargado de integrar todos los procesos necesarios para operar una empresa. Finanzas, Recursos Humanos, Planta de Producción, Mantenimiento, Servicios, Suministros, Distribución, Compras, Contabilidad y otros, integrados en un solo sistema. Esto es necesario para facilitar el flujo de información real y efectiva, que ayudan a la gerencia de la organización a tomar decisiones concretas y aumentar la productividad.

La maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape y desperfectos en los sistemas catalizadores, son retirados de operación y se reparan en el taller institucional o en taller externo contratado. En la Figura 8 se muestra el equipo de perforación N° del ICE, National 110-E en PGB-25.



**Figura 8.** Panorámica de los equipos de perforación.

**En cuanto a la flota vehicular en operación del grupo constructivo, este cuenta con Marchamo y Revisión Técnica Vehicular (RTV) al día, dicha acción se constata en la**

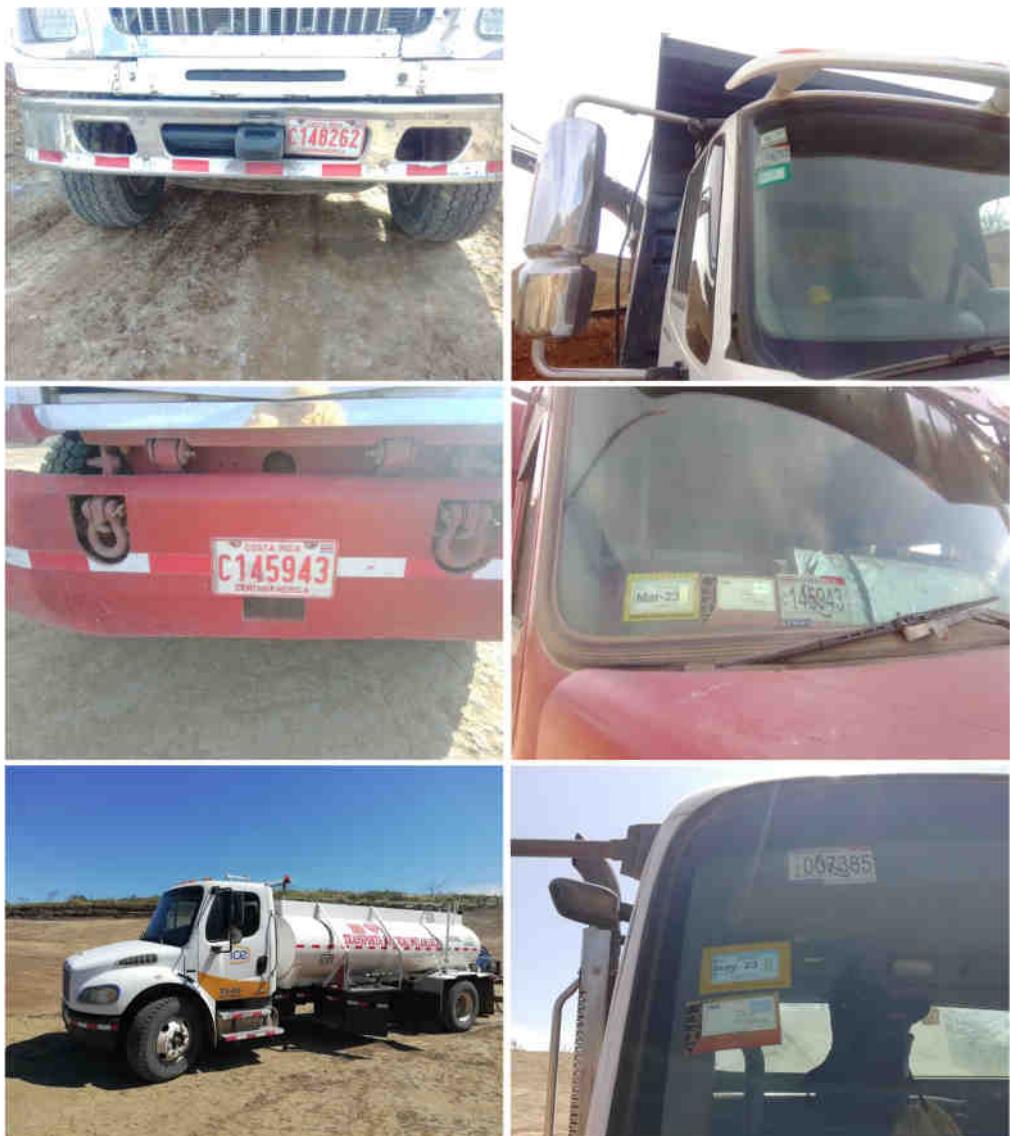
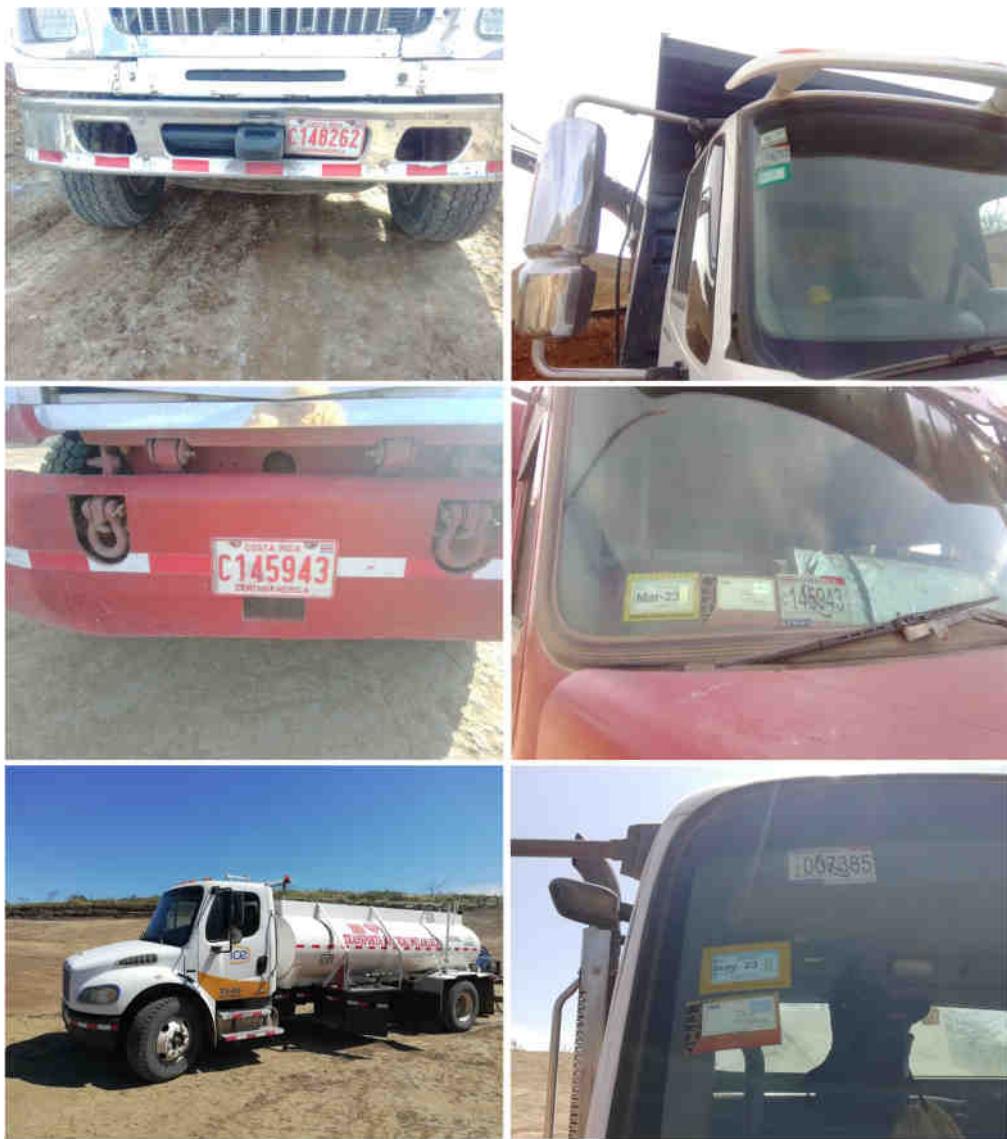


Figura 9





donde se evidencia los derechos de circulación de los vehículos ICE placa 103 7717, y 103 7748, utilizados en el Proyecto Geotérmico Borinquen.



**Figura 9.** Derechos de circulación de vehículos utilizados en el PG Borinquén.

**Así mismo, en la figura**



Figura 10, se muestran los derechos de circulación al día de la maquinaria en operación, tomando como evidencias los camiones alquilados placas C-148262, el C-145943, así como el camión ICE placa 103-7385:



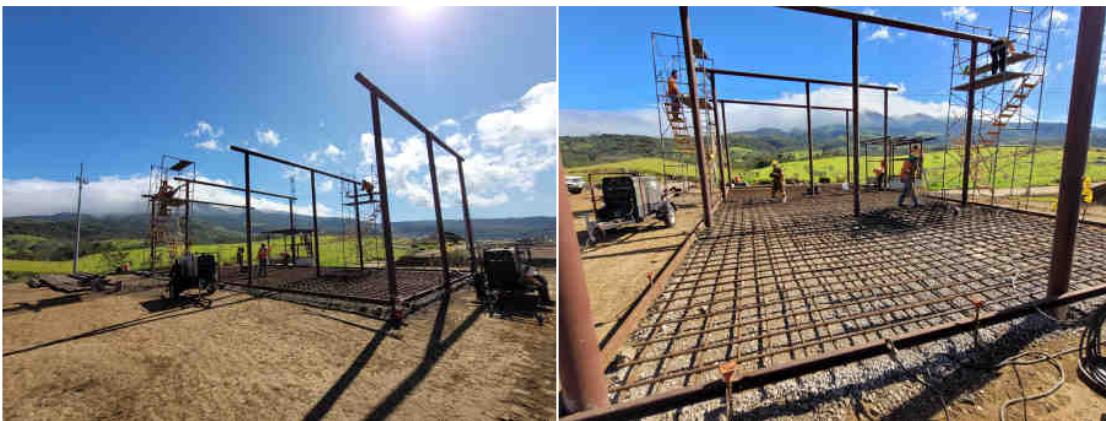
**Figura 10.** Derechos de circulación de maquinaria del PG Borinquen.

Para las labores de mantenimiento de los equipos y maquinaria, en el proyecto geotérmico Borinquén se cuenta con una losa de concreto impermeabilizada sobre la cual se realiza el mantenimiento correctivo y preventivo a la maquinaria o equipos que presenten averías en obra y no se pueda trasladar al taller institucional ubicado en Pailas. Dicha losa cuenta con bordillo perimetral, manejo de aguas a un solo punto, y se le instaló una trampa de aceites, grasas y sedimentos a su salida para la contención de posibles derrames de hidrocarburos, esto principalmente por motivo que la misma no cuenta con techo y se puede generar el arrastre de hidrocarburos durante la época lluviosa, (ver Figura 6).



**Figura 11.** Losa temporal de reparación de equipos y maquinaria.

Por otra parte, en el mes de enero del 2023, se inicia la construcción de un taller mecánico el cual cumplirá con las condiciones ambientales y de seguridad requeridas para brindar el servicio de mantenimiento correctivo y preventivo a los vehículos, maquinaria y equipos empleados durante el periodo de construcción del Proyecto Geotérmico Borinquén. Este taller contará con losa impermeabilizada, trampas recolectoras de aceite en las salidas de agua como pilas y desagües, bodega impermeabilizada para almacenar productos químicos e hidrocarburos, y una bodega de herramientas. Así mismo, se asignará un espacio impermeabilizado en el taller para que los operarios de maquinaria y equipos alquilados puedan realizar el mantenimiento de sus equipos, de manera que se resguarde el medio de la contaminación ante posibles derrames de hidrocarburos durante el proceso.



**Figura 12.** Inicio constructivo del taller mecánico para equipos y maquinaria.

#### **Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables.**

Actualmente se cuenta con un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) en puntos cercanos a sitios poblados y en el lugar donde se tiene previsto construir la planta de generación. En el Cuadro 4, se reportan los valores obtenidos en este período.

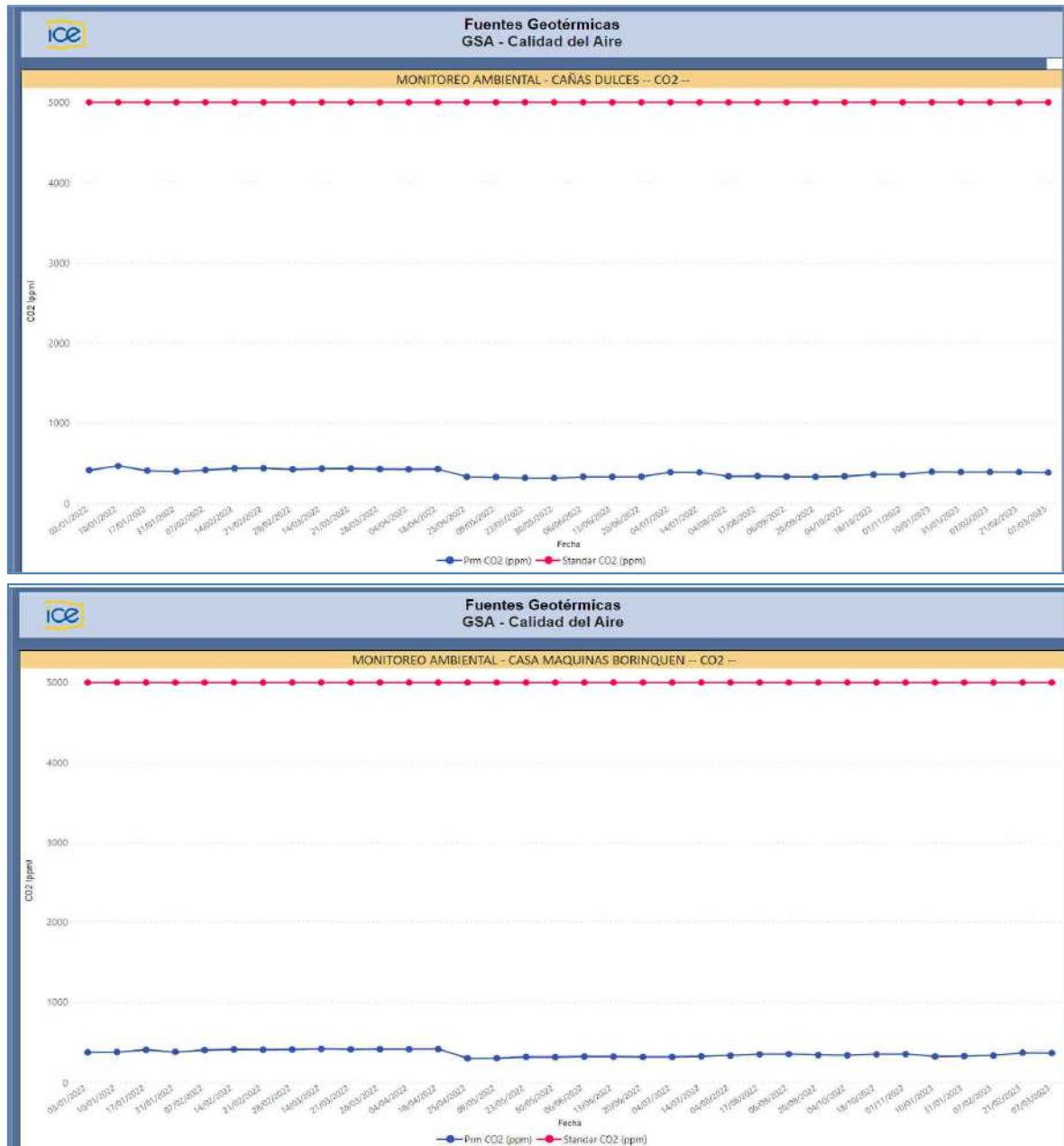
En la Figura 14 se ilustra personal del área socioambiental realizando actividades de monitoreo de calidad del aire.

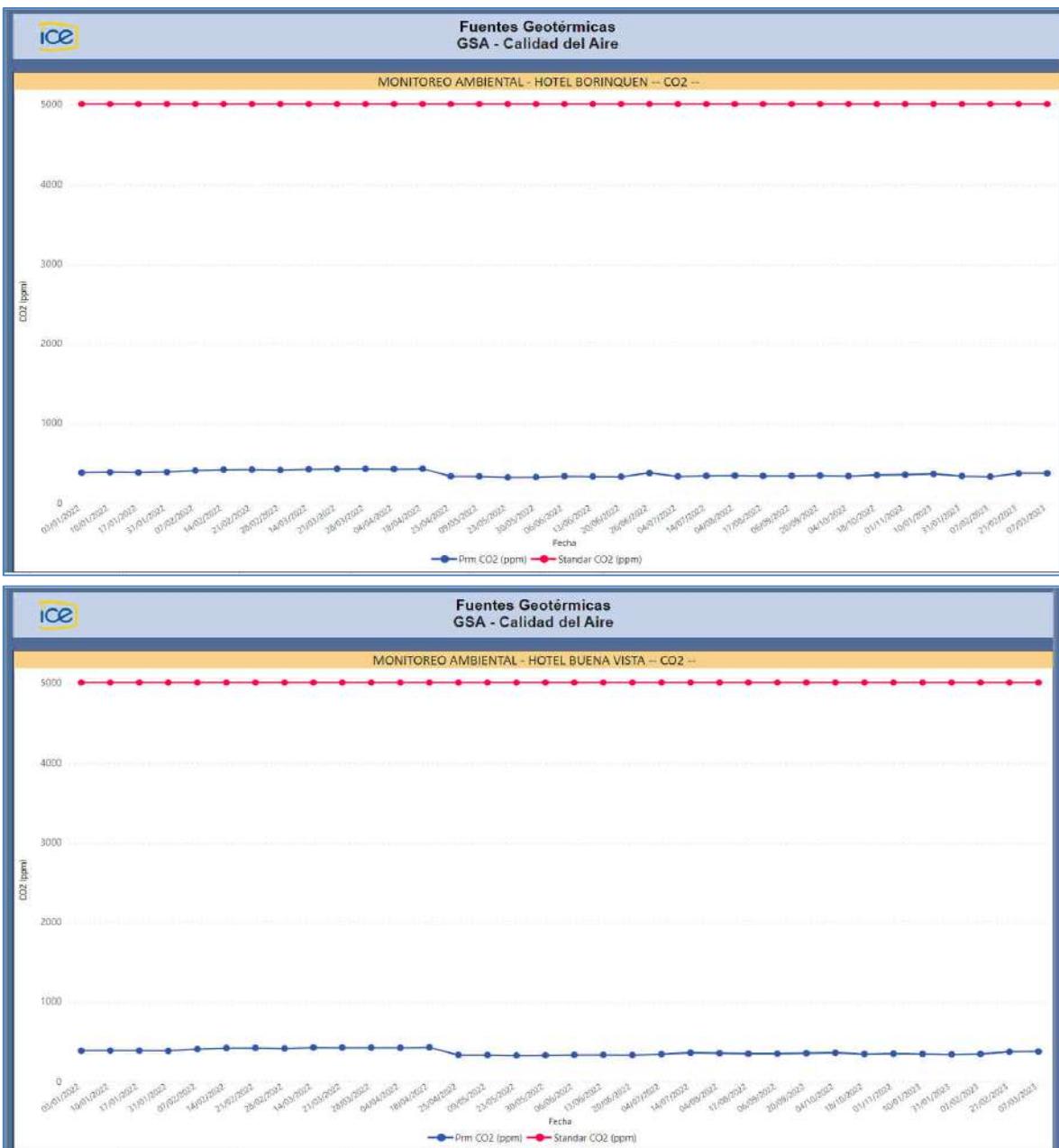


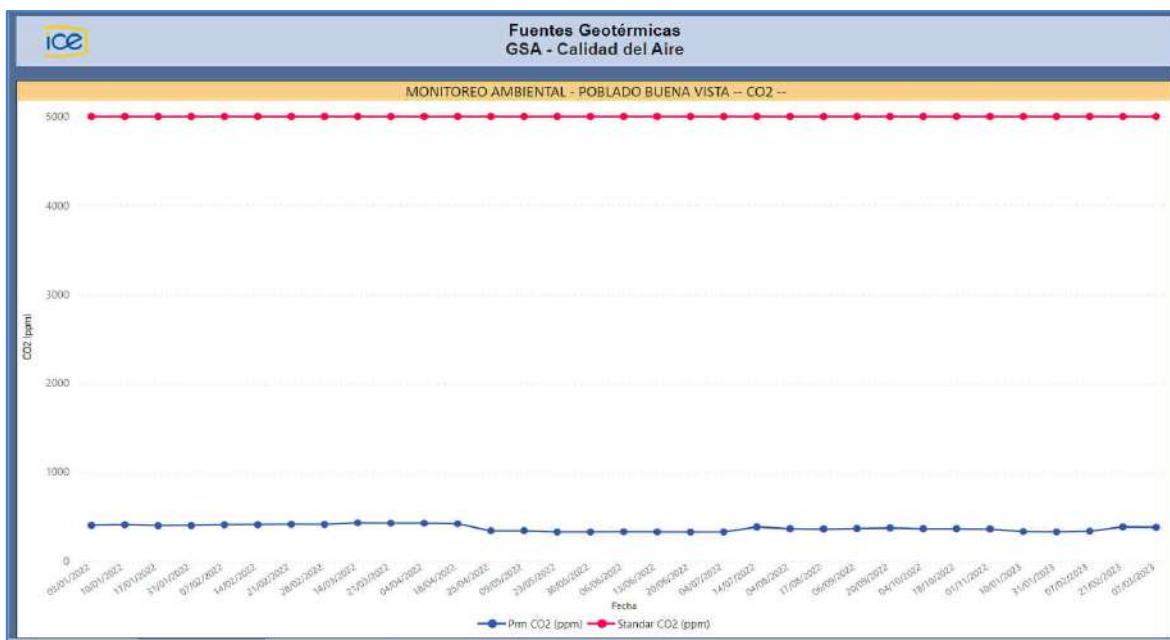
**Figura 13.** Monitoreo de calidad de aire

#### **Cuadro 4. Datos del monitoreo de gases en AID y AP en 2022**

	Min CO2 (ppm)	Prom. CO2 (ppm)	Max CO2 (ppm)	Std. CO2 (ppm)	Min H2S (ppm)	Prom. H2S2 (ppm)	Max H2S (ppm)	Std. H2S (ppm)
<b>CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN</b>								
CAÑAS DULCES	389	394	398	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
CASA MAQUINAS BORINQUEN	328	348	373	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
HOTEL BORINQUEN	328	353	371	5000	0,000	0,000	0,000	0,010
HOTEL BUENA VISTA	338	354	374	5000	0,000	0,000	0,001	0,010
POBLADO BUENA VISTA	328	351	383	5000	0,000	0,000	0,001	0,010







**Figura 14.** Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.

Según la información aportada se evidencia que las mediciones de gases ( $H_2S$  y  $CO_2$ ), realizadas en áreas pobladas y Casa de Máquinas, no representan alteración a las condiciones del ambiente, ya que los valores registrados se encuentran dentro de los rangos obtenidos en la etapa previa al desarrollo del yacimiento geotérmico en Borinqueñ (datos de línea base indicado en Cuadro 5), asimismo, los datos están muy por debajo de valores de referencia emitidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, del Departamento de Trabajo de EEUU por sus siglas en inglés conocido como OHSA (Cuadro 6).

**Cuadro 5.** Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinqueñ.

Datos de línea base		
Campo Geotérmico Borinqueñ	Mínimo	Máximo
$H_2S$ (ppm)	0.000	0.023
$CO_2$ (ppm)	233	620

**Cuadro 6.** Valores de referencia sobre concentraciones de gases.

Valores de referencia sobre concentraciones de gases				
Gas	Organización	Referencia	Tiempo de exposición para 8 horas	Tiempo de exposición para 10 minutos
$H_2S$	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-2	20 ppm	50 ppm
$CO_2$	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-1	5000 ppm	-----

### Medida MFPGB 03. Monitoreo del pH de las lluvias.

Actualmente se cuenta con un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) en puntos cercanos a sitios poblados y en el lugar donde se tiene previsto construir la planta de generación. En el Cuadro 4, se reportan los valores obtenidos en este período.

En la Figura 14 se ilustra personal del área socioambiental realizando actividades de monitoreo de calidad del aire.

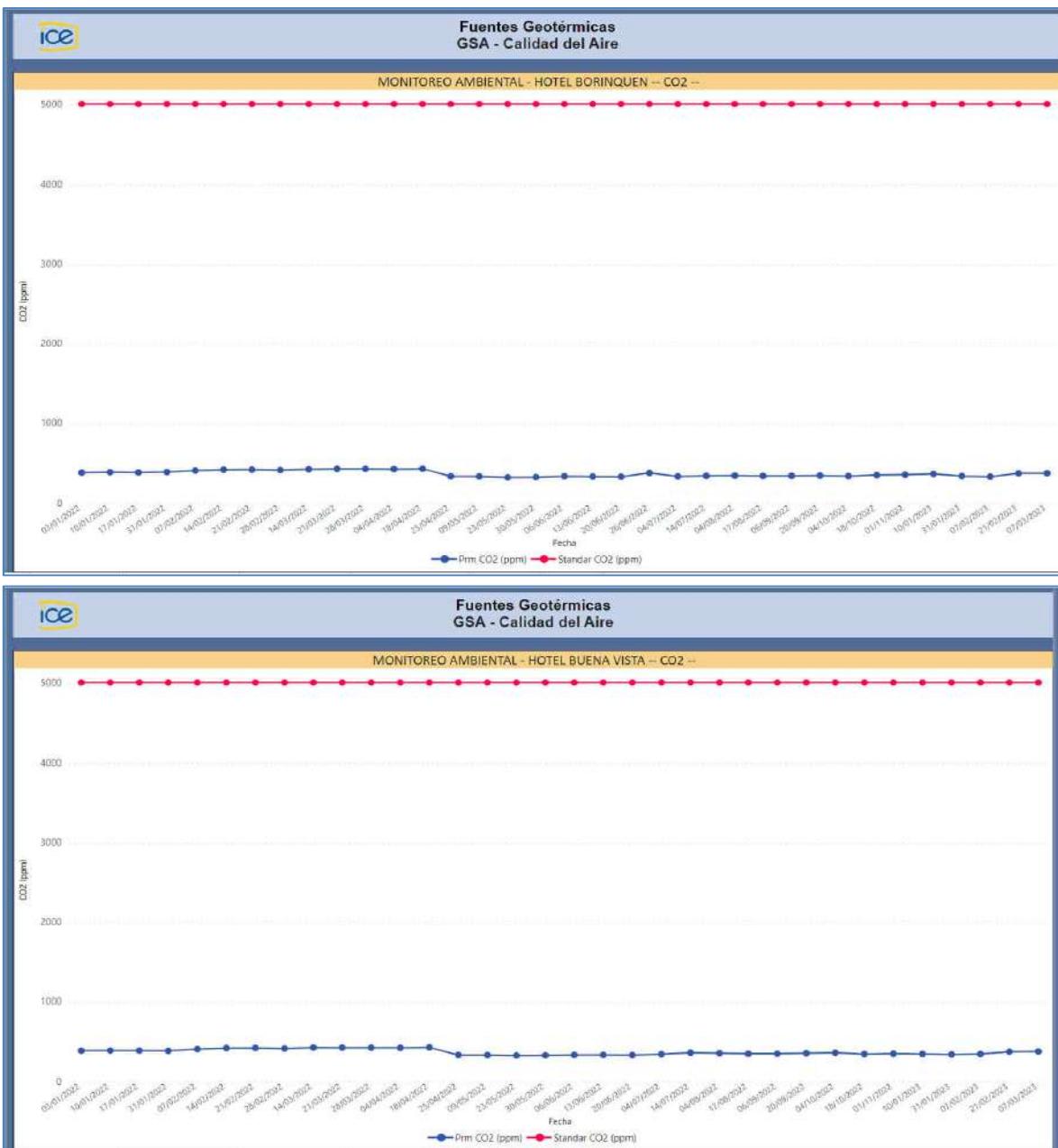


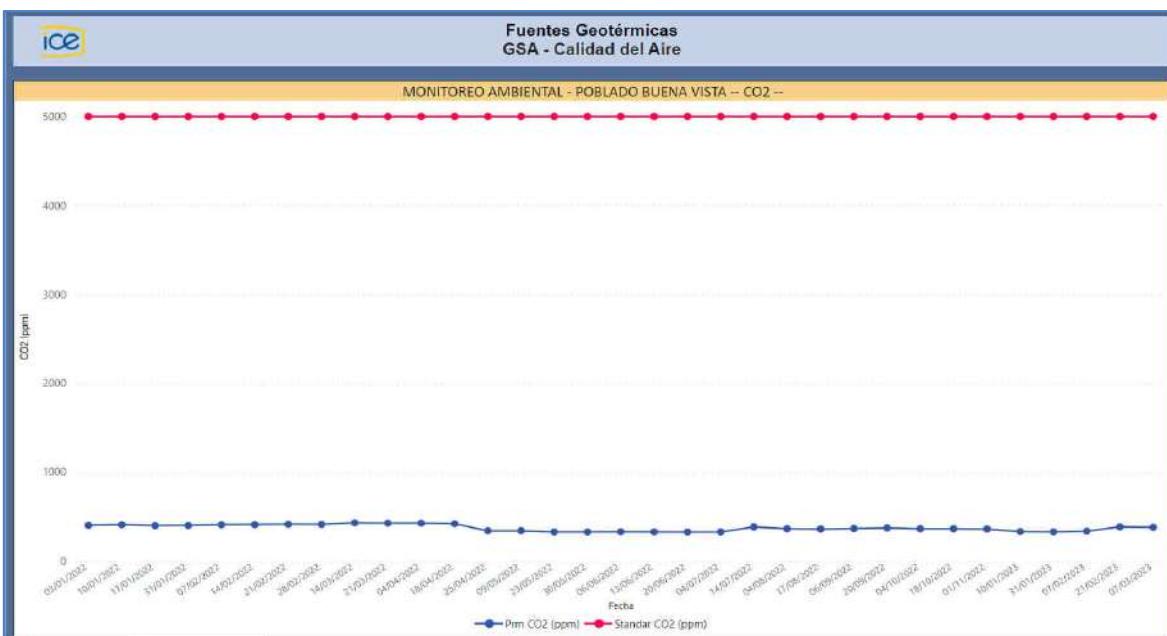
**Figura 15.** Monitoreo de calidad de aire.

**Cuadro 7.** Datos del monitoreo de gases en AID y AP en 2022.

	Min CO <sub>2</sub> (ppm)	Prom. CO <sub>2</sub> (ppm)	Max CO <sub>2</sub> (ppm)	Std. CO <sub>2</sub> (ppm)	Min H <sub>2</sub> S (ppm)	Prom. H <sub>2</sub> S (ppm)	Max H <sub>2</sub> S (ppm)	Std. H <sub>2</sub> S (ppm)
<b>CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN</b>								
CAÑAS DULCES	389	394	398	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
CASA MAQUINAS BORINQUEN	328	348	373	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
HOTEL BORINQUEN	328	353	371	5000	0,000	0,000	0,000	0,010
HOTEL BUENA VISTA	338	354	374	5000	0,000	0,000	0,001	0,010
POBLADO BUENA VISTA	328	351	383	5000	0,000	0,000	0,001	0,010







**Figura 16.** Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.

Según la información aportada se evidencia que las mediciones de gases ( $H_2S$  y  $CO_2$ ), realizadas en áreas pobladas y Casa de Máquinas, no representan alteración a las condiciones del ambiente, ya que los valores registrados se encuentran dentro de los rangos obtenidos en la etapa previa al desarrollo del yacimiento geotérmico en Borinqueñ (datos de línea base indicado en Cuadro 5), asimismo, los datos están muy por debajo de valores de referencia emitidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, del Departamento de Trabajo de EEUU por sus siglas en inglés conocido como OHSA (Cuadro 6).

**Cuadro 8.** Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinqueñ.

Datos de línea base		
Campo Geotérmico Borinqueñ	Mínimo	Máximo
$H_2S$ (ppm)	0.000	0.023
$CO_2$ (ppm)	233	620

**Cuadro 9.** Valores de referencia sobre concentraciones de gases.

Valores de referencia sobre concentraciones de gases				
Gas	Organización	Referencia	Tiempo de exposición para 8 horas	Tiempo de exposición para 10 minutos
$H_2S$	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-2	20 ppm	50 ppm
$CO_2$	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-1	5000 ppm	-----

#### Medida MFPGB 04. Sistema de monitoreo de gases no condensables.

En las máquinas perforadoras se cuenta con equipos fijos y portátiles para el monitoreo de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S (Figura 17). En caso de sobrepasar los límites de gases permisibles a la salud, los equipos activan alarmas audibles, complementariamente, se dispone de un protocolo para este tipo de emergencias y sistemas de respiración asistida (Figura 18), que permiten la continuidad y control del proceso en forma segura.



**Figura 17.** Detectores de gases utilizados en pruebas de producción y labores de perforación de pozos profundos.



**Figura 18.** Equipos de respiración asistida y rescate.

Los equipos fijos y portátiles para la medición de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> cuentan con alarmas auditivas (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores.

#### **Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo.**

Al personal del proyecto, proveedores y contratistas se les indica que la ruta de ingreso de maquinaria y vehículos pesados es por el sector de “Los Coyotes”. Se tiene restringido el paso por los centros de población de Buena Vista y Cañas Dulces. La Figura 19 muestra el detalle.



**Figura 19.** Señalización de ruta oficial PG- Borinquen I.

- **Velocidades y polvo en centros de población**

En las comunidades del AID-Proyecto en donde la superficie del ruedo se encuentra en lastre y frente a viviendas, los vehículos alquilados, institucionales, proveedores y contratistas deben circular a 25 km/h. La información se reitera al personal mediante comunicados. El detalle en la Figura 20 y Figura 21.



# informa

## LÍMITES DE VELOCIDAD EN COMUNIDADES ÁREA DE INFLUENCIA

Se les recuerda a conductores de vehículos institucionales y alquilados, ajustarse a los límites de velocidad definidos en la señalización vial instalada por el MOPT, en las rutas de acceso a comunidades del área de influencia a los Campos Geotérmicos Alfredo Mainieri Prott, Pailas y Borinquen.

Adicionalmente, dentro de las medidas de control socioambiental definidas en Planes de Gestión Ambiental de obras o proyectos con viabilidad ambiental aprobada por SETENA, la institución se comprometió promover la seguridad vial en centros de población y en reducir el levantamiento de polvo en las rutas de lastre frente a viviendas, para ello se definió como límite de velocidad 25 km/h.

Comunidades de Influencia Directa que aplican estas restricciones:

<b>CG Alfredo Mainieri Prott</b>	<b>CG Pailas</b>	<b>CG Borinquen</b>
Fortuna	Curubandé	Curubandé
Guayabo	San Jorge	Agua Fría
Cuipilapa	Parcela Santa María	El Cedro
La Unión		El Pital
Río Blanco		Cañas Dulces
		Buena Vista

Las comunidades disponen de medios oficiales para realizar denuncias o quejas sobre conductas inapropiadas o peligrosas por parte de funcionarios ICE.

 Correo electrónico: [infogeotermia@ice.go.cr](mailto:infogeotermia@ice.go.cr)

 Línea telefónica gratuita: 800-436-837-642 (800-GEOTERMA)

**PG Borinquen**  
**Ingeniería y Construcción**



**Figura 20.** Comunicado límites de velocidad en comunidades de influencia, marzo, 2023.

Comunicación Ingeniería y Construcción | ZZE IC Borinquen; ZZE RG.; USUARIOS CORREO + 17/12/2022

IC Informa: Límites de velocidad en comunidades de área de influencia



# informa

## LÍMITES DE VELOCIDAD EN COMUNIDADES DE ÁREA DE INFLUENCIA

Se les recuerda a conductores de vehículos institucionales y alquilados, ajustarse a los límites de velocidad definidos en la señalización vial instalada por el MOPT, en las rutas de acceso a comunidades del área de influencia a los Campos Geotérmicos Alfredo Mainieri Protti, Pailas, y Borinquen.

Adicionalmente, dentro de las medidas de control socioambiental definidas en Planes de Gestión Ambiental de obras o proyectos con viabilidad ambiental aprobada por SETENA, la institución se comprometió promover la seguridad vial en centros de población y en reducir el levantamiento de polvo en rutas de lastre frente a viviendas, para ello se definió como límite de velocidad 25 km/h.

Comunidades de Influencia Directa que aplican estas restricciones:

**Figura 21.** Comunicado IC, límites de velocidad en comunidades de influencia. Diciembre, 2022.

De presentarse alguna queja y/o inconformidad por el paso de vehículos institucionales a exceso de velocidad por las comunidades del AID, se procede con la revisión GPS.

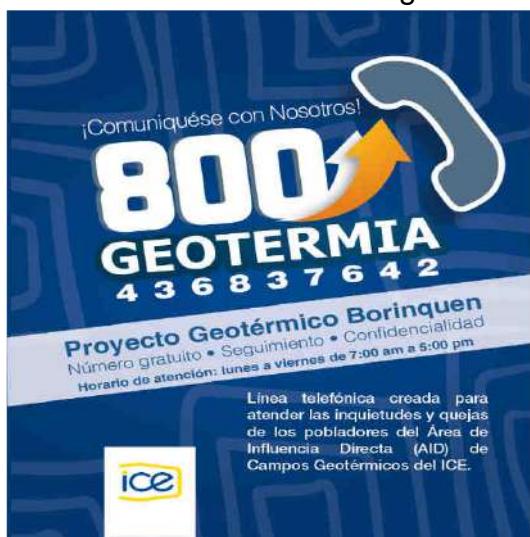
Para la realización de actividades relacionadas al traslado de equipos de perforación y/o ingreso de flujo constante de maquinaria, se coordina la implementación de riego en las comunidades cuya capa de rodamiento se encuentre en lastre y frente a viviendas.

Los canales oficiales de las comunidades con el Proyecto, corresponden a:

- Línea gratuita 800-436-837-642 (800-GEOTERMIA).
- Correo electrónico: [infogeotermia@ice.go.cr](mailto:infogeotermia@ice.go.cr)

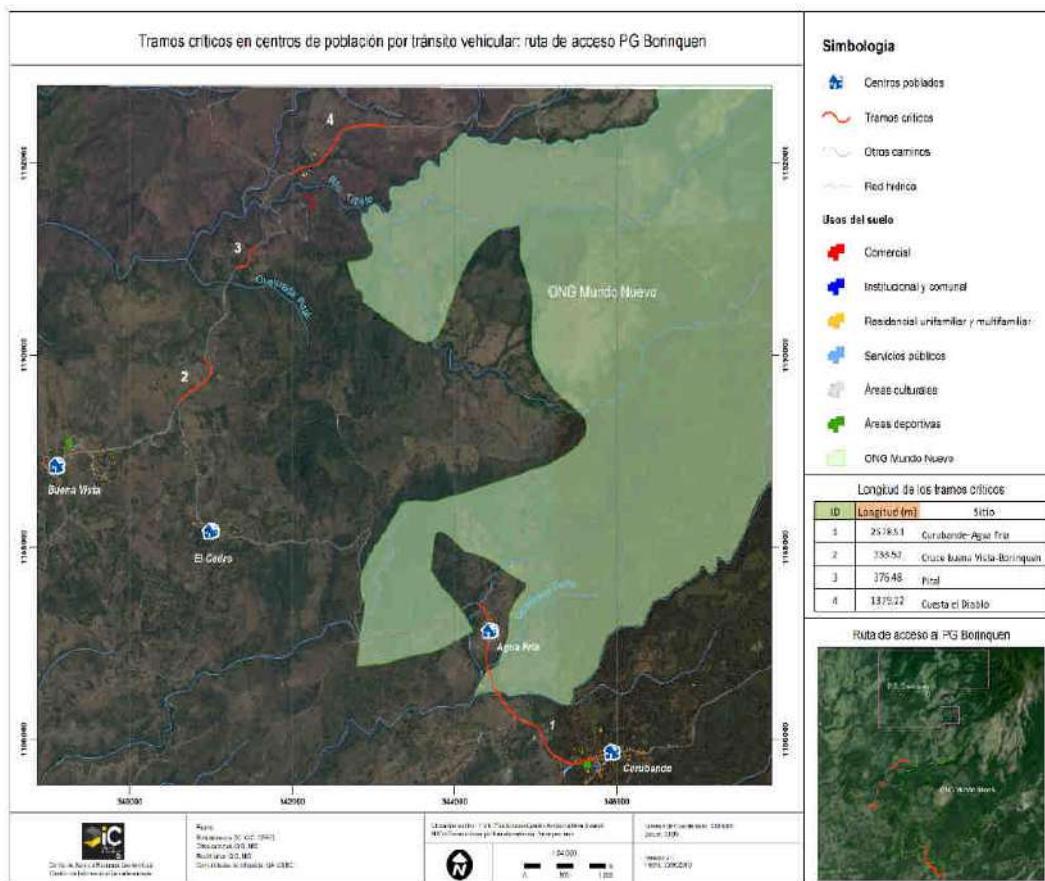
En las reuniones de seguimiento con las comunidades, y espacios con instituciones se informa sobre los medios oficiales para realizar reportes, incidentes relacionados al exceso de velocidad de vehículos ICE, alquilados, además del inadecuado comportamiento de funcionarios (as) en las comunidades.

La Figura 22 muestra el afiche referente a la línea gratuita 800-GEOTERMIA.



**Figura 22.** Afiche 800-GEOTERMIA.

Las rutas críticas de acceso al Proyecto se muestran en la Figura 23.



**Figura 23.** Tramos críticos en centros de población por tránsito vehicular (generación de polvo): ruta de acceso PG Borinquen I.

Por otra parte, para mitigar el impacto por la generación de polvo en los caminos internos del proyecto, se realiza la recolección en seco de la tierra adherida al asfalto empleando el retroexcavador, con el cual se efectúa el raspado de la vía para retirar el mayor volumen de tierra, posteriormente se efectúa el lavado de la vía empleando el camión cisterna, o una tanqueta hechiza cargada por el montacargas, con la cual se realiza la irrigación de la vía.

La figura número 8, hace referencia a la irrigación de caminos internos del proyecto geotérmico Borinquén, para la mitigación de polvo, durante el acarreo y movimiento de tierra.



**Figura 24.** Irrigación de caminos internos del proyecto para mitigación de polvo.

El camión cisterna es empleado prioritariamente para la irrigación de la vía de acceso entre las comunidades desde Cañas Dulces hacia el Proyecto Geotérmico Borinquén, dicho cisterna se requiere con el propósito de mitigar el polvo que puede afectar a la población vecinal por el traslado de vehículos, maquinaria, equipos, así

como durante las labores de movimiento de tierra, colocación de los agregados y estabilización de la calzada, durante las labores de mantenimiento de los caminos vecinales. Las imágenes de la figura N°9 a continuación, muestran la ejecución de la acción de irrigación de caminos vecinales:



**Figura 25.** Irrigación de caminos vecinales para mitigación de polvo.

#### **Medida MFPGB 06. Monitoreo permanente de gases no condensables.**

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo. Aplica para la etapa de operación.

#### **Medida MFPGB 07. Restricción de velocidad y ruido.**

Los conductores están informados sobre restricciones vehiculares para evitar problemas con el levantamiento de polvo en áreas pobladas. De igual manera el

ICE cuenta con dos canales de comunicación a disposición de las comunidades para recibir quejas de vehículos que circulen a velocidad alta y se indican a continuación:

- Correo electrónico ([inforecursosgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforecursosgeotermicos@ice.go.cr))
- Línea telefónica gratuita (800-GEOTERMIA).

Es importante mencionar que las quejas recibidas pueden ser corroboradas fácilmente ya que toda la flota vehicular del ICE cuenta con sistema GPS.

Complementariamente, se mantienen recordatorios al personal mediante correos institucionales y pizarras informativas sobre estas medidas.



**Figura 26.** Rotulación con límites de velocidad en el AP.

Todos los vehículos, maquinaria y equipo, operan en buenas condiciones de funcionamiento, las listas de verificación incluyen chequeos en los sistemas de amortiguación de ruido, según se indicó en la medida MFPGB 01.

#### **Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas pobladas.**

Se cuenta con un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de obra y en las plataformas de perforación. En estas áreas las mediciones de ruido por lo general no sobrepasan los 65 dBA.

Las mediciones se realizan periódicamente y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se detalla en el Cuadro 10 y Figura 27.

A partir de la información obtenida en campo se realizan cálculos para obtener el nivel mínimo de ruido reportado, el nivel de ruido máximo, el nivel de ruido promedio y el nivel de presión sonora.

Es importante aclarar que la presión sonora es la diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica, producto de la propagación del sonido y se expresa en micropascales ( $\mu\text{Pa}$ ). El nivel de presión sonora ( $L_p$ ), se expresa en dB y se define por:

$$L_p = 10 \log_{10} (p/p_0)^2 = 20 \log_{10} (p/p_0) \text{ dB}$$

Donde

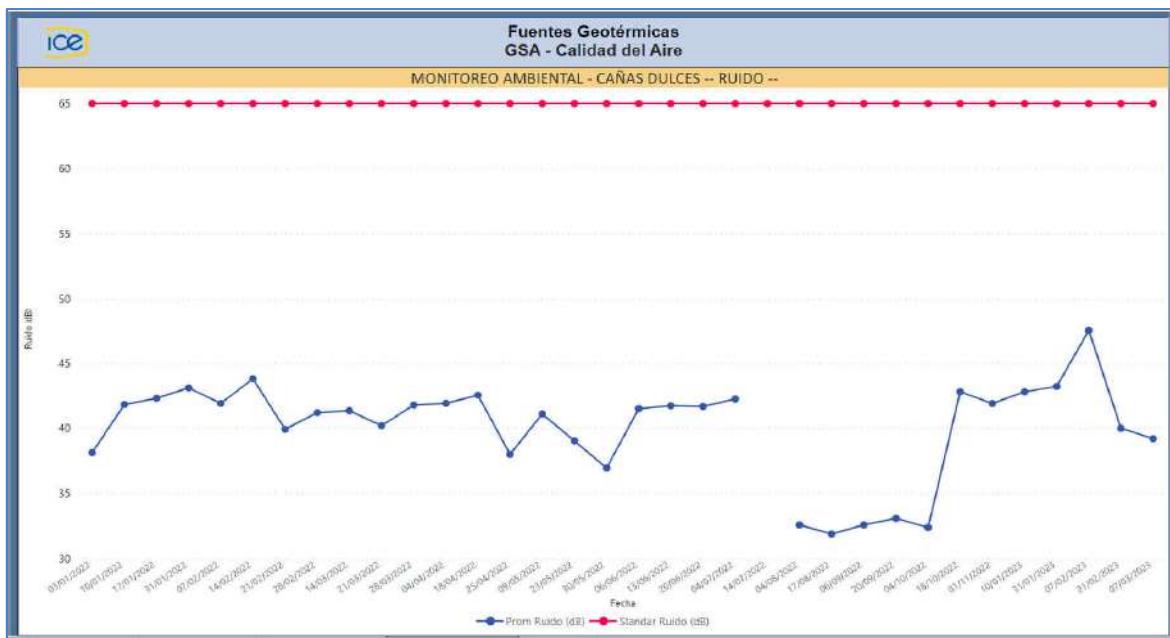
$P_0$ = presión sonora de referencia

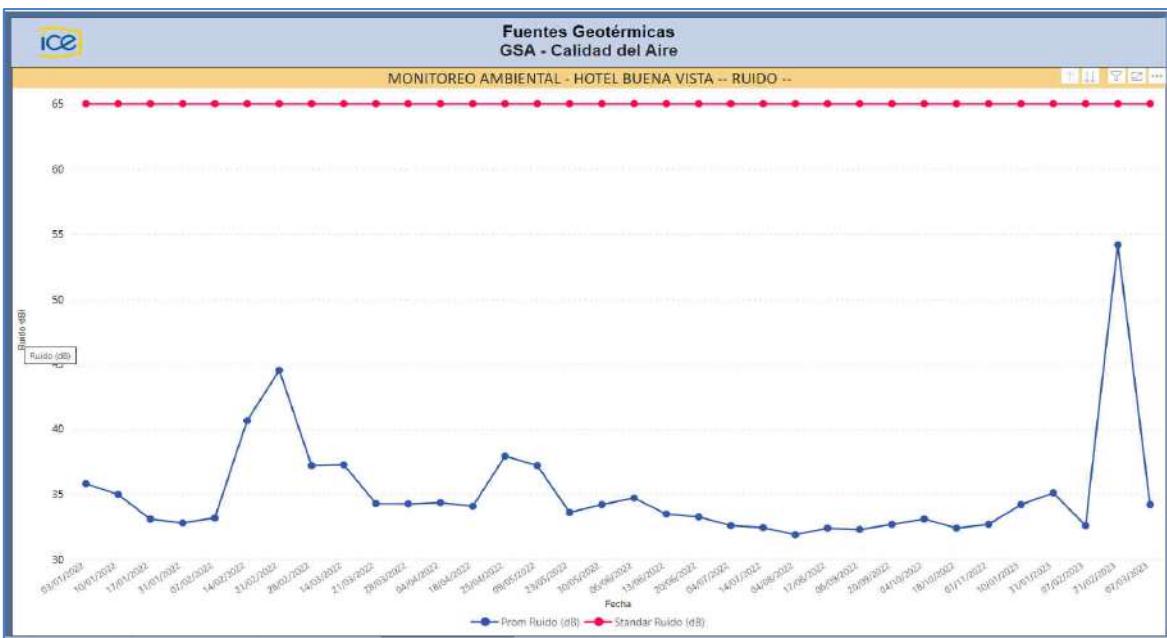
$P$ =Presión sonora instantánea

**Cuadro 10.** Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP en 2022.

	Min (dBA)	Max (dBA)	$L_p$ (dBA)	Std. (dBA)
<b>CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN</b>				
CAÑAS DULCES	39	43	48	65
HOTEL BUENA VISTA	33	38	54	65
HOTEL BORINQUEN	33	38	53	65
POBLADO BUENA VISTA	34	36	39	65

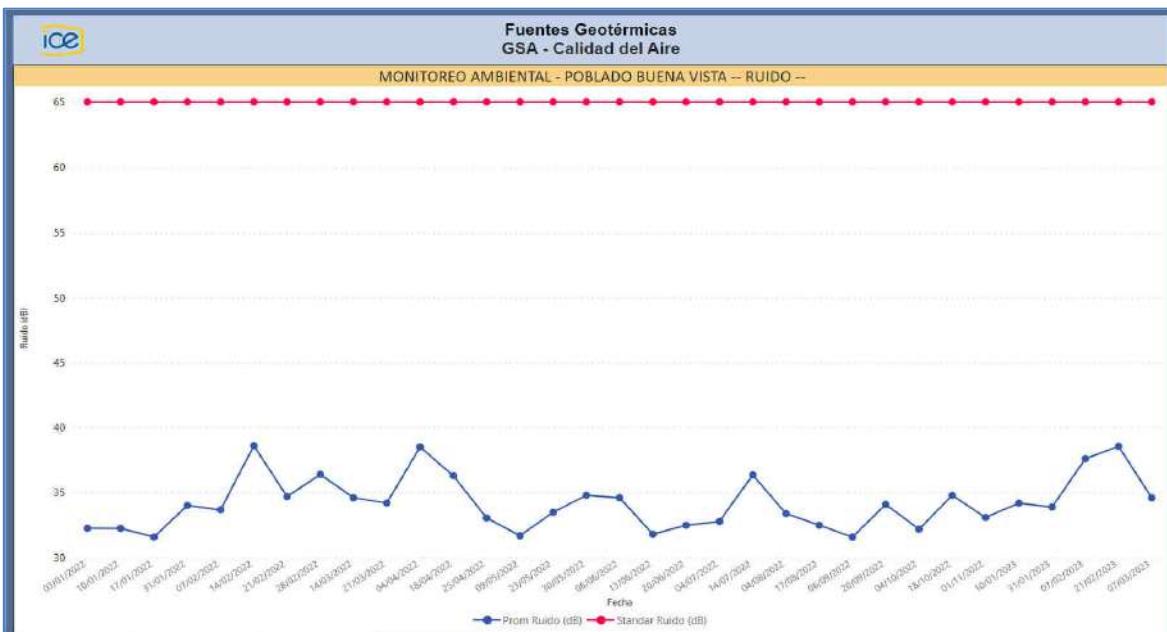
$L_p$ : Nivel de presión





**Monitoreo del 21/02/2023:** Ruido alterado por velocidad del viento 20.2 km/h.

La condiciones del viento reportadas para la zona pueden ser comprobadas en el reporte emitido por el IMN, en el siguiente [link](#).



**Figura 27.** Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP.

De acuerdo a la información obtenida en la Figura 27, se puede concluir que el PG Borinqueñ en este periodo no altera los niveles de presión sonora de las áreas de influencia directa, para ello, se toma como referencia que la mayor parte de las

actividades del proyecto se realizan en jornada diurna, en la cual, según legislación aplica un valor máximo de 65 dBA.

Al finalizar la perforación de pozos se realizan pruebas de producción y se instalan sistemas de silenciador en el pozo para reducir el nivel de ruido, sin embargo, para este periodo no se realizaron evaluaciones de pozos geotérmicos en el AP.

### **Medida MFPGB 09. Monitoreo y control del ruido etapa construcción, en el área de proyecto.**

Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en el área de proyecto.

Las mediciones durante el proceso de perforación de los pozos se realizan periódicamente y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se muestra en el Cuadro 11 y Figura 28.

A partir de la información obtenida en campo se realizan cálculos para obtener el nivel mínimo de ruido reportado, el nivel de ruido máximo, el nivel de ruido promedio y el nivel de presión sonora.

Es importante aclarar que la presión sonora es la diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica, producto de la propagación del sonido y se expresa en micropascales ( $\mu$ Pa). El nivel de presión sonora (Lp), se expresa en dB y se define por:

$$L_p = 10 \log_{10} (P/P_0)^2 = 20 \log_{10} (P/P_0) \text{ dB}$$

Donde

P<sub>0</sub>=presión sonora de referencia

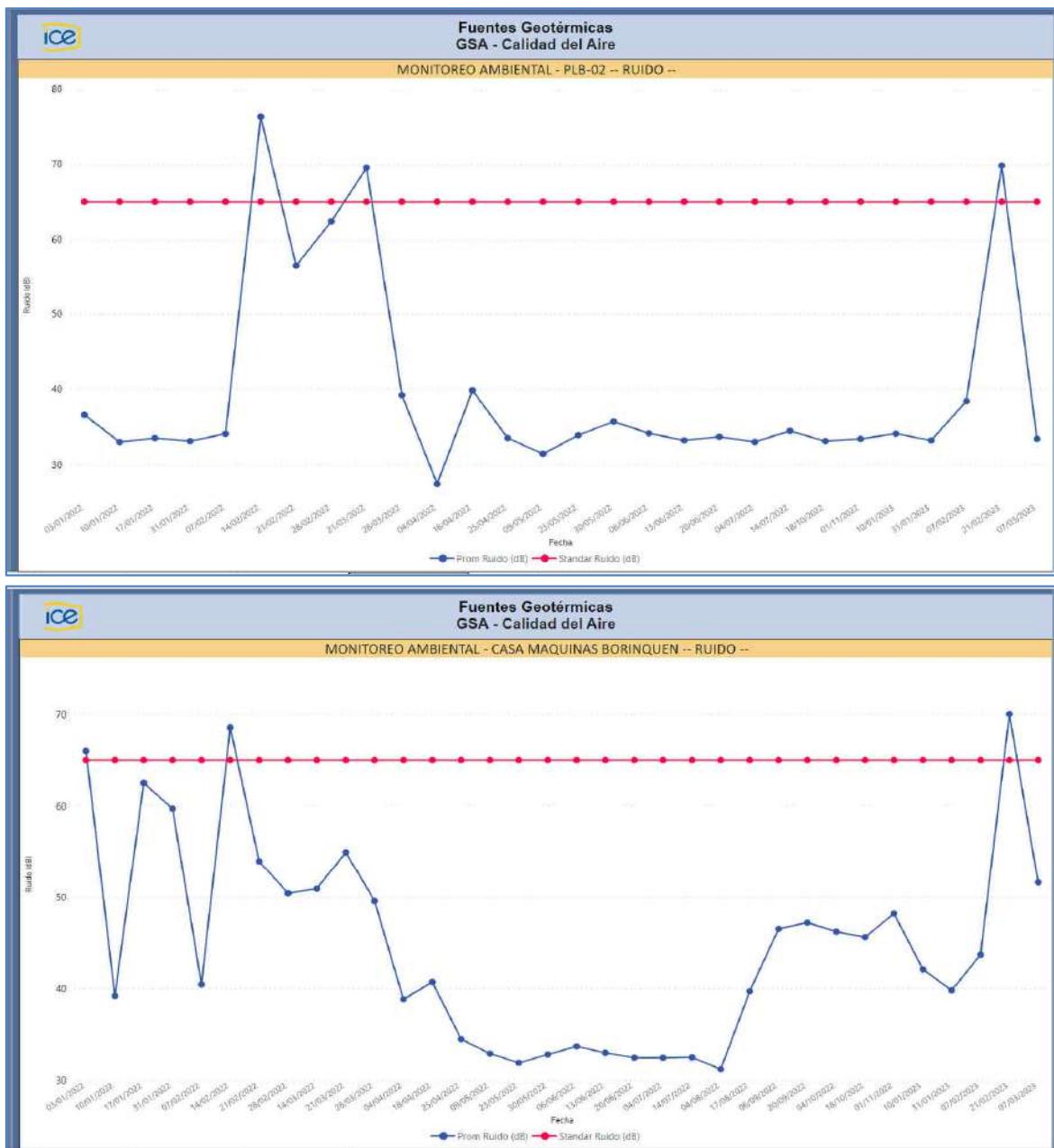
P=Presión sonora instantánea

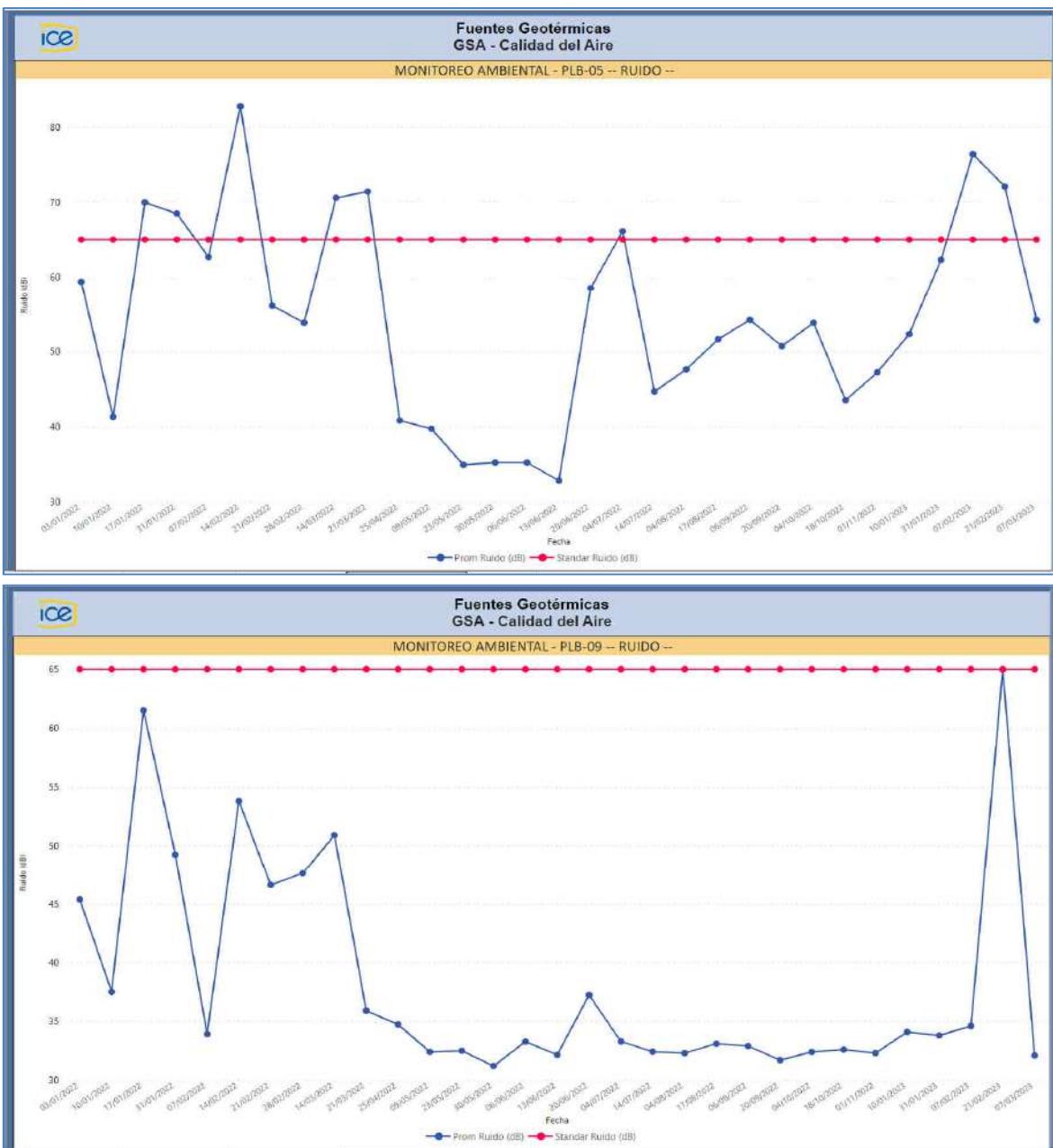
**Cuadro 11. Registros de monitoreo de ruido en el AP.**

	Min (dBA)	Max (dBA)	Lp (dBA)	Std. (dBA)
CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN				
PLB-02	33	42	70	65
CASA MAQUINAS BORINQUEN	40	49	70	65
PLB-05	52	63	76	65

	Min (dBA)	Max (dBA)	Lp (dBA)	Std. (dBA)
PLB-09	32	40	65	65
PLB-03	32	38	53	65

Lp: Nivel de presión





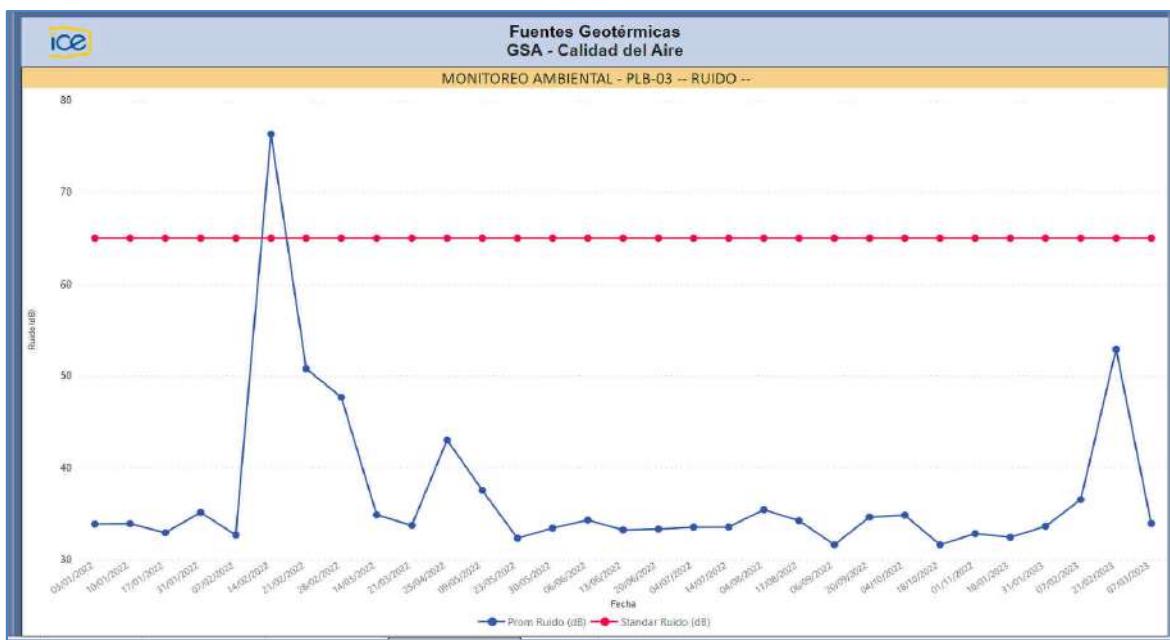


Figura 28. Registros de ruido en el AP.

De acuerdo con la información obtenida las áreas monitoreadas mantienen los niveles de ruido registrados en los datos de línea reportados previo al inicio del proyecto (Min. 21 dB – Max. 75 dB). Es importante aclarar que los sitios de obra, se considera el uso de equipos de protección personal para actividades que superen los 85 dBA en jornadas de 8 horas, asimismo, cabe destacar que el área de influencia directa, más cercana al sitio de perforación actual es el Hotel Hacienda Borinquen, el cual, se ubica a una distancia de 1,57 km de PLB-05 y Hotel Buena Vista a 3,31 km.

Es importante indicar que conforme se adquieren equipos nuevos se definen especificaciones técnicas que incluyen niveles máximos de ruido, los cuales son validados en las fichas técnicas y posteriormente el área de Salud Ocupacional del CSRG junto con el área técnica y proveedor adjudicado validan el cumplimiento de los parámetros establecidos por medio de mediciones en campo con los equipos operando. En caso de incumplimiento de los niveles de ruido, el contratista debe realizar las mejoras ingenieriles necesarias para ajustar el nivel de ruido y el equipo pueda contar con el visto bueno para su operación.

Adicionalmente se realizan mediciones de ruido a equipos ya existentes con el propósito de realizar mejoras ingenieriles en caso de requerirlas o considerar sustituirlos en cierta proyección de tiempo.

Para este periodo no se realizaron mediciones de niveles de presión sonora (NPS), expresadas en decibel ajustado en escala de ponderación A (dBA). Para la metodología aplicada se toma como referencia el Decreto 32692-S de la legislación costarricense y norma IEC 61672-1.

**Medida MFPGB 10. Monitoreo y control de ruido etapa construcción, en zonas pobladas.**

Las pruebas de producción se programan iniciar en horario diurno, asimismo, incluyen la instalación de sistemas de silenciadores que permiten reducir el nivel de ruido. En este periodo no se realizaron pruebas en pozos productores del PG Borinquen.

**Medida MFPGB 11. Monitoreo y control de ruido etapa operación, en el área de proyecto.**

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo, se aplicará en etapa de operación.

**Medida MFPGB 12. Manejo y conservación del suelo.**

Durante el presente periodo de informe no se realizaron movimientos de tierra.

**Medida MFPGB 13. Manejo y control de derrames de hidrocarburos.**

Todos los equipos, maquinaria y vehículos, están incluidos dentro de un programa de mantenimiento según se indicó en la medida MFPGB 01, a fin de asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes.

El almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo cuenta con diques de contención y trampas que garantizan que cualquier derrame será manejado de manera adecuada, además, se cuenta con rotulación según Sistema Globalmente Armonizado y fichas de datos de seguridad de los productos almacenados (Figura 29).

Todos los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, se manejan en recipientes sellados y rotulados, y son dispuestos por medio de co-procesamiento, estos residuos se manejan en recipientes cerrados, y son dispuestos por medios adecuados. En la Figura 30 se muestra los recipientes utilizados para clasificar residuos y se incluye el recipiente para manejo de residuos peligrosos (color rojo)

El CSRG cuenta con un plan de contingencia que establece la disponibilidad de kit antiderrames, y el personal de mantenimiento se encuentra debidamente capacitado en manejo y control de derrames por la empresa Tecnología para el Mantenimiento.

Se utilizan toallas absorbentes hidrofóbicos para el control de derrames y para los sistemas de trampas para aguas oleaginosas según se muestra en la Figura 30. Todos los residuos en general se clasifican en los sitios de obra y se envían en recipientes adecuados al centro de Acopio de Gestión Ambiental para realizar su debida gestión.





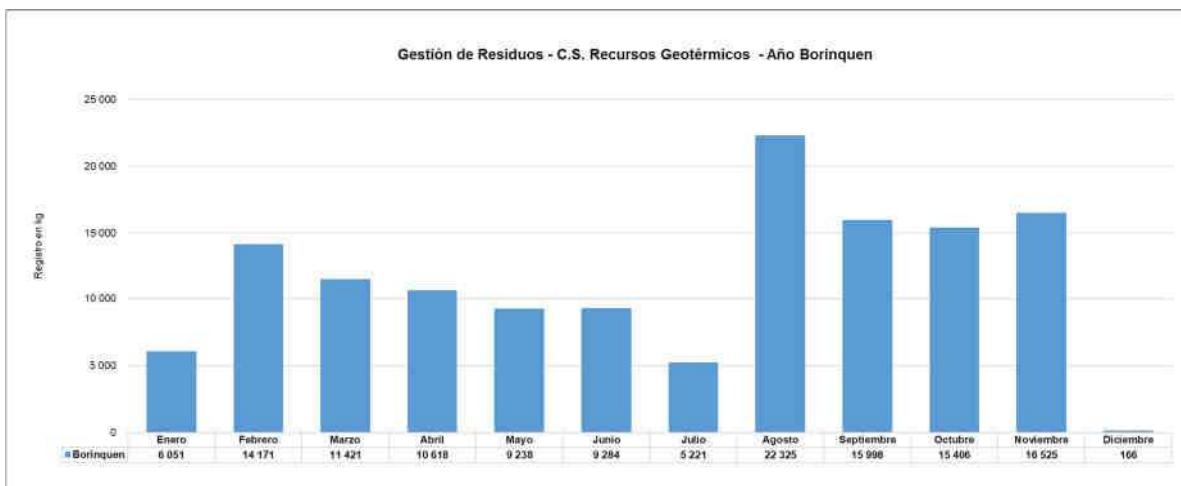
**Figura 29.** Áreas de almacenamientos de sustancias químicas peligrosas.



**Figura 30.** Áreas utilizadas para almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

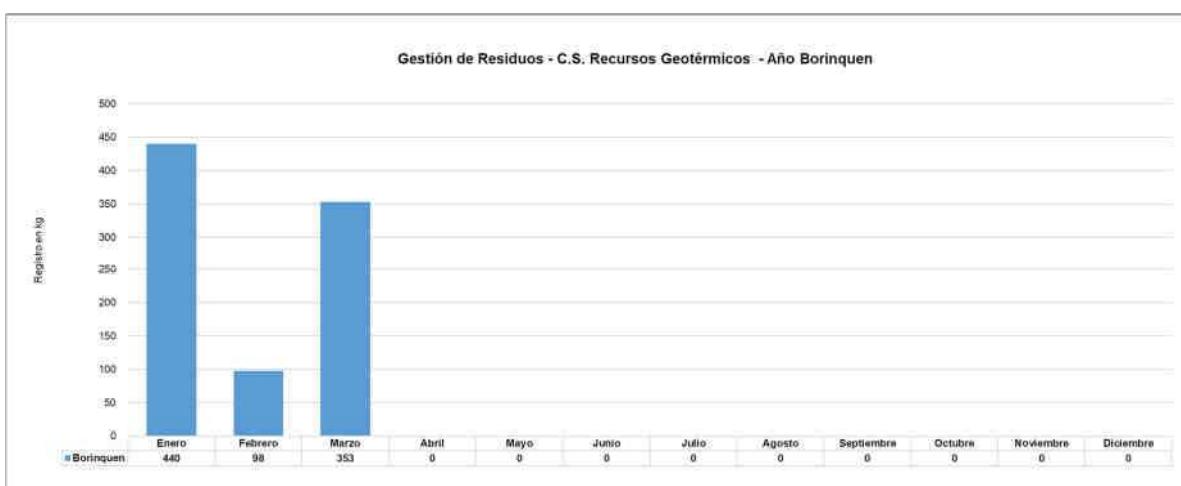
Cualquier derrame accidental que pueda suceder es recolectado de forma inmediata y enviados al Centro de Acopio de Gestión Ambiental CSRG para su

debido manejo. En la Figura 31 y Figura 32, se detalla todos los residuos provenientes del CG Borinque durante el año 2022 y 2023.



**Figura 31.** Estadística de residuos gestionados en 2022.

**Nota:** Algunos valores mensuales están sujetos a variación, por reportes pendientes de pesos en algunos residuos enviados a gestión recientemente (madera y metales principalmente).



**Figura 32.** Estadística de residuos gestionados en 2023.

**Nota:** Algunos valores mensuales están sujetos a variación, por reportes pendientes de pesos en algunos residuos enviados a gestión recientemente (madera y metales principalmente).

Por otra parte, asociada a la gestión del grupo constructivo, para garantizar el control y manejo de los derrames de hidrocarburos, se procede a capacitar a dos trabajadores en la aplicación del “Protocolo de Contención de Derrames”, a la obra se le brinda material absorbente de hidrocarburos para disponibilidad ante eventualidades o emergencias ambientales generadas durante el periodo constructivo. Así mismo, a los operadores de maquinaria se le asigna un kit de

contención para la atención inmediata de las eventualidades, donde a su vez se verifica que los operadores cumplan con los requisitos de trasiego y abastecimiento de combustible a la maquinaria.

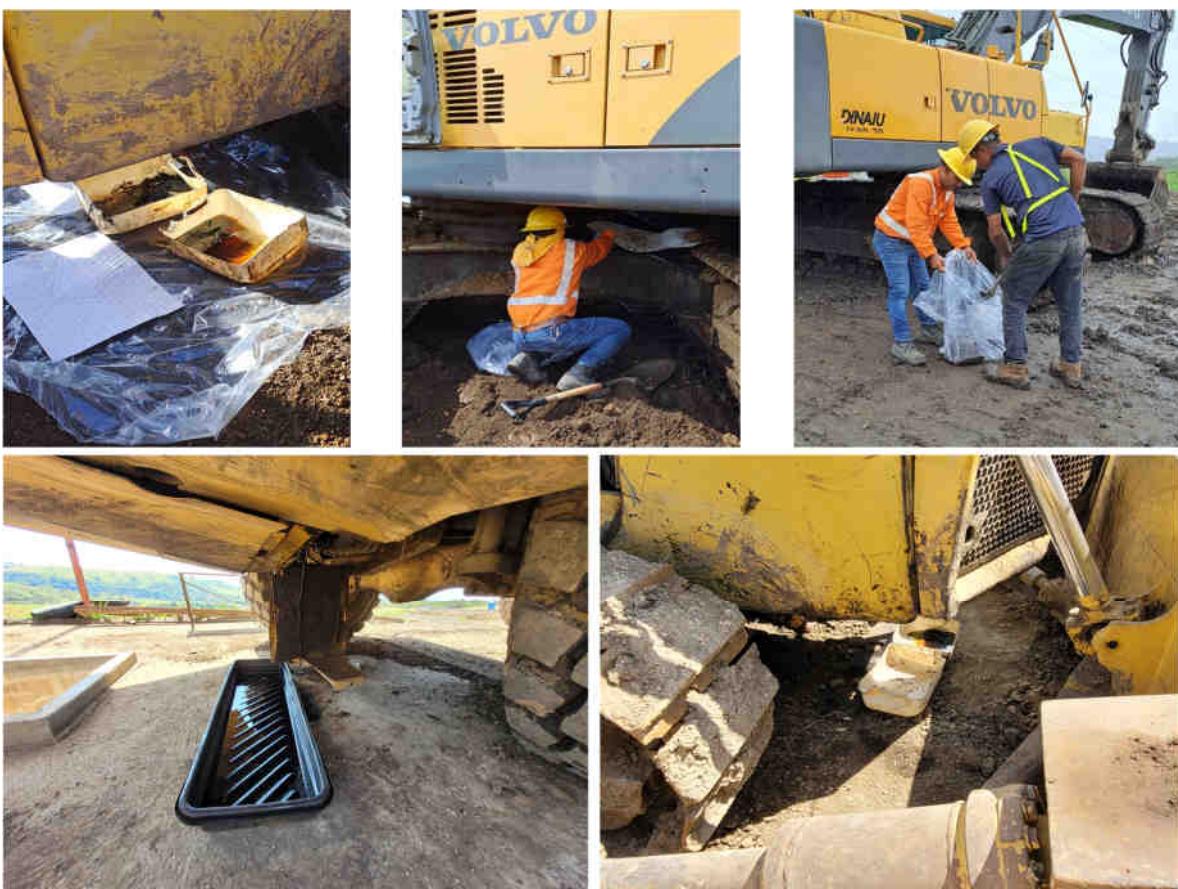
**Cuadro 2.** Registro de derrames y consumo de material de contención.

Descripción	Diciembre 2022	Enero 2023	Febrero 2023	Marzo 2023
<b>Registro de Derrames</b>				
Derrames registrados	2	2	0	7
Derrames atendidos	2	2	0	7
<b>Consumo Material de Contención</b>				
Tapetes Universales (unidades)	8	12	0	2
Tapetes Hidrofóbicos (unidades)	4	7	0	4
Calcetas Universales (unidades)	2	0	0	0
Calcetas Hidrofóbicas (unidades)	0	0	0	0
Granulado (Kg)	0	0	0	0
Bolsas (unidades)	2	0	0	0
Botellas (unidades)	1	0	0	0
Biorremediador (Litros)	0.5	0.5	0	400 mL

Fuente: Registros Ambientales PG Borinquén, marzo 2023.

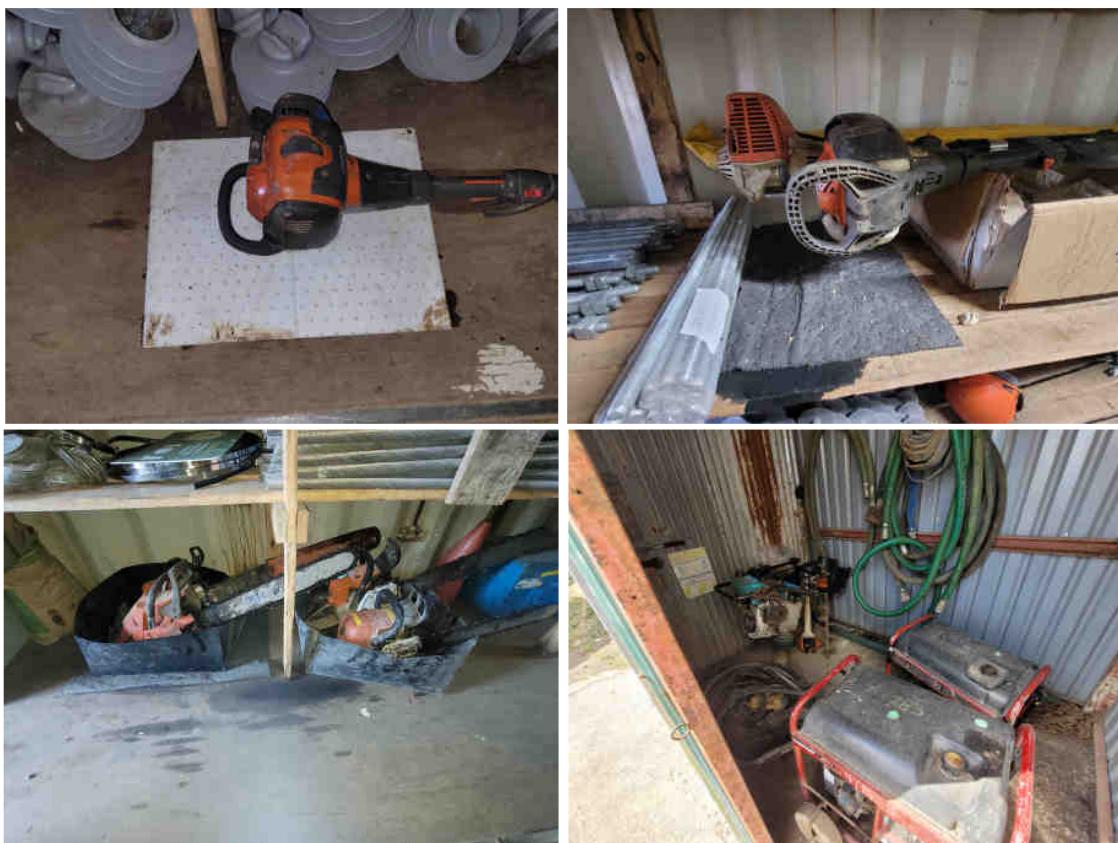
Con los datos del cuadro anterior se notifica que, en el presente cuatrimestre se han reportado 11 eventualidades por derrames generados en la maquinaria o equipos, los cuales fueron atendidos en cumplimiento del protocolo de contención institucional, para lo cual se dio el consumo de 37 tapetes, 2 calcetas, 2 bolsas para la disposición de los residuos generados, 1.4 Litros de organismos biorremediatores y 1 botella para la aplicación del biorremediador. Recalcar que, para el mes de febrero del 2023, no se reportan derrames de hidrocarburos generados de la maquinaria o equipos empleados en las labores diarias.

Las imágenes a continuación evidencian las acciones preventivas implementadas para la prevención y tratamiento de los derrames generados en los meses de diciembre del año 2022 a marzo del 2023.



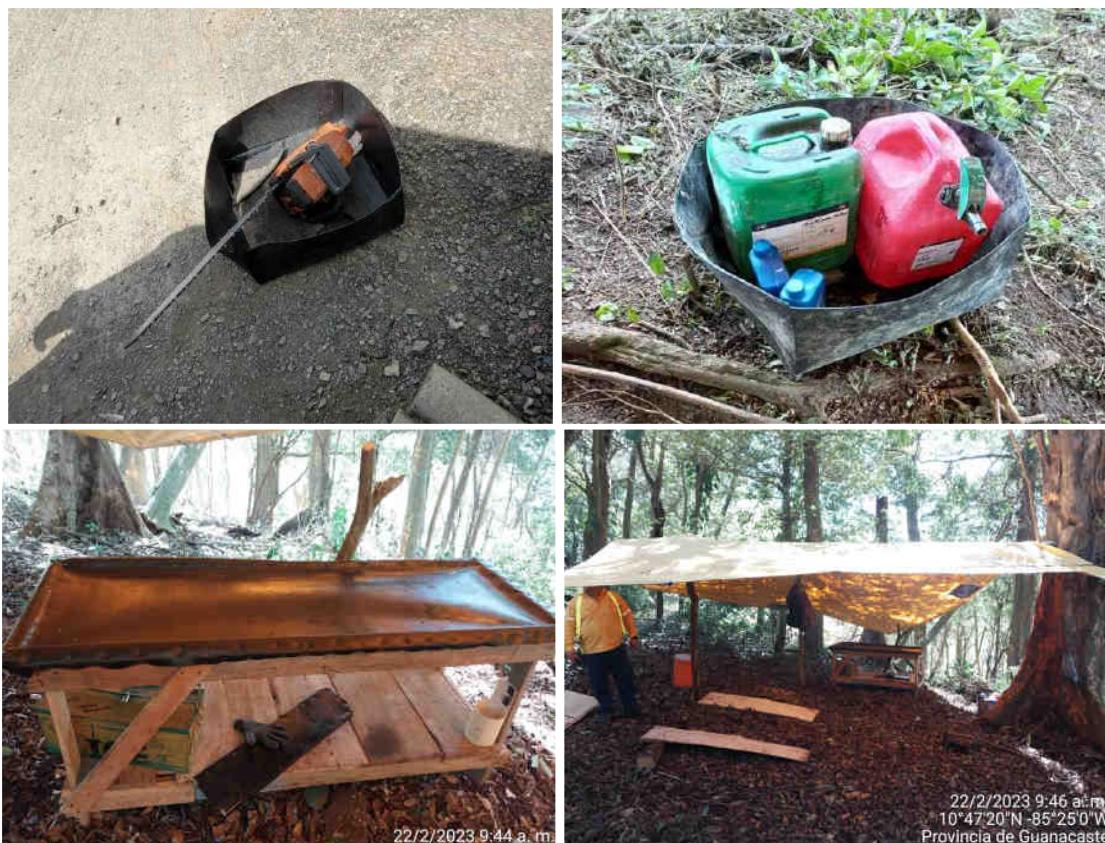
**Figura 33.** Acciones de atención de derrames de hidrocarburos.

Las imágenes a continuación representan la aplicación de acciones preventivas implementadas para contener posibles fugas de hidrocarburos de los equipos de combustión durante su almacenamiento.



**Figura 34.** Almacenaje preventivo de equipos de combustión.

En obra, el personal es responsable de prevenir la contaminación del medio durante el trasiego, traspase o almacenaje de sustancia en campo, así como del mantenimiento de los equipos de combustión requerido en las actividades. Las imágenes a continuación representan las acciones implementadas en obra:



**Figura 35.** Acciones preventivas implementadas en campo.

Se abastece de material de contención periódicamente, para la prevención y atención de derrames, de manera que siempre haya disponibilidad en sitio, según se muestra en las imágenes a continuación:



**Figura 36.** Disponibilidad de material absorbente para la contención en obra.

A los operadores de maquinaria se les brinda un kit de contención el cual deben portar en sus equipos para la atención de cualquier eventualidad por avería, o durante el abastecimiento de combustible. Se verifica durante las inspecciones periódicas su disponibilidad con los operadores de maquinaria MET y alquilados.



**Figura 37.** Asignación de material absorbente a la maquinaria.

Para el abastecimiento de combustible a los equipos y maquinaria, se emplea un dispensador automático, y un camión cisterna con dispensador, esto con la finalidad de emplear sistemas seguros tanto para el traslado como para el trasiego de los hidrocarburos en las áreas de trabajo. Las imágenes a continuación evidencian el método de abastecimiento implementado en el proyecto:



**Figura 38.** Dispositivos de abastecimiento de combustible a equipos y maquinaria.

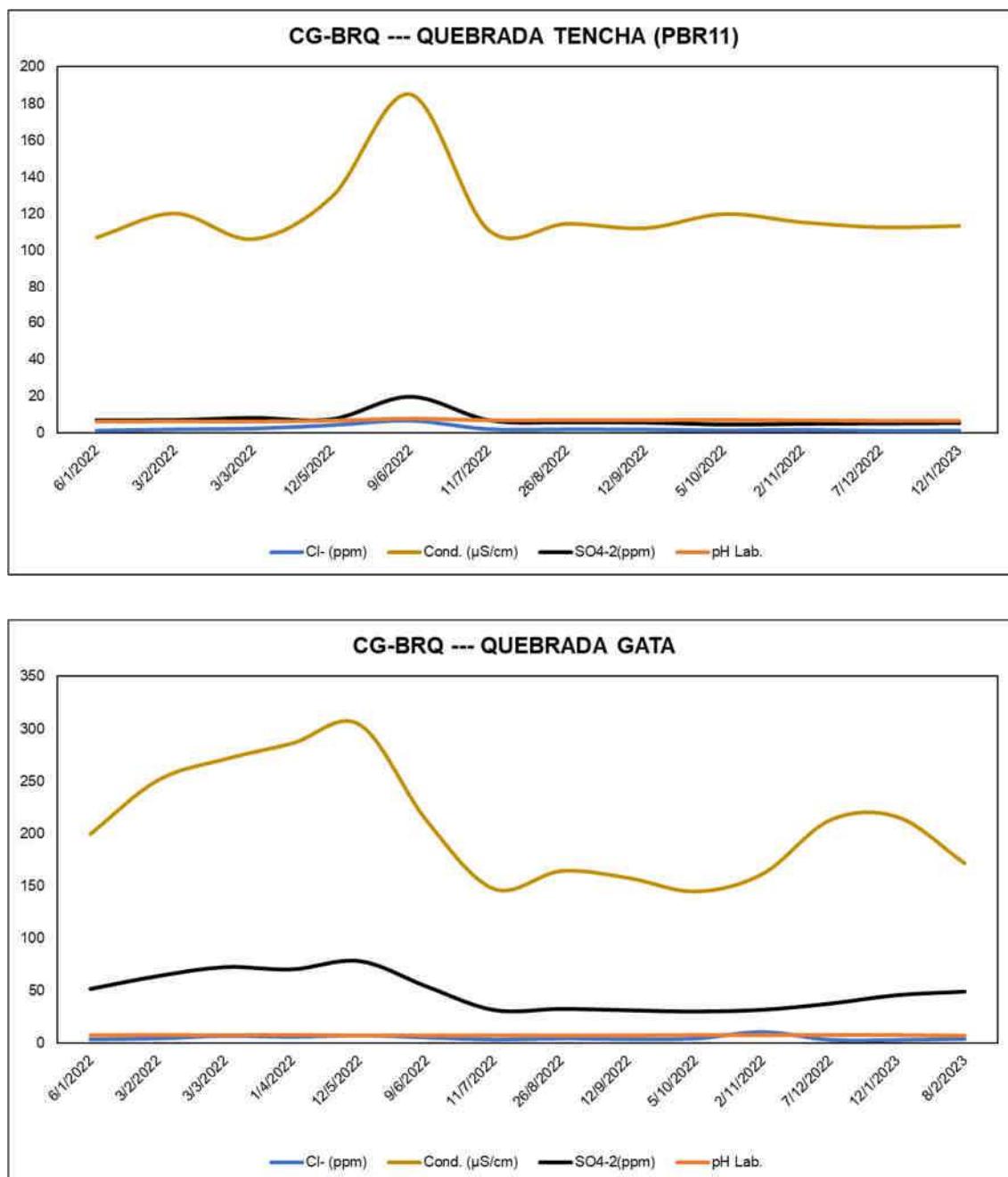
#### **Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos.**

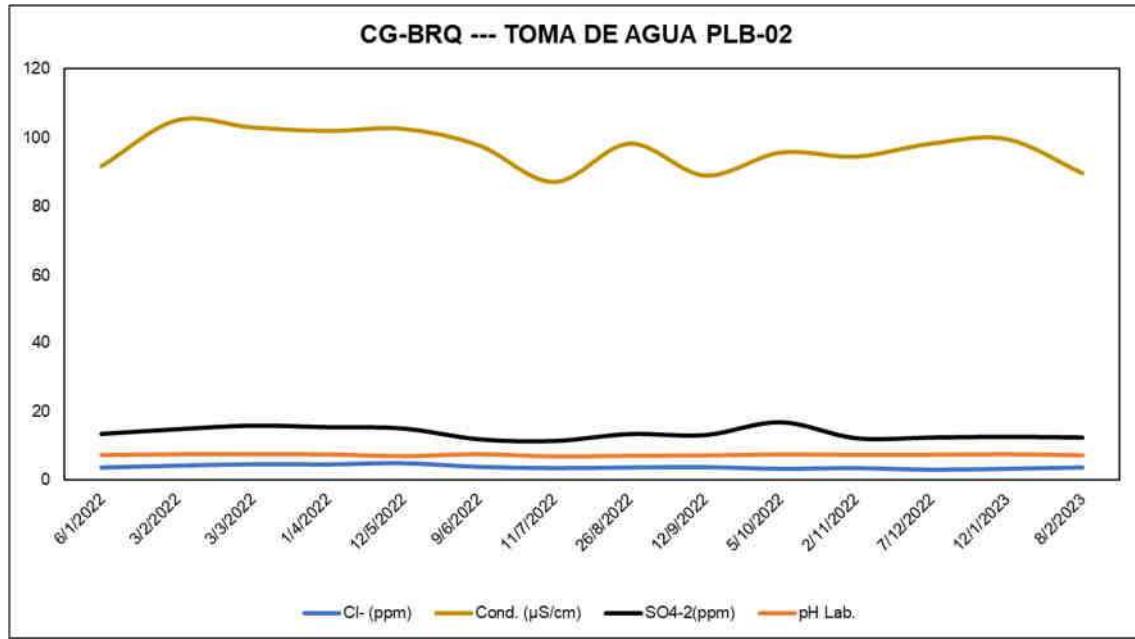
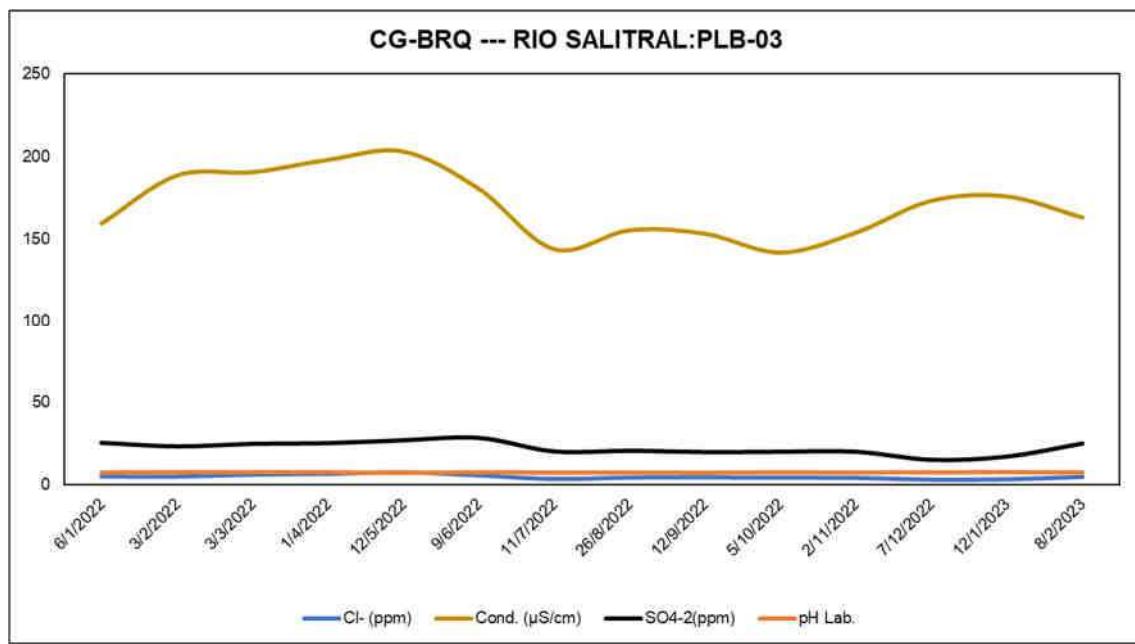
Todas las aguas provenientes de la perforación de pozos son enviadas a lagunas de sedimentación, las cuales, cuentan con sistemas que permiten su impermeabilización (Figura 39).

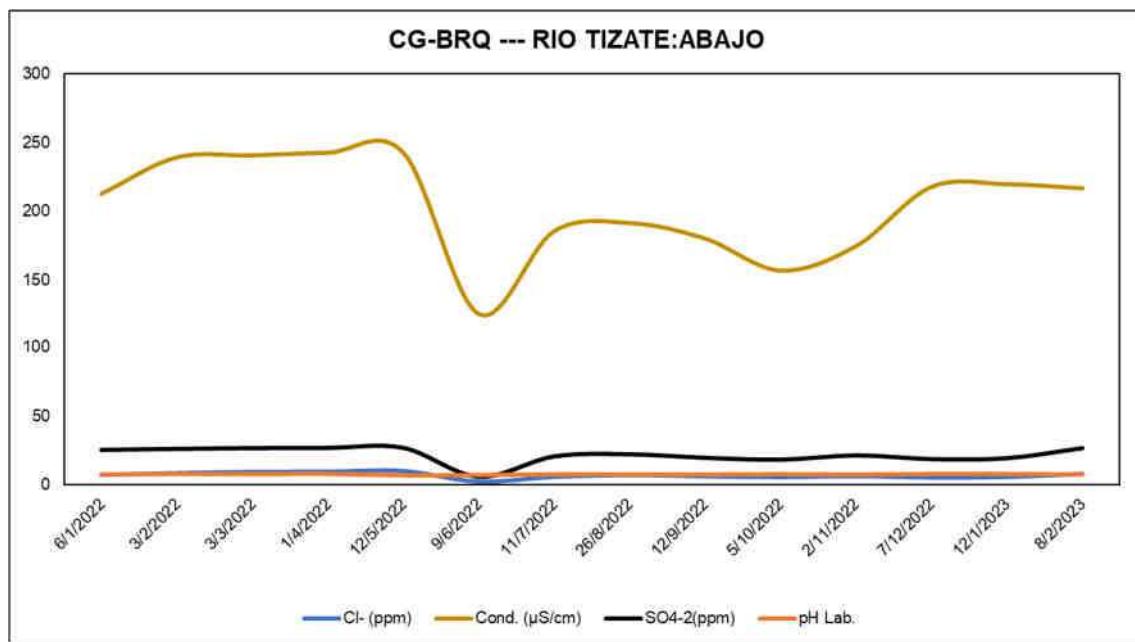


**Figura 39.** Lagunas impermeabilizadas en PLB-05.

Dentro del área del campo geotérmico se debe establecer un programa para el monitoreo de las aguas superficiales, esta medida se recomienda realizar al menos en los primeros cinco años de la etapa operación, sin embargo, desde la etapa de exploración se realizan monitoreos como información de línea base, además, como control ambiental ante posibles fugas en lagunas posterior a pruebas de pozos.







**Figura 40.** Registros de monitoreo de aguas superficiales

De acuerdo a la información suministrada anteriormente se evidencia que las aguas superficiales en el área de proyecto muestran valores fisicoquímicos de muy buena calidad, incluso no superan los límites del Decreto N°32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Cuadro 12). Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas no son utilizadas para consumo humano.

**Cuadro 12.** Parámetros de calidad de aguas para consumo humano.

Parámetro para aguas superficiales de consumo humano								
Parámetro	pH		Conductividad (µS/cm)		Cloruro - Cl- (mg/L)		Turbiedad (UNT)	
Reglamento 32327-S	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Valor	6.5	8.5	400	-----	25	250	<1	5 <sup>2</sup>

#### Medida MFPGB 15. Manejo y control de aguas servidas y aceites.

En el AP se desarrollan obras que permiten el manejo de aguas residuales y residuos líquidos contaminantes (hidrocarburos entre otros).

Las aguas residuales de servicios sanitarios son enviados a tanques sépticos (Figura 41).



**Figura 41.** Manejo de escorrentía de aguas.

En los sitios utilizados para almacenamiento de aceites y combustibles fueron ampliamente detallados en la medida MFPGB 13.

El personal de Perforación y mantenimiento es capacitado en manejo de residuos, según se informó en el IRA anterior.

Los residuos como aceites, lubricantes, combustibles, productos químicos, etc, son colocados en recipientes sellados y rotulados, y enviados a coprocesamiento, según se indicó en la medida MFPGB 13.

Los residuos líquidos son colocados en recipientes sellados, etiquetados adecuadamente y enviados para su tratamiento en sistemas de coprocesamiento, según se indicó en la medida MFPGB 13.

Asociado al grupo constructor del PG Borinquen, las aguas residuales servidas son generadas en pilas lavamanos y servicios sanitarios. Las aguas residuales de lavamanos se canalizan a un interceptor de grasa y sedimentos previo a su vertido. Las aguas generadas de servicios sanitarios se disponen mediante tanque y drenaje séptico. En las áreas de trabajo se han instalado casetas sanitarias contratadas con gestores externos que brindan el servicio de alquiler, las cuales deben cumplir con las normas de gestión y permisos de funcionamiento para el transporte y tratamiento de las aguas residuales recolectadas. Las imágenes a continuación muestran el manejo de las aguas servidas en las áreas del proyecto:



**Figura 42.** Manejo de las aguas residuales servidas.

En las áreas del proyecto se cuenta con un servicio sanitario ubicado en el área de instalaciones provisionales de obra civil, cuatro casetas sanitarias de las cuales dos están asignadas al grupo de líneas de distribución y dos se ubican en los trabajos civiles de la laguna N°5 y zona de movimiento de tierras. La trampa de grasas se ubica en la pila lavamanos al acceso de las instalaciones provisionales de obra civil.

### Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos.

El CSRG cuenta con Plan de Manejo de Residuos y un Centro de Transferencia de Residuos con permiso de funcionamiento sanitario N°88385 que cuenta con fecha de vencimiento en el año 2025 (Anexo 6).

En la Figura 43 se detallan evidencias fotográficas de despachos de residuos realizados en este periodo.



**Figura 43.** Manejo de residuos en Centro de Acopio del CSRG.

Los residuos generados por los grupos operativos son clasificados y almacenados de manera temporal en estaciones verdes o puntos de reciclaje como los ilustrados en la Figura 44, luego se envían al Centro de Acopio para su clasificación, pesaje y almacenamiento temporal antes de disponerlo para reutilizar, reciclar, valorizar o aprovechamiento energético.



**Figura 44.** Puntos de acopio temporal de residuos.

Los gestores de residuos están avalados ante el Ministerio de Salud y generan certificados que garantizan un tratamiento adecuado de los mismos (Anexo 7). Asociado al grupo constructivo del PG Borinqueñ, durante el periodo de diciembre del año 2022 a marzo de 2023 se generaron un total de 3241kg de residuos en el PG Borinqueñ, dichos residuos fueron trasladados hacia el Centro de Transferencia de Curubandé, donde son almacenados temporalmente para su posterior descarte mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud. En el Cuadro 13 se muestra el detalle de la generación de residuos.

**Cuadro 13.** Registro de generación de residuos por tipo.

Tipo de Residuo	Generación Mensual (Kg)			
	Diciembre 2022	Enero 2023	Febrero 2023	Marzo 2023
Residuos Ordinarios Reciclables	75	5	7	18
Residuos Ordinarios No Reciclables	125	20	28	135
Residuos Peligrosos	92	0	10	0
Residuos Especiales no valorizables	5	100	13	308
Madera	900	0	0	100
Metales	650	200	200	270
<b>Total (Kg):</b>	<b>3261 kg</b>			

**Fuente:** Registros Ambientales PG Borinqueñ, marzo 2023.

Basados en el cuadro anterior se puede indicar que del total de residuos generados el 88% recibieron un tratamiento o aprovechamiento por medio de gestores autorizados, y el restante 12% fueron residuos sin valor de aprovechamiento los cuales se gestionaron hacia un relleno sanitario, con gestores autorizados por el ministerio de salud.

El manejo de los residuos ordinarios en las áreas de trabajo se realiza mediante la asignación de recipientes que promuevan la recuperación de los residuos ordinarios valorables seleccionados de los no valorables. Los residuos especiales se gestionan mediante su acopio en apartos construidos en las instalaciones provisionales, y los residuos peligrosos se almacenan en una bodega impermeabilizada ubicada en el área de instalaciones provisionales del grupo de obra civil. Las imágenes a continuación muestran el manejo realizado a los residuos generados:



**Figura 45.** Manejo de los residuos en obra.

El proyecto cuenta con tres centros verdes para la recuperación de residuos ordinarios, dos apartos para almacenar residuos especiales generados por los grupos de líneas de distribución y obra civil, y un único espacio habilitado para almacenar los residuos peligrosos el cual cuenta con los requisitos y especificaciones para la contención en caso de una emergencia o eventualidad por derrame.

En campo se emplean recipientes y bolsas que permiten recolectar los residuos sólidos y realizar su traslado a las áreas de almacenamiento y clasificación para su correcta disposición final, la imagen a continuación evidencia las acciones aplicadas:



**Figura 46.** Manejo de los residuos en campo.

**Medida MFPGB 17. Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.**

Se cuenta con una bodega acondicionada para el almacenamiento de sustancias químicas e hidrocarburos, esta cuenta con cerramiento perimetral en malla y zinc, losa de concreto con bordillos de contención, y portón para restricción del acceso. La trampa se ubica en el área de instalaciones provisionales asignada al personal de obra civil.



**Figura 47.** Almacenamiento de productos químicos, obra civil.

Al grupo de líneas de distribución se les ha facilitado un gabinete anti-derrames el cual cuenta con bandeja de contención para 200L, con un diseño que permite proteger las sustancias de las condiciones climáticas adversas, para impedir el ingreso del agua de lluvia hacia su interior.



**Figura 48.** Almacenamiento de productos químicos, Líneas de Distribución.

#### **Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica.**

Basado en informe parcial de Corrosión Atmosférica N° USE-COR-2023-006 en Proyecto Geotérmico Borinquen, realizado por los investigadores Erika Saborío Leiva y Mario Vega León, del Centro de Investigación en Corrosión del Instituto Costarricense de Electricidad.

#### **Descripción del servicio**

Como parte del estudio de impacto ambiental que se llevó a cabo para el Proyecto Geotérmico Borinquen, se solicitó al Centro de Investigación en Corrosión (CICorr) la realización de un estudio de corrosión atmosférica que se está llevando a cabo en la zona. La ubicación de dicha región es en el distrito de Cañas Dulces, el cual pertenece al cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste; cabe mencionar que se encuentra en las cercanías del parque nacional Rincón de la Vieja, convirtiéndola en una zona muy sensible para cualquier obra que se quiera efectuar y, por esta razón, la gran importancia del estudio de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.

Para dicho estudio, se instalaron dos estaciones; la primera se encuentra ubicada en Plataforma 5 (PGB-05) y la segunda en las cercanías de la Plataforma 2 (PGB-02), ambas cuentan con recolectores de contaminantes y exposición de placas de

acero al carbono (instaladas en el segundo semestre del año 2018); además, se dispone de estaciones meteorológicas, al lado de cada estación de corrosión atmosférica para obtener los datos que se requieran (Figura 49). El objetivo de dicho estudio es establecer la clasificación a la que pertenece dicha atmósfera desde el punto de vista de corrosión. El estudio se inició en el mes de mayo del 2012.



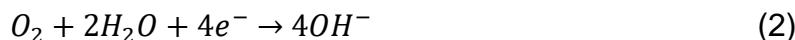
**Figura 49.** Estación de monitoreo de corrosión en PLB-05.

### **Corrosión atmosférica**

Se entiende por corrosión atmosférica el deterioro que sufren los materiales metálicos cuando se encuentran en contacto con el aire a temperatura ambiente.

Debido a la gran cantidad de metal expuesto a la atmósfera, se estima que alrededor del 50 % de las pérdidas económicas totales por corrosión, se producen como consecuencia de fenómenos de corrosión atmosférica. (Otero Huerta, 2001).

La corrosión atmosférica posee un mecanismo de naturaleza electroquímica y consiste en una reacción anódica (ver ecuación 1) y una reacción catódica (ver ecuación 2):



Dado el mecanismo anterior, existen distintos factores que influyen en la velocidad de corrosión atmosférica, como el espesor de película húmeda o la contaminación atmosférica. Para el caso del espesor de película húmeda según (Otero Huerta, 2001) a medida que crece el espesor de película, la velocidad de corrosión aumenta, hasta alcanzar un máximo de 100  $\mu\text{m}$  de espesor; luego para espesores superiores

a 1 mm son considerados como condiciones de inmersión y por ende la velocidad de corrosión se estabiliza. Por otra parte, los contaminantes son los otros factores influyentes en la velocidad de corrosión; según (Otero Huerta, 2001) los de mayor influencia en la cinética de corrosión de metales en contacto con la atmósfera son el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y el Cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).

En estudios de corrosión atmosférica es de vital importancia el monitoreo de los contaminantes en la atmósfera y de variables meteorológicas como la humedad relativa (HR) y la temperatura (T). Para dicho monitoreo se pueden seguir metodologías determinadas por normas internacionales, y que sirven para establecer categorías del nivel de corrosividad de la atmósfera. Se pueden encontrar dos métodos los cuales se detallan en las normas ISO 9226:2012 y en la ISO 9225:2012.

Para la categorización de la atmósfera, según los niveles de corrosividad, se hace uso de normas como la ISO 9223-2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation*; la que establece 5 niveles de corrosividad, según se detalla en Cuadro 14, Cuadro 15 y Cuadro 16.

**Cuadro 14.** Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión.

Categoría	Corrosividad
C1	Muy baja
C2	Baja
C3	Medio
C4	Alta
C5	Muy alta
CX	Extremo

Fuente: (ISO 9223:2012).

**Cuadro 15.** Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro.

Tasa depositión ( $\text{mg}/\text{m}^2 \text{d}$ )	Nivel de corrosividad		Tasa depositión ( $\text{mg}/\text{m}^2 \text{d}$ )
	Sulfuro ( $\text{SO}_2$ )	Cloruro ( $\text{Cl}^-$ )	
$P_d \leq 4$	$P_0$ Atmosfera Rural	$S_0$	$S_d \leq 3$
$4 < P_d \leq 24$	$P_1$ Atmosfera Urbana	$S_1$	$3 < S_d \leq 60$
$24 < P_d \leq 80$	$P_2$ Atmosfera Industrial	$S_2$	$60 < S_d \leq 300$
$80 < P_d \leq 200$	$P_3$ Atmosfera Industrial muy contaminada	$S_3$	$300 < S_d \leq 1500$

Fuente: (ISO 9223:2012).

**Cuadro 16.** Tasas de corrosión para el primer año de exposición.

Categoría de corrosividad	Tasa corrosión ( $\mu\text{m/año}$ )
	Acero al carbono
C1	$\leq 1,3$
C2	$1,3 < \text{rcorr} \leq 25$
C3	$25 < \text{rcorr} \leq 50$
C4	$50 < \text{rcorr} \leq 80$
C5	$80 < \text{rcorr} \leq 200$
CX	$200 < \text{rcorr} \leq 700$

Fuente: (ISO 9223:2012).

### Metodología

Se siguió la metodología de las normas de referencia, ISO 9225:2012 e ISO 9226:2012, que establecen los métodos para clasificar la corrosividad de la atmósfera. A continuación, se describen cada uno de los métodos:

El método A, se establece en la ISO 9226:2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity*; el cual consiste en la exposición de placas metálicas que permiten determinar la velocidad de corrosión, mediante la medición de pérdida de masa de los mismos y así clasificar la corrosividad atmosférica.

En tanto el método B se describe en la ISO 9225:2012 *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres*; donde se establecen las pautas para la medición de contaminantes atmosféricos, tales como el dióxido de azufre mediante la técnica de tasa de deposición en cilindros recubiertos con óxido de plomo IV y para los cloruros la determinación se realiza por medio de la candela húmeda, además de datos meteorológicos como temperatura y humedad relativa, con los cuales se obtiene el tiempo de humectación (TDH). Una vez reunidos estos datos, se establece la clasificación a la que pertenece dicha zona, mediante la norma ISO 9223-2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation*.

Para el presente informe, se incorporan nuevos datos tanto del método A como del B.

## Resultados

### Método A

Los resultados de este método se incluyen de manera informativa, dado que ya no se obtendrán nuevos datos de este método, porque estaba planificado para 2 años, que concluyeron en 2021.

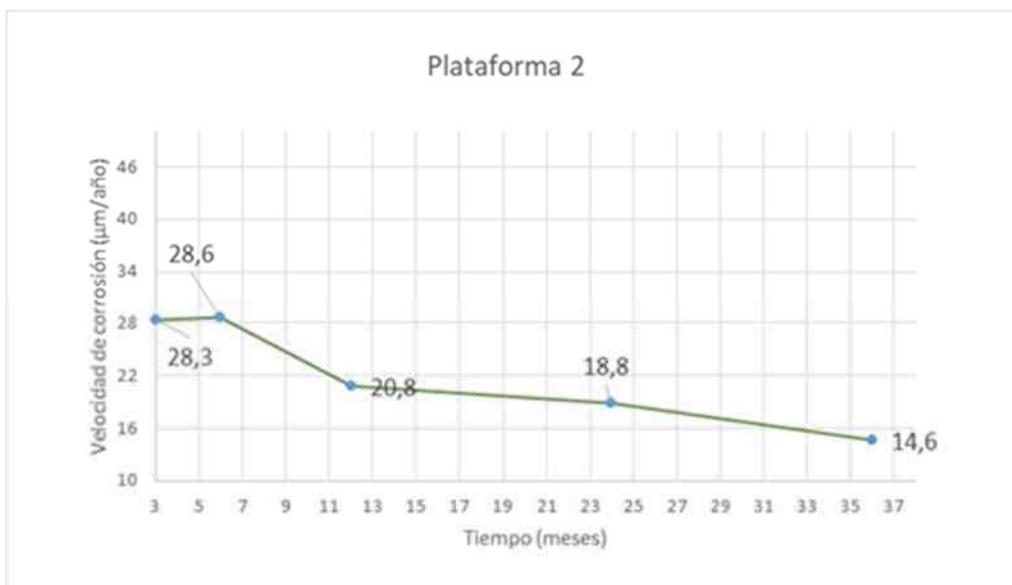
En el Cuadro 14 se presenta la velocidad de corrosión atmosférica, según el método gravimétrico, para cada estación. En las Figura 50 y Figura 51, se muestran dichos resultados, donde se aprecia gráficamente de la variación de la velocidad de corrosión en el tiempo (3, 6, 12 y 24 meses).

**Cuadro 17.** Grado de corrosión de las estaciones, por método gravimétrico.

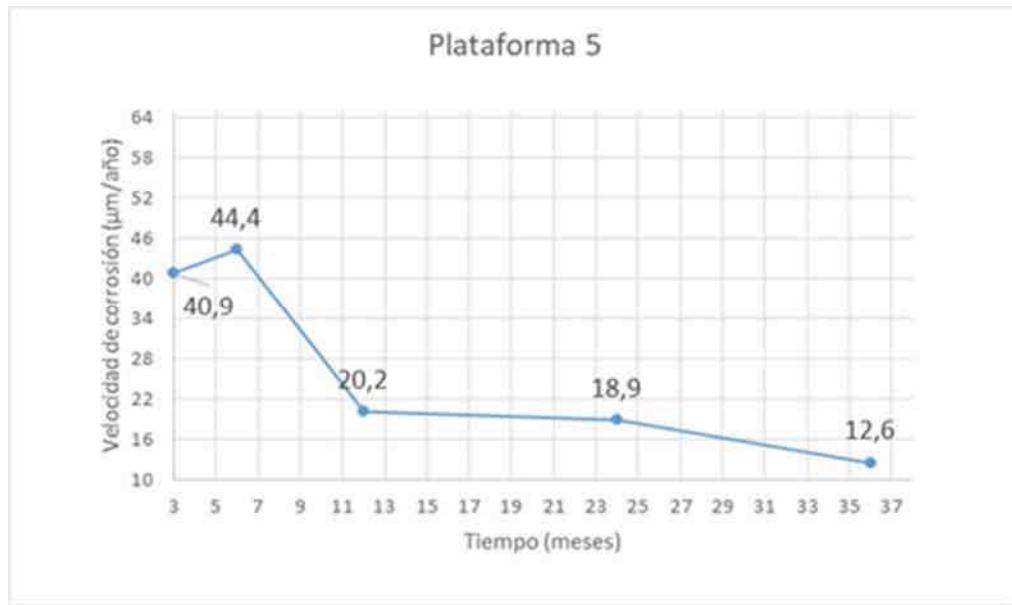
Estación	Tiempo de exposición	Velocidad de corrosión <sup>1</sup> (mm/año)	Velocidad de corrosión <sup>1</sup> (μm/año)	Categoría de corrosividad <sup>2</sup>
Plataforma 2	3 meses	0,0283	28,3	C3
Plataforma 5		0,0409	40,9	
Plataforma 2	6 meses	0,0287	28,6	C3
Plataforma 5		0,0444	44,4	
Plataforma 2	12 meses	0,0208	20,8	C2
Plataforma 5		0,0202	20,2	
Plataforma 2	24 meses	0,0188	18,8	C2
Plataforma 5		0,0189	18,9	
Plataforma 2	36 meses	0,0146	14,6	C2
Plataforma 5		0,0126	12,6	

<sup>1</sup>Corresponde al promedio de velocidad de corrosión de tres placas recolectadas.

<sup>2</sup>Clasificación de acuerdo a ISO 9223:2012.



**Figura 50.** Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 2.



**Figura 51.** Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 5.

Al observar la tendencia de las curvas de las figuras anteriores, se encuentra que ambas inician con una tasa de corrosión que aumenta en los primeros 6

meses, pudiendo clasificarse como nivel C3, pero a partir del sexto mes, experimentan una clara disminución, la cual tiende a estabilizarse a partir del mes 12, y continúa disminuyendo a los 24 y 36 meses, manteniéndose desde el mes 12 en la clasificación de ambiente C2., correspondiente a una tasa de corrosión baja.

Este comportamiento es esperado debido al carácter semiprotector de los productos de corrosión del acero, y se logra concluir de este estudio que la categoría de corrosividad para la zona de Borinquen, en los sitios estudiados plataforma 2 y 5, y según el método A de la norma ISO 9226:2012, es la correspondiente a un ambiente C2.

## Método B

En el Cuadro 18 y Cuadro 19, se muestran las velocidades de deposición de dióxido de azufre, en tanto en el Cuadro 20 y

Cuadro 21, se muestran las tasas de deposición de cloruros en la zona de Borinquen, mientras que las clasificaciones respectivas se muestran en el Cuadro 22 y Cuadro 23.

**Cuadro 18.** Tasa de deposición dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en la plazoleta PLB-02.

Fecha de recolección	Tasa deposición (mg /m <sup>2</sup> d)
04/03/2019	1,3
09/04/2019	5,1
07/05/2019	1,3
01/06/2019	99
02/07/2019	1,3
24/09/2019	1,9
28/10/2019	5,0
03/12/2019	2,6
19/04/2020	2,9
18/06/2020	NA
09/12/2020	3.2
07/01/2021	5.5
23/02/2021	3.6
25/03/2021	5,2
25/05/2021	2,7
25/06/2021	5,5

<b>22/07/2021</b>	9,5
<b>01/09/2021</b>	6,6
<b>11/11/2021</b>	2,2
<b>13/01/2022</b>	2,5
<b>14/05/2022</b>	1,3
<b>09/06/2022</b>	6,0
<b>16/08/2022</b>	2,3
<b>29/09/2022</b>	3,5
<b>15/11/2022</b>	3,3
<b>19/01/2023</b>	2,5

**Cuadro 19.** Tasa de deposición dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en la plazoleta PLB-05.

<b>Fecha de recolección</b>	<b>Tasa deposición (mg /m<sup>2</sup> d)</b>
<b>04/03/2019</b>	1,4
<b>09/04/2019</b>	0,8
<b>07/05/2019</b>	1,3
<b>01/06/2019</b>	1,6
<b>02/07/2019</b>	1,3
<b>24/09/2019</b>	2,0
<b>28/10/2019</b>	3,5
<b>03/12/2019</b>	2,6
<b>19/04/2020</b>	3
<b>18/06/2020</b>	2,8
<b>09/12/2020</b>	3,2
<b>07/01/2021</b>	5,6
<b>23/02/2021</b>	4,5
<b>25/03/2021</b>	5,3
<b>25/05/2021</b>	2,5
<b>25/06/2021</b>	5,2
<b>22/07/2021</b>	6,9
<b>01/09/2021</b>	3,9
<b>11/11/2021</b>	2,3
<b>13/01/2022</b>	2,5
<b>14/05/2022</b>	1,3
<b>09/06/2022</b>	6,0
<b>16/08/2022</b>	2,3
<b>29/09/2022</b>	3,7
<b>15/11/2022</b>	3,5
<b>19/01/2023</b>	2,6

**Cuadro 20.** Tasa de deposición Cloruro (Cl-) en la plazoleta PLB-02.

<b>Fecha de recolección</b>	<b>Tasa deposición (mg /m<sup>2</sup> d)</b>
04/03/2019	0,002
09/04/2019	0,002
07/05/2019	0,0001
01/06/2019	0,009
02/07/2019	0,001
24/09/2019	0,006
28/10/2019	0,002
03/12/2019	0,002
19/04/2020	0,001
18/06/2020	0,012
09/12/2020	0,003
07/01/2021	0,006
23/02/2021	0,006
25/03/2021	0,007
25/05/2021	0,005
25/06/2021	0,112
22/07/2021	0,018
01/09/2021	0,017
11/11/2021	0,042
13/01/2022	0,031
14/05/2022	0,003
09/06/2022	0,018
16/08/2022	0,008
29/09/2022	0,019
15/11/2022	0
19/01/2023	0,002

**Cuadro 21.** Tasa de deposición Cloruro (Cl-) en la plazoleta PLB-05.

<b>Fecha de recolección</b>	<b>Tasa deposición (mg /m<sup>2</sup> d)</b>
04/03/2019	0,002
09/04/2019	0,0001
07/05/2019	0,001
01/06/2019	0,005
02/07/2019	0,001
24/09/2019	0,008
28/10/2019	0,005
03/12/2019	0,002
19/04/2020	0,002
18/06/2020	0,013
09/12/2020	0,006
07/01/2021	0,005

<b>23/02/2021</b>	0,004
<b>25/03/2021</b>	0,009
<b>25/05/2021</b>	0,005
<b>25/06/2021</b>	0,108
<b>22/07/2021</b>	0,011
<b>01/09/2021</b>	0,010
<b>11/11/2021</b>	0,008
<b>13/01/2022</b>	0,007
<b>14/05/2022</b>	0,004
<b>09/06/2022</b>	0,018
<b>16/08/2022</b>	0,007
<b>29/09/2022</b>	0,002
<b>15/11/2022</b>	0,002
<b>19/01/2023</b>	0,004

**Cuadro 22.** Clasificación de acuerdo a tasa de deposición en la plazoleta PLB-02.

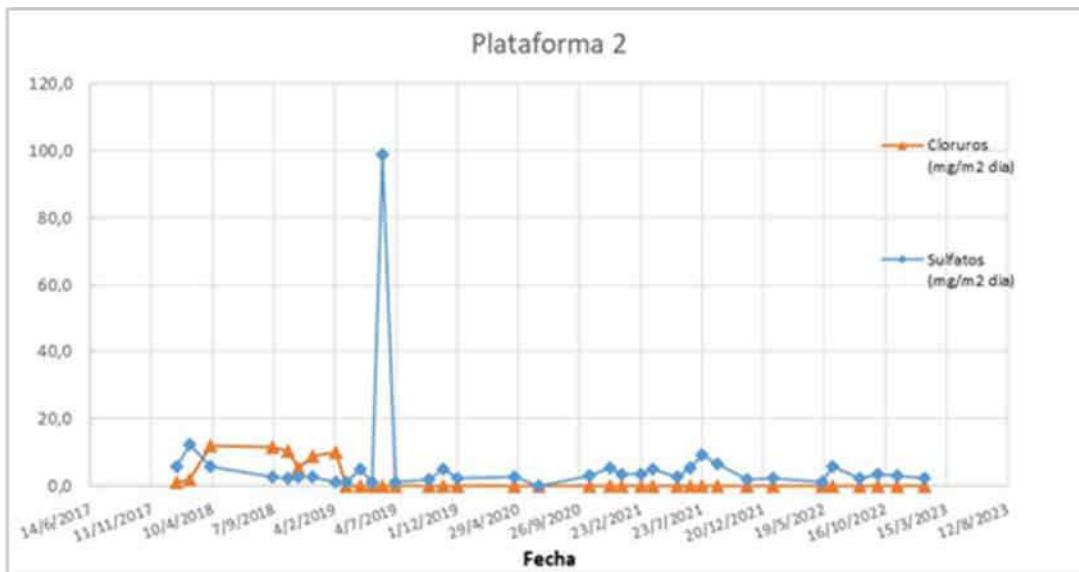
Fecha de recolección	Clasificación de acuerdo a ISO 9223:2012	
	SO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>
<b>04/03/2019</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>09/04/2019</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>07/05/2019</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>01/06/2019</b>	P <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>
<b>02/07/2019</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>24/09/2019</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>28/10/2019</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>03/12/2019</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>19/04/2020</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>18/06/2020</b>	NA	S <sub>0</sub>
<b>09/12/2020</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>07/01/2021</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>23/02/2021</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>25/03/2021</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>25/05/2021</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>25/06/2021</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>22/07/2021</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>01/09/2021</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>11/11/2021</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>13/01/2022</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>14/05/2022</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>09/06/2022</b>	P <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
<b>16/08/2022</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>29/09/2022</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
<b>15/11/2022</b>	P <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>

<b>19/01/2023</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
-------------------	----------------------	----------------------

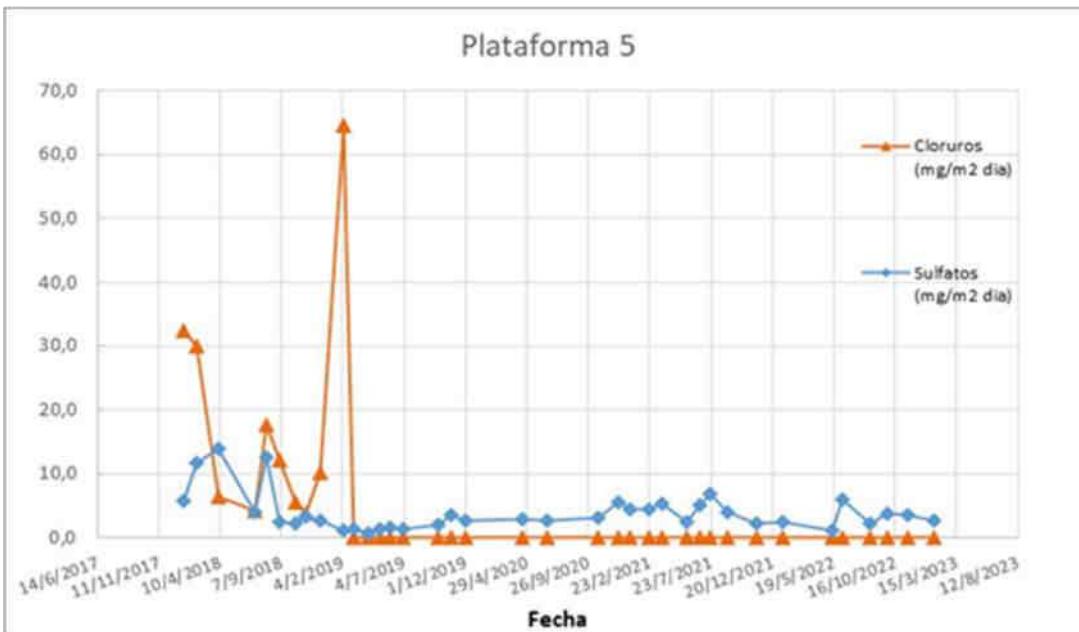
**Cuadro 23.** Clasificación de acuerdo a tasa de deposición en la plazoleta PLB-05.

<b>Fecha de recolección</b>	<b>Clasificación de acuerdo a ISO 9223:2012</b>	
	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>
<b>04/03/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>09/04/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>07/05/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>01/06/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>02/07/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>24/09/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>28/10/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>03/12/2019</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>19/04/2020</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>18/06/2020</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>09/12/2020</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>07/01/2021</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>23/02/2021</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>25/03/2021</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>25/05/2021</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>25/06/2021</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>22/07/2021</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>01/09/2021</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>11/11/2021</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>13/01/2022</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>14/05/2022</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>09/06/2022</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>16/08/2022</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>29/09/2022</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>15/11/2022</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>19/01/2023</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>

Por otra parte, en las Figura 52 y Figura 53, muestra un histórico, a partir de enero 2018, de las tasas de deposición de cloruros y sulfuros para las estaciones Plataforma 2 y Plataforma 5.

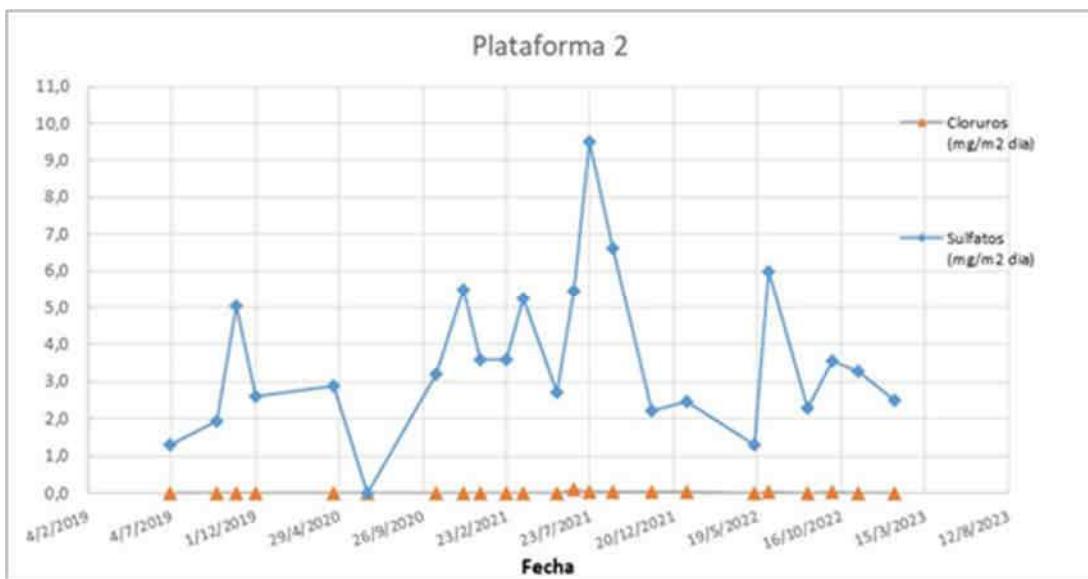


**Figura 52.** Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2.

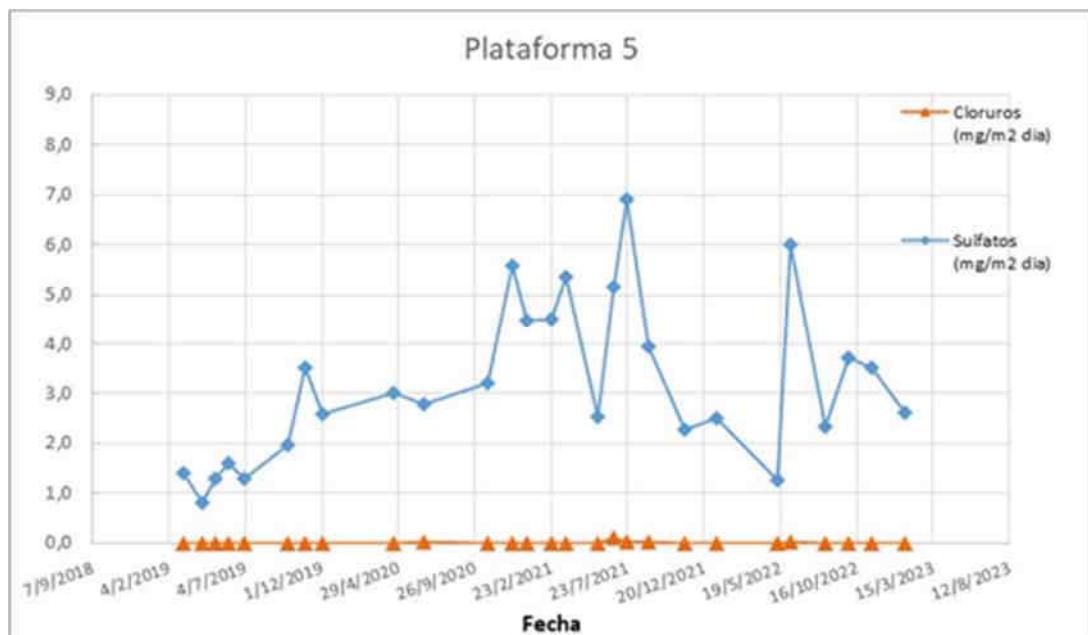


**Figura 53.** Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5.

En la Figura 54 y Figura 55, se muestra un detalle de los gráficos de las figuras 1 y 2, con los datos de los últimos 3 años de las tasas de deposición de cloruros y sulfuros para las estaciones Plataforma 2 y Plataforma 5.



**Figura 54.** Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2, con datos de los últimos 3 años.



**Figura 55.** Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5, con datos de los últimos 3 años.

## Conclusiones y recomendaciones

Según los resultados obtenidos del método A de la norma ISO 9226:2012, se logra concluir de este estudio que la categoría de corrosividad para la zona de Borinquen, en los sitios estudiados Plataforma 2 y 5, es la correspondiente a un ambiente C2.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el método B, en el período de medición y la norma de referencia, ISO 9223:2012; la clasificación de la tasa de dióxido de azufre P0 y de cloruros S0, corresponden a un ambiente rural.

Con respecto al periodo evaluado anteriormente no se registra ninguna variación en ninguno de los contaminantes atmosféricos ni en la clasificación correspondiente al ambiente.

## Bibliografía

International Organization for standardization. (2012). *Corrosion of Metal and Alloys- Corrosivity of atmospheres- Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity (ISO 9226:2012(E))*. Geneva - Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2012). *Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation (ISO 9223:2012(E))*. Geneva - Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2012). *Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres (ISO 9225:2012(E))*. Geneva - Switzerland: ISO.

Otero Huerta, E. (2001). *Corrosión y degradación de los materiales*. Madrid: Síntesis SA.

## Medida MFPGB 19. Uso de materiales o pinturas anticorrosivas.

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.

## Medida MFPGB 20. Red sismológica de monitoreo.

Basado en la nota técnica sobre actividad sísmica y volcánica en los alrededores de los proyectos geotérmicos Borinquen y Pailas, desde el 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023. Realizado por Geól. Waldo Taylor Castillo y Geóloga Henriette Bakkar Hindeleh. Centro de Servicio Exploración Subterránea, Área de Amenazas y Auscultación Sismológica y Volcánica.

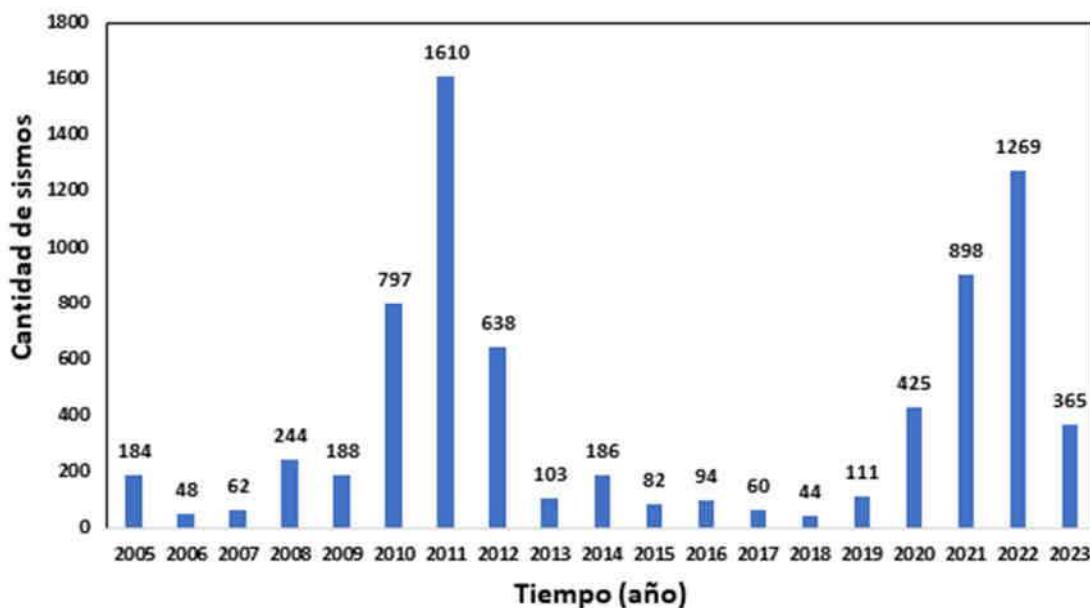
## Introducción

El Área de Gestión Socioambiental del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos, le solicita informes cuatrimestrales del comportamiento de la sismicidad en los campos geotérmicos de Borinquen y Pailas, al grupo de Geociencias, del proceso de Ingeniería y Construcción, como parte de los Informes de Regencia Ambiental.

Para el caso de los proyectos geotérmicos de Borinquen y Pailas se realizó un monitoreo sismológico preliminar en el 2002, pero no fue sino hasta mediados del 2004, que se logró instalar la red sismológica permanente, la cual permite la detección de los microsismos, con epicentros dentro del reservorio geotérmico, y en las fallas tectónicas locales.

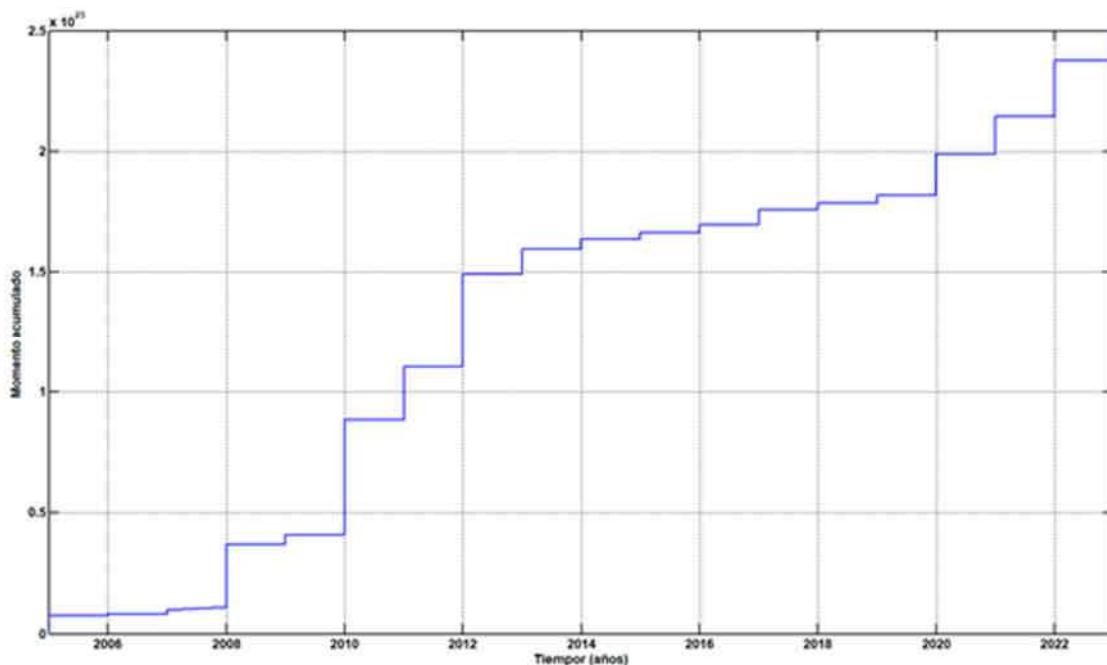
## Sismicidad 2005-marzo 2023

En la Figura 56 se muestran las estadísticas de la cantidad de sismos registradas durante el periodo de 2005-2023. La mayor parte de estos sismos, son imperceptibles por la población debido a su naturaleza y baja magnitud, y son detectables únicamente con la instrumentación sismológica.



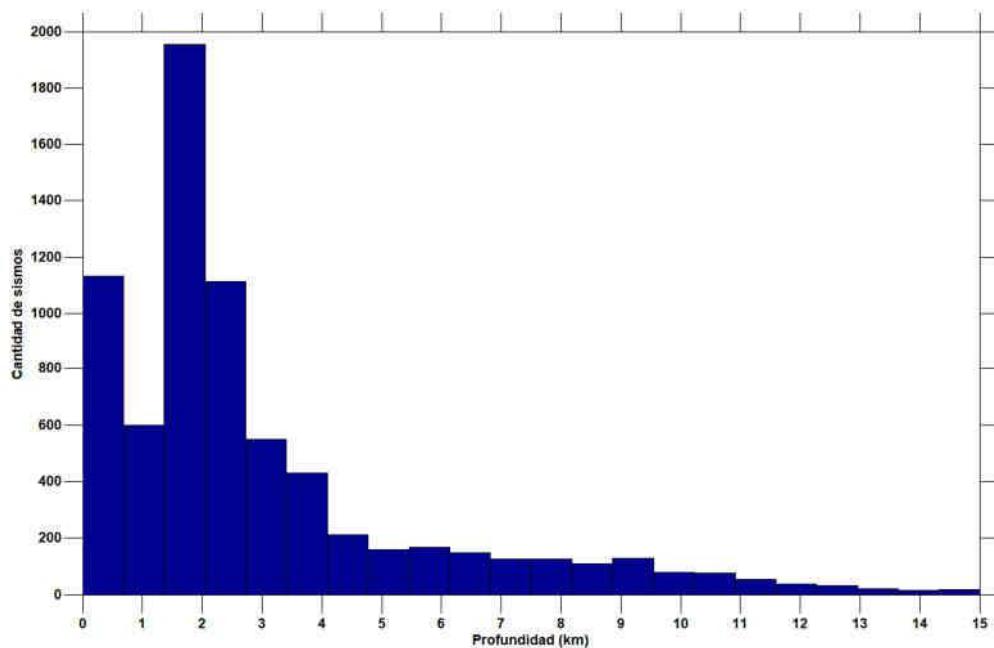
**Figura 56.** Sismicidad superficial (< 25 km de profundidad) semestral en los alrededores de los Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde 1996 al 21 de marzo del 2023.

Se han podido localizar 7408 sismos desde 2005 hasta el 21 de marzo del 2023, y se identifican claramente dos periodos de alta sismicidad. El primero se presentó durante los años 2008-2012, mientras que el segundo se inició a partir de noviembre del 2020, tal y como se puede ver en la Figura 56. En la Figura 57 se muestra el momento sísmico acumulado, que está relacionado con energía, y al comparar los dos períodos, se aprecia claramente que la mayor cantidad de energía fue liberada en el primer período (2008-2012) en escalones, lo que significa que estuvo asociado con enjambres sísmicos. De igual forma, el segundo período (noviembre de 2020 hasta la actualidad), se observan los escalones del cambio de energía producto de los constantes enjambres sísmicos sostenidos en el tiempo.

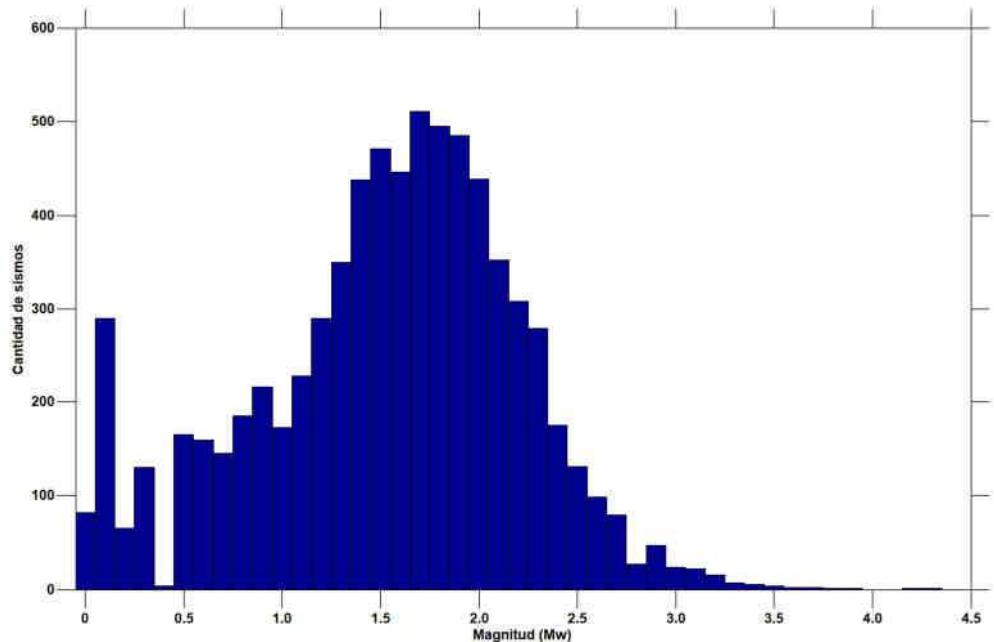


**Figura 57.** Número acumulado de sismos en los alrededores de Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde 1996 al 21 de marzo del 2023.

Esta sismicidad es mayoritariamente superficial (< 15 km) y de baja magnitud momento<sup>1</sup> ( $\leq 3$  Mw) como se ilustra en las figuras



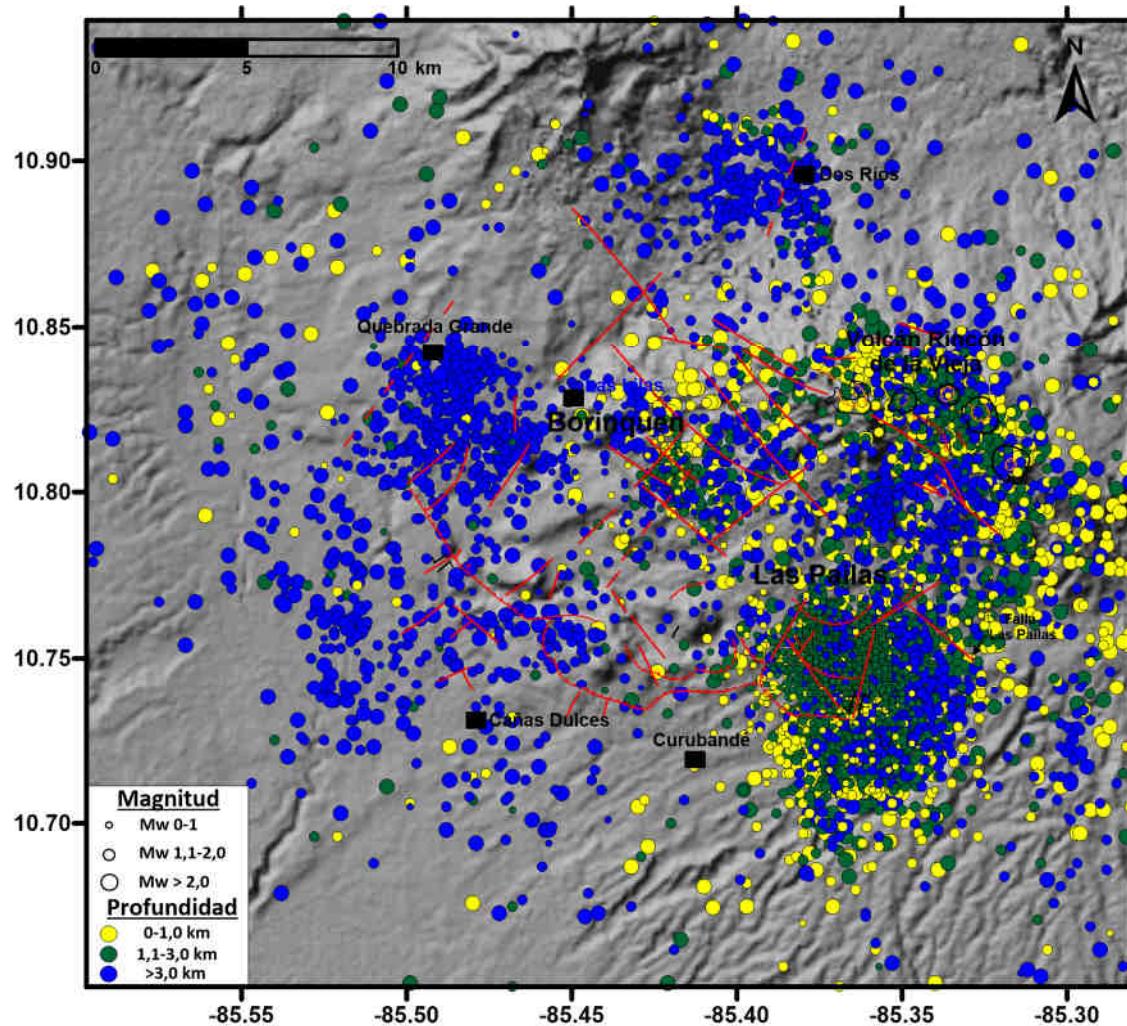
**Figura 58.** Distribución de la profundidad de los sismos durante el periodo de 2005 al 21 de marzo del 2023 en los alrededores de Pailas y Borinquen.



**Figura 59.** Distribución de la magnitud (MW) durante el periodo de 2005 al 21 de marzo del 2023 en los alrededores de Pailas y Borinquen.

Los microsismos pueden estar relacionados a: 1) un origen tectónico (por fallamiento local), 2) volcánico (relacionado a dinámica del Rincón de la Vieja, un volcán activo, y 3) por actividades antropogénicas.

La Figura 60 muestra la distribución espacial de la sismicidad, y en términos generales se aprecia que es un área sísmicamente muy activa, donde hay que destacar la sismicidad en las cercanías de Las Pailas y Borinqueñ, seguido por la sismicidad volcanotectónica asociada al volcán Rincón de la Vieja, que se ubica al norte de Pailas.



**Figura 60.** Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinqueñ durante 2005 al 21 de marzo del

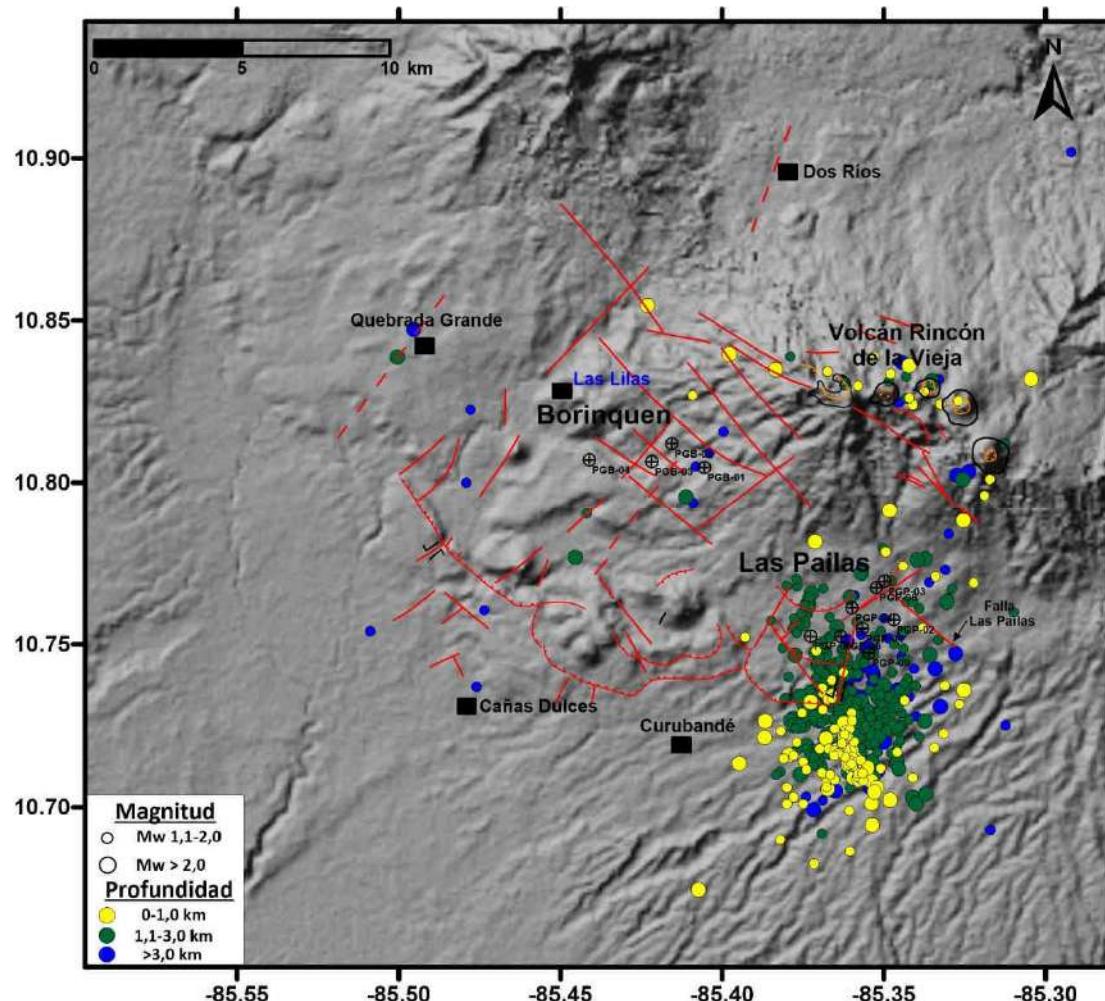
2023. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo.

También se aprecia que, la sismicidad es más somera en Pailas (< 2 km) en comparación con la actividad sísmica en los alrededores de Borinqueñ (4- 6 km), y Quebrada Grande (6-10 km). Además, en los alrededores del proyecto geotérmico Borinqueñ, la sismicidad es de menor magnitud, y la distribución espacial parece indicar un patrón radial en cuanto a la ubicación de los pozos (Figura 60).

## Resultados

### 2.1. Microsismicidad para el periodo del 21 de julio al 21 de noviembre del 2022

En el periodo de análisis, se localizaron 522 microsismos tectónicos y volcanotectónicos dentro del área de estudio (alrededores de Las Pailas, Borinqueñ y el cráter Activo del volcán Rincón de la Vieja), muy superior a lo registrado en los dos cuatrimestres anteriores (320 y 329 microsismos), lo que evidencia que la actividad ha aumentado. La distribución espacial de los sismos se muestra en la (Figura 61).

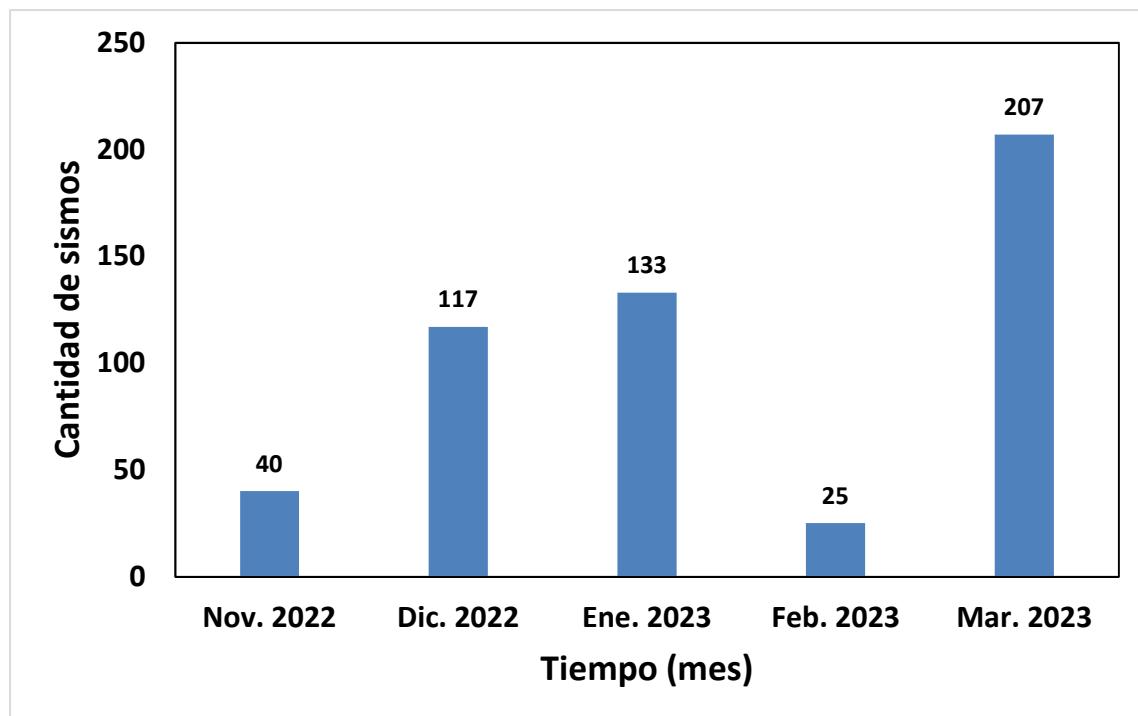


**Figura 61.** Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen durante 2005 al 21 de marzo del 2023. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo.

También se aprecia que, la sismicidad es más somera en Pailas y Borinquen (< 3 km) en comparación con la actividad sísmica en los alrededores de Cañas Dulces, Quebrada Grande y Dos Ríos (> 3 km).

La principal característica es que la mayoría de los sismos están concentrados al suroeste del campo geotérmico de Las Pailas, con una fuerte orientación de un patrón conjugado N40-45°E y N40-45°W, y es muy probable que estén asociados a los sistemas de fallas y fracturas observados en el sector.

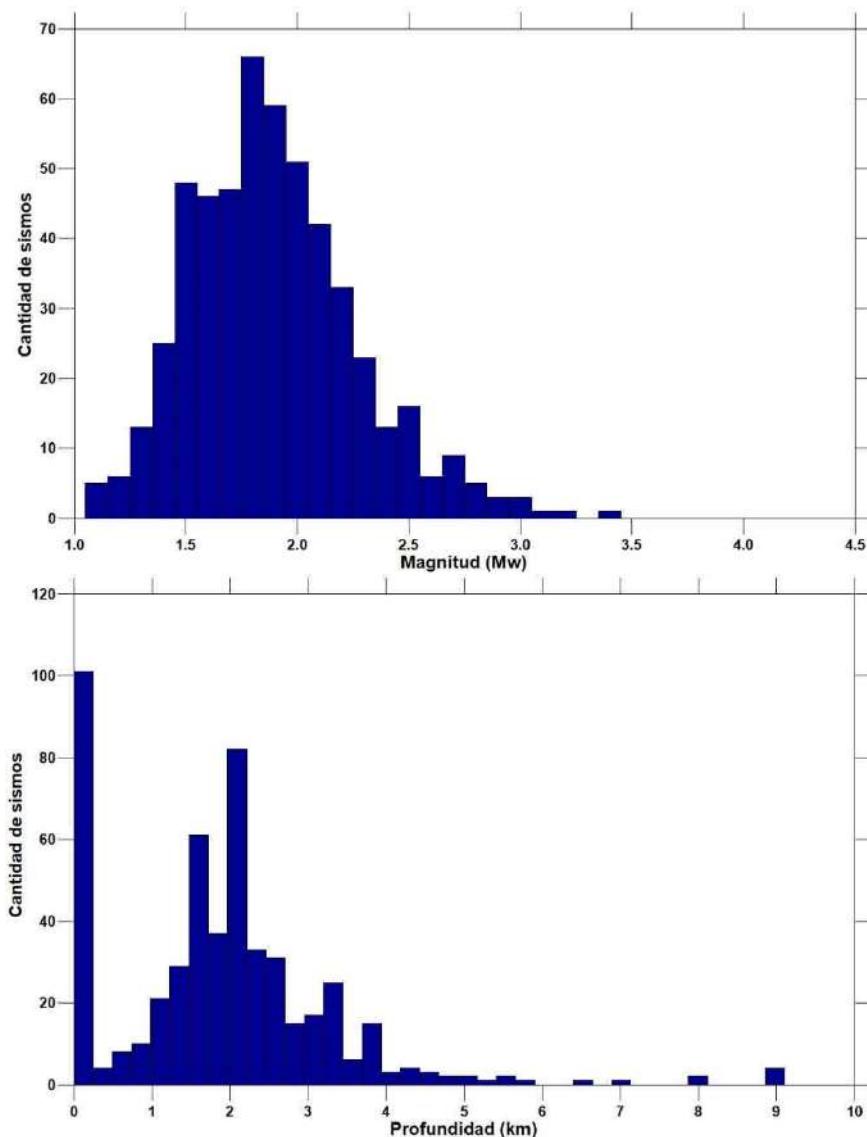
El mes de mayor sismicidad durante el último periodo de análisis fue marzo con 207 sismos (Figura 62).



**Figura 62.** Distribución de la sismicidad superficial por mes en los alrededores de los proyectos geotérmicos Pailas y Borinqueñ, del 21 de noviembre de 2022 al 21 de marzo del 2023.

La sismicidad de este periodo es somera con profundidades respecto al nivel del mar, menores a 3 km. De igual forma, la mayoría de los sismos tienen magnitudes bajas,  $\leq 2,6$  M<sub>w</sub> (Figura 63).

En los alrededores de Borinqueñ, la sismicidad se mantiene baja, con aproximadamente 16 eventos registrados en este cuatrimestre. Esta sismicidad, es somera ( $< 6$  km), y no se descarta una posible relación con la actividad del Rincón de la Vieja (Figura 63).



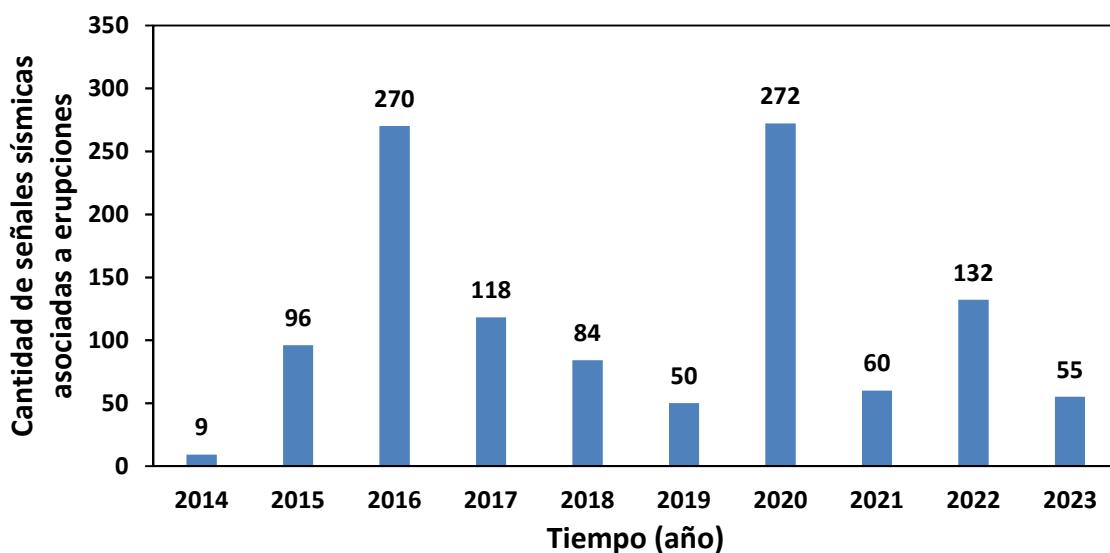
**Figura 63.** Distribución de la magnitud (Mw) y profundidad de los sismos durante el periodo 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023.

## 2.2. Actividad del Rincón de la Vieja del 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023

Desde que se dieron los primeros indicios de actividad, para el periodo eruptivo actual del Rincón de la Vieja (2011 al presente), se incrementó la cantidad de erupciones, hasta el 2016. Este último coincide también con el de mayor ocurrencia de señales sísmicas asociadas a erupciones. Sin embargo, fue en el 2017 cuando se generaron las erupciones más energéticas de todo el periodo (junio, diciembre y

mayo respectivamente). Esto explica la transición de una actividad freática (inicios del 2016) a una freatomagmática (mediados del 2016 y 2017) corroborado por la aparición de material juvenil en los sedimentos depositados de los lahares que fueron analizados por el OVSICORI, en donde el porcentaje del material juvenil pasó de un 12% en febrero del 2016 a un 45% en junio del 2017 (Bakkar et al., 2018).

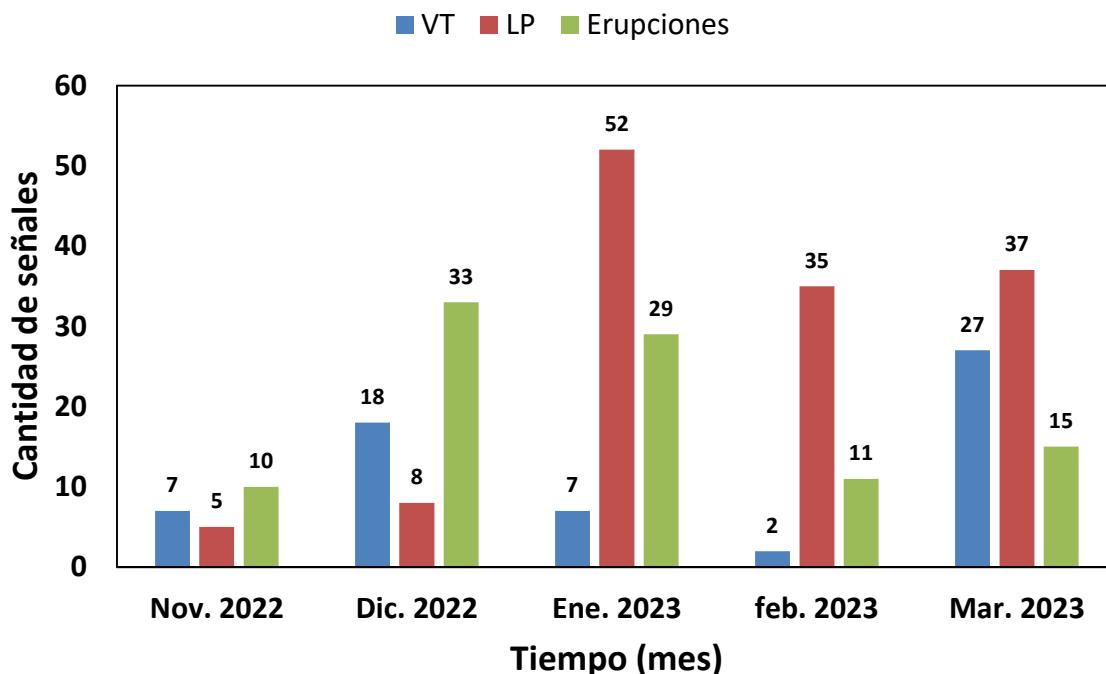
Las estadísticas más completas se llevan a cabo desde el año 2014, cuando entró en operación la estación sismológica VORI, que se encuentra instalada a 1,7 km del cráter activo. El año 2020, en comparación con los años 2017, 2018 y 2019, indica que la cantidad de señales sísmicas, asociadas a erupciones freáticas, aumentó considerablemente y alcanzó niveles similares a los del 2016, mientras que, durante el 2021, la actividad eruptiva fue baja, similar al 2019. La cantidad de erupciones aumentaron durante el 2022 y las estadísticas indican que, durante el 2023, se han presentado 55 señales asociadas a erupciones (Figura 64). Esta actividad eruptiva reciente, es de baja energía sísmica, y muchas de las erupciones ocurridas en el 2023 no son corroboradas visualmente, pero reconocidas en los instrumentos sismológicos e infrasonido.



**Figura 64.** Cantidad de señales sísmicas asociadas a erupciones desde el 2014 hasta el 21 de marzo de 2023.

El monitoreo sismológico del volcán confirma la continuación de la actividad volcánica en el Rincón para este cuatrimestre. La actividad volcanotectónica y las señales de tipo Largo Periodo (LP) son constantes en los registros sísmicos con pequeñas variaciones, que preceden la actividad eruptiva. Durante este periodo, la mayor actividad eruptiva y de mayor energía se registró durante diciembre de 2022

y enero del 2023 (Figura 65). Los sismos volcanotectónicos (VT) identificados se ubican mayoritariamente en los alrededores del cráter Activo, y tuvo un incremento durante el mes de marzo del 2023. Esta sismicidad tectónica asociada al volcán es somera (< 4 km).



**Figura 65.** Señales sísmicas de origen volcánicas registradas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo del 21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023 (datos tomados de la estación sismológica VORI).

Se puede afirmar que durante el este último periodo analizado (21 de noviembre del 2022 al 21 de marzo del 2023) la sismicidad volcánica se mantiene constante y en niveles de actividad similar a lo observado durante todo el 2022. La característica de las erupciones de este último periodo es que, aunque ocurrieron varias erupciones, ninguna provocó flujos de laharos en los ríos Pénjamo y Azul, y en las quebradas Azufrada y Zanjonuda. Un ejemplo de este tipo de erupciones freáticas se ilustra en la figura 11, registrada con la cámara de monitoreo en Buenos Aires de Upala en octubre del 2022 (Figura 66).



**Figura 66.** Erupción freática registrada el 14 de marzo del 2022 a las 05:53 detectada en la cámara de monitoreo de Buenos Aires de Upala.

## Conclusiones

La actividad sísmica registrada durante el periodo 2005 - 21 de marzo del 2023, tiene dos periodos de alta sismicidad: del 2010 al 2012 y de noviembre del 2020 hasta el día de hoy. Ambos periodos se caracterizan por presentar muchos enjambres sísmicos, y el segundo periodo, se ha mantenido con una actividad constante.

Durante el periodo del 21 de noviembre al 21 de marzo del 2022, la sismicidad tectónica ha aumentado con respecto a los dos periodos anteriores, y se destaca la actividad ubicada principalmente al sur de Las Pailas, área que se ha mantenido activa desde noviembre del 2020. En total, en el periodo de análisis se localizaron 522 sismos tectónicos y volcanotectónicos, y en términos generales se puede afirmar que, durante el último cuatrimestre, los sismos tienen profundidades menores a 3 km y magnitudes Mw inferiores a 2,6. La sismicidad en los alrededores de Borinquen se mantiene baja con 6 sismos registrados durante este último cuatrimestre.

Por su parte, el Rincón de la Vieja, durante el 2022 tuvo con una actividad volcánica superior en comparación con el año 2021. Esta actividad continua durante el 2023, con un incremento de la actividad eruptiva (98 señales sísmicas asociadas a erupciones registradas hasta el 21 de marzo). Sin embargo, no hay un incremento energético relevante en las erupciones registradas, porque no han generado lahares o flujos piroclásticos asociados a estos eventos. La actividad volcanotectónica se ha mantenido en las cercanías del cráter Activo.

## Referencias

AGUILAR, I., TAYLOR, W. & CAMACHO, J., 2021: Informe de sismicidad durante el 2020 en los alrededores de Borinquen, Las Pailas y el volcán Rincón de la Vieja. –Informe interno ICE, 24 págs.

BAKKAR, H. & AGUILAR, I., 2018: Actividad sísmica y volcánica en los alrededores de los proyectos geotérmicos Borinquen y Pailas desde el 15 de marzo al 15 julio del 2018. - Informe interno ICE, 7 págs.

## **Medida MFPGB 21. Plan de restauración y estabilización del relieve.**

El Centro de Servicio Construcción no ha iniciado labores de restauración y estabilización del relieve, se encuentra en la etapa de movimiento de tierra y excavación.

## **Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos.**

Durante el presente periodo de informe no se realizaron actividades de control de procesos erosivos.

## **Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos.**

Durante el periodo el CS CON no realizo procesos de excavación o movimientos de tierra.

#### **Medida MFPGB 24. Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas.**

El avance en la prevención y tratamiento de derrames de sustancias químicas peligrosas se detalla en la medida MFPGB 13.

#### **Medida MFPGB 25. Operación de plantas de concreto.**

La producción de concreto actualmente se realiza mediante batidoras estacionarias. Para la gestión de aguas residuales generadas del mantenimiento de equipos y herramientas con concreto se han habilitado fosas naturales a nivel de terreno para la retención de los sedimentos, a estas fosas se les coloca un recubrimiento en geotextil el cual permite retener los sólidos y permite la filtración en suelo del agua residual, su diseño se muestra en las imágenes a continuación:



**Figura 67. Fosa para la sedimentación de aguas residuales con concreto.**

Así mismo, en el mes de diciembre del 2022, se inicia la construcción e instalación de la planta de concreto a emplear en la obra constructiva, actualmente se encuentra en periodo de ensamblaje de la planta y áreas requeridas para la producción de concreto, como terrazas de agregados, silos de concreto, etc. Las imágenes a continuación muestran el avance de la planta:

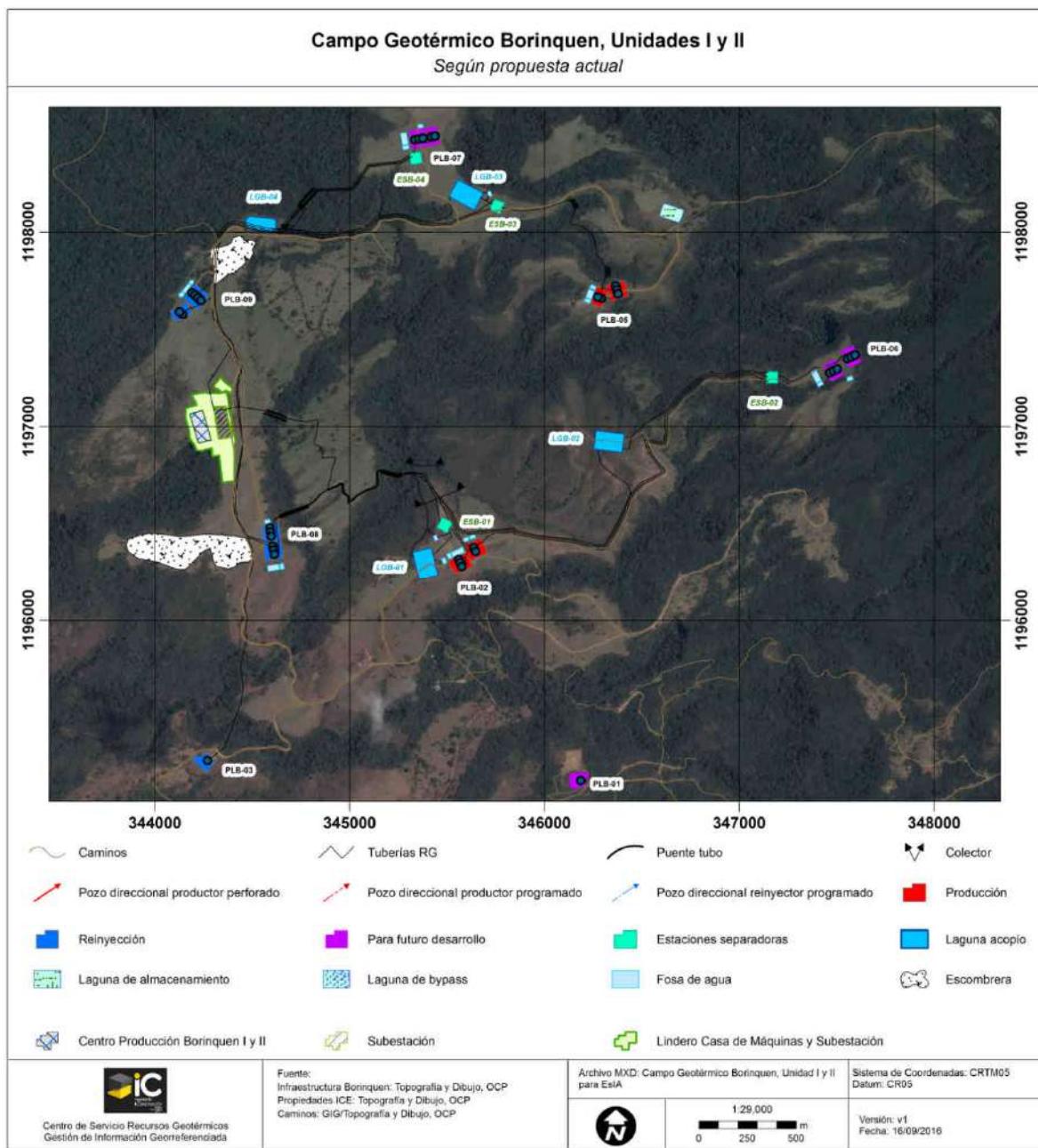


**Figura 68.** Montaje de la planta para la producción de concreto.

## COMPONENTE BIÓTICO

### Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa.

Como se ha venido indicando en los informes anteriores, a partir de la modificación del diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, aprobada mediante Resolución N° 2285-2016-SETENA, se optimiza el aprovechamiento del recurso geotérmico y disminuye el área de construcción (huella de obras), todo dentro del Área de Proyecto (Figura 69). La ubicación de las obras procura la menor afectación sobre ecosistemas frágiles (bosque) y árboles correspondientes a especies con estados poblacionales especiales (en veda, peligro de extinción, poblaciones reducidas, entre otros).

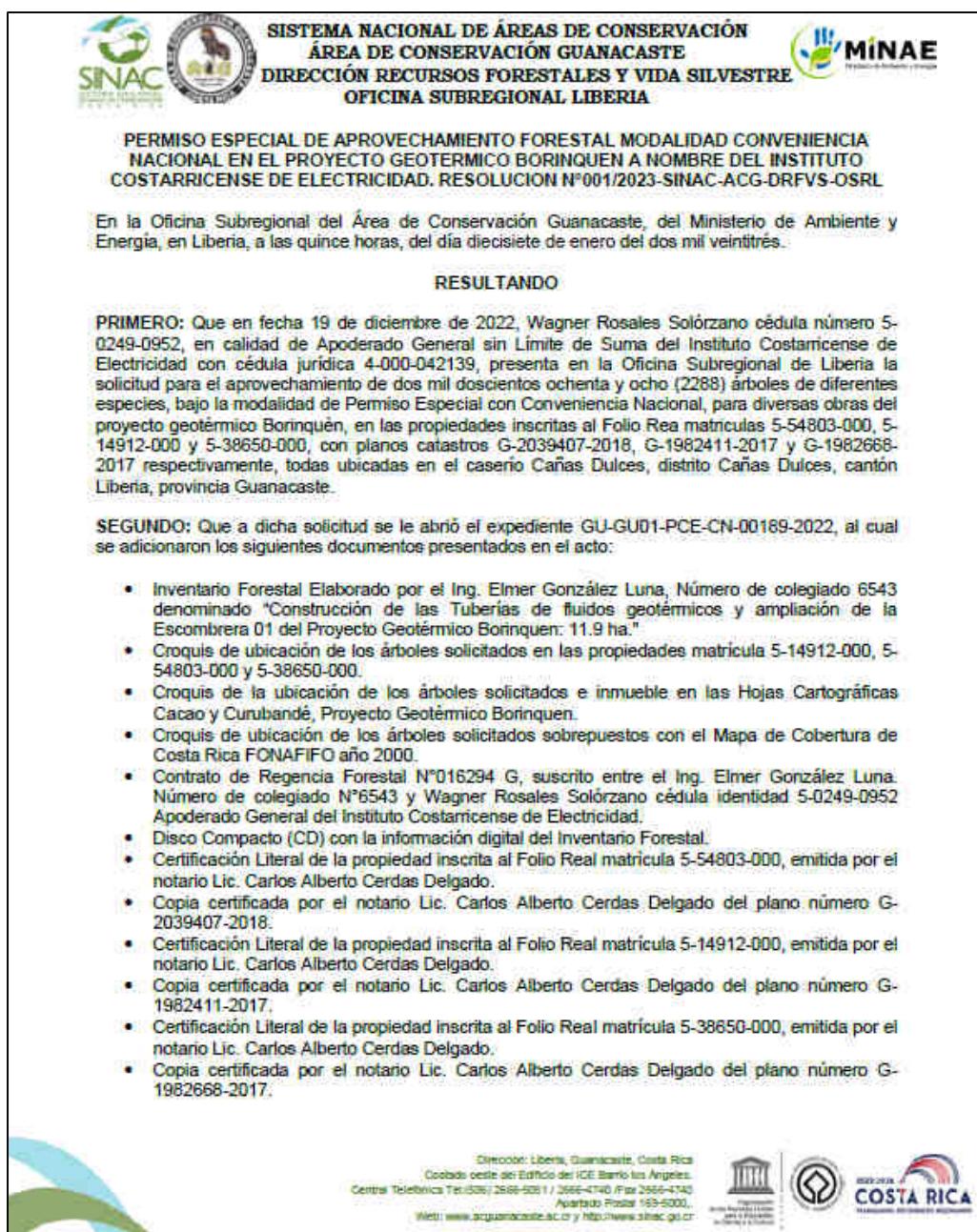


**Figura 69.** Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinquen con modificación al diseño de obras.

El manejo del área boscosa a intervenir y el seguimiento en cada obra se realiza acorde a lo establecido en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento, el Reglamento de Regencias Forestales (Decreto N°38444-MINAE), el Reglamento para el trámite de los permisos y control del aprovechamiento maderable, en terrenos de uso agropecuario, sin bosque y situaciones especiales en Costa Rica (Decreto N°

38863-MINAE) y demás normativa ambiental que regule las actividades de aprovechamiento forestal en el país.

Durante el presente periodo de Informe se gestionó un permiso de aprovechamiento forestal para la corta de 2288 para la construcción del sitio de obra tubería de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrererar 2, en un área total de 11,9 ha, dentro de propiedades del ICE (Resolución N°001/2023-SINAC -ACG-DRFVS-OSRL (Figura 70). Cabe destacar que al finalizar el presente periodo de informe se han cortado un total de 840 árboles (Figura 71), cuyos residuos (troncos, ramas y raíces, están siendo distribuidos en áreas de terreno sometidas a restauración, acorde al plan de restauración y conservación de ecosistemas boscosos del proyecto.



**Figura 70.** Copia de la portada Resolución N°001/2023-SINAC-AC G-DRFVS-OSRL correspondiente al aprovechamiento forestal de 2288 árboles para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 2, en el PB Borinquen.

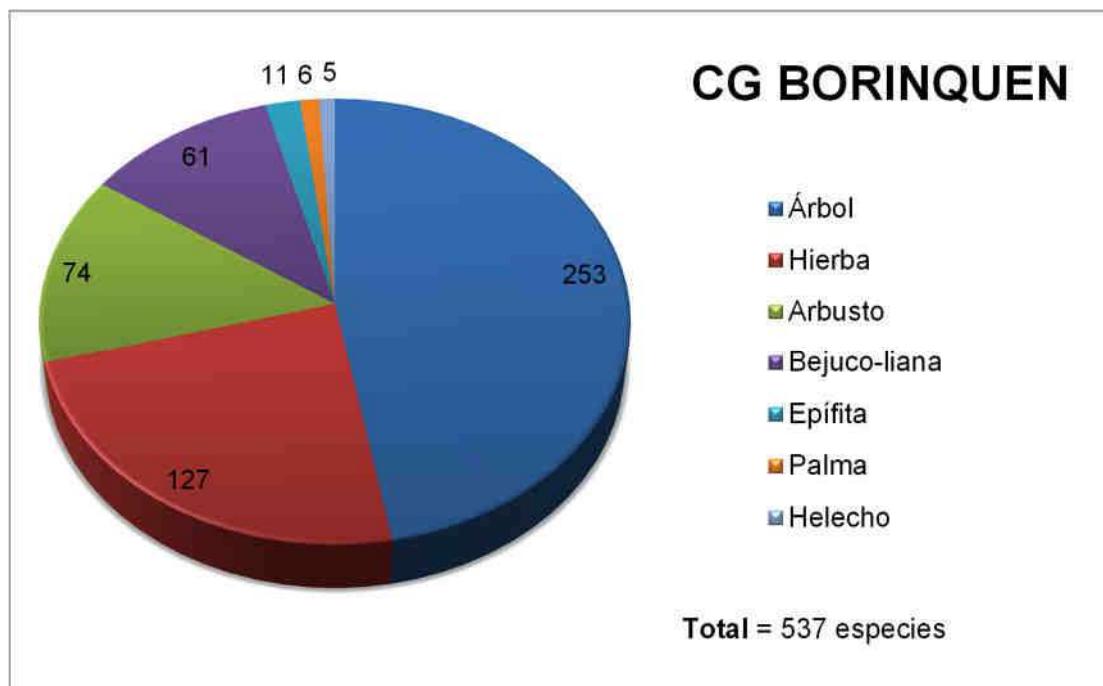


**Figura 71.** Actividades de aprovechamiento forestal para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 2, en el PB Borinquen.

Por otra parte, en cuanto al inventario de flora en el Área de Proyecto, se continua trabajando en el registro de especies florísticas menores en toda el AP (incluye áreas de bosque que no serán afectadas por las obras), las cuales han sido integradas a la base de datos de composición florística (Figura 72), así como al registro fotográfico de las mismas. Hasta la fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 537 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 73).

FLORA DE TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS MIRAVELLES, LAS PAILAS Y BORINQUEN. MARZO 2023								PROYECTO		
Nº	ESPECIE (Nombre Científico)	GENERO	ESPECIE	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRES COMUNES	HÁBITO	ORIGEN	Las Pailas	Miravalles	Borinquen
532	<i>Miconia albicans</i>	<i>Miconia</i>	<i>albicans</i>	Melastomaceae	Lengua de vaca	Arbusto	Nativa	1	1	1
533	<i>Miconia argentea</i>	<i>Miconia</i>	<i>argentea</i>	Melastomaceae	Maria colorado, capilote, Santama	Árbol	Nativa	1	1	1
534	<i>Mikania micrantha</i>	<i>Mikania</i>	<i>micrantha</i>	Asteraceae	Guaco	Bejucos-liana	Nativa	1		
535	<i>Mimosa pigra</i>	<i>Mimosa</i>	<i>pigra</i>	Fabaceae-mimosoideae	Dormilona	Arbusto	Nativa	1	1	1
536	<i>Mimosa pudica</i>	<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i>	Fabaceae-Mimosoideae	Dormilona	Hierba	Nativa	1	1	1
537	<i>Mimosa skinneri</i>	<i>Mimosa</i>	<i>skinneri</i>	Fabaceae-mimosoideae	Dormilona	Hierba	Nativa	1	1	1
538	<i>Mimosa xanthocera</i>	<i>Mimosa</i>	<i>xanthocera</i>	Fabaceae-mimosoideae	Zarza	Hierba	Nativa	1	1	1
539	<i>Mitracarpus hirtus</i>	<i>Mitracarpus</i>	<i>hirtus</i>	Rubiaceae	Botoncillo	Hierba	Nativa			1
540	<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Mollugo</i>	<i>verticillata</i>	Molluginaceae	Culantrillo, hierba de empacho, alí	Hierba	Nativa	1	1	1
541	<i>Momordica charantia</i>	<i>Momordica</i>	<i>charantia</i>	Cucurbitaceae	Sorosí, pepinillo chino	Bejucos-liana	Nativa	1	1	
542	<i>Monstera adansonii</i>	<i>Monstera</i>	<i>adansonii</i>	Araceae	Sin NC	Hierba	Nativa			1
543	<i>Monstera deliciosa</i>	<i>Monstera</i>	<i>deliciosa</i>	Araceae	Mano de tigre	Hierba	Nativa	1		1
544	<i>Monstera Obliqua</i>	<i>Monstera</i>	<i>Obliqua</i>	Araceae	Mano de tigre	Hierba	Nativa	1	1	1
545	<i>Montanoa tomentosa</i>	<i>Montanoa</i>	<i>tomentosa</i>	Asteraceae	Tora	Árbol	Nativa	1	1	1
546	<i>Mortoniadendron anisophyllum</i>	<i>Mortoniadendron</i>	<i>anisophyllum</i>	Malvaceae	Cuero de vieja	Árbol	Nativa			1

**Figura 72.** Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinquen. Marzo del 2023.



**Figura 73.** Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinquen. Marzo del 2023.

Durante el presente periodo de informe no se realizaron actividades de rescate y reubicación de flora.

#### **Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales.**

Durante el presente periodo de informe se remidieron 18 parcelas de muestreo forestal en áreas con cobertura boscosa (Figura 74).



**Figura 74.** Remediación de parcelas de muestreo forestal en bosques del Proyecto Geotérmico Borinquen. Marzo del 2023.

Como parte de la implementación de acciones de restauración de ecosistemas boscosos en el PG Borinqueñ, durante el presente periodo de informe se ha trabajado en el control mecánico del pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*), mediante la incorporación de biomasa vegetal generada como residuo a partir del aprovechamiento forestal realizado en el sitio de obra Casa de Máquinas. Estos residuos han sido dispuestos a modo de cúmulos a lo largo de áreas identificadas como prioritarias del proceso de restauración (Figura 75). Esta actividad propicia la incorporación de biomasa vegetal al suelo, la desecación del pasto por aplastamiento y activa la sucesión secundaria en los sitios intervenidos. Así mismo, los cúmulos de troncos, ramas y raíces funguen como madriguera artificial para la fauna silvestre. Cabe destacar que esta actividad es complementada con la siembra de estacones de especies nativas que poseen la capacidad de rebrote a partir de ramas (Figura 75). Hasta la fecha, se cuenta con un avance del proceso de restauración de 212 ha de cobertura boscosa en estado sucesional inicial (Figura 76).



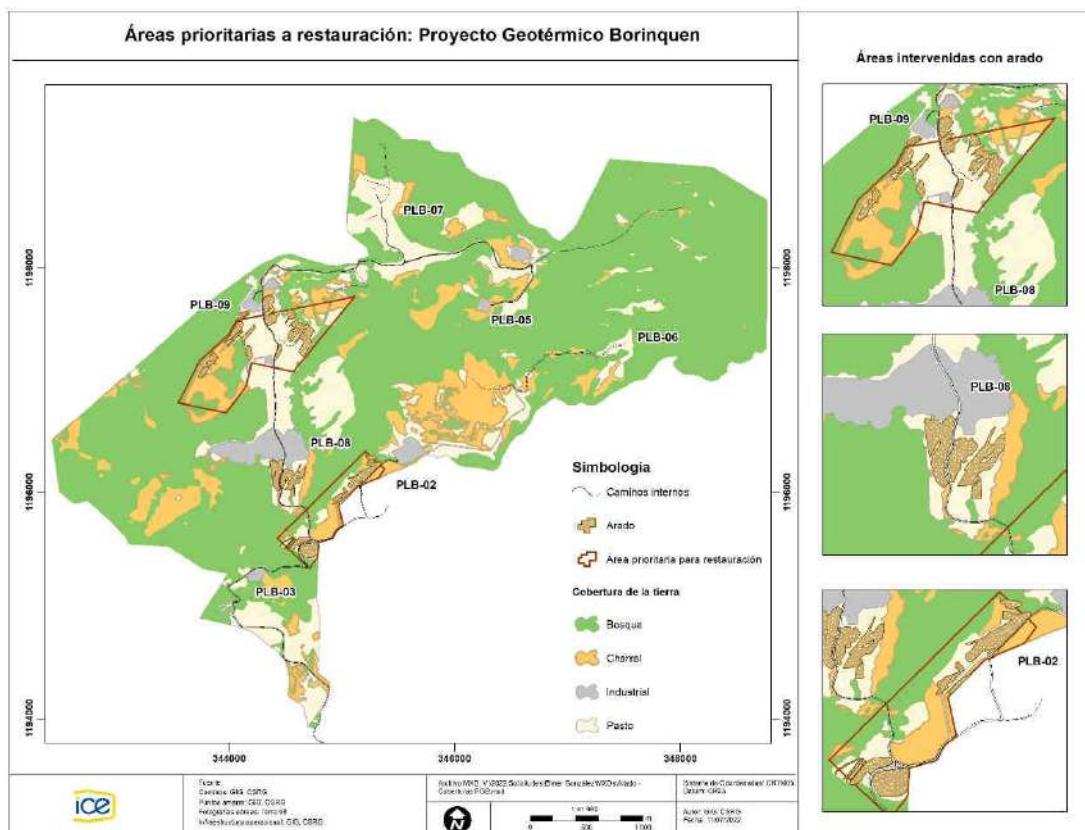
Cúmulos de biomasa vegetal incorporada en julio del año 2022.



Cúmulos de biomasa vegetal incorporada en marzo del 2023.

**Figura 75.** Incorporación de biomasa vegetal al suelo y creación de madrigueras artificiales en áreas prioritarias sometidas a restauración de ecosistemas boscosos en el Campo Geotérmico Borinqueñ, marzo del 2023.

Cabe destacar que durante el presente periodo de informe (diciembre 2022 – marzo 2023), no se realizó control mecánico del pasto (con arada) y siembra de estacones, dado que estas labores se tienen programadas para aplicarlas a finales del mes de abril del año 2023 (Figura 76).



**Figura 76.** Mapa de avance del control mecánico del pasto *Brachiaria brizantha* y dispersión de semillas al voleo en áreas prioritarias sometidas a restauración de ecosistemas boscosos en el Campo Geotérmico Borinque, marzo del 2023.

Por otra parte, acorde a lo establecido en el plan de restauración, se ha venido trabajando en la construcción de la cerca perimetral del Campo Geotérmico Borinque (Figura 77). Este trabajo empezó desde el sector de lindero en la quebrada Gata hacia la plazoleta PLB-02. Al finalizar el presente periodo de informe, cuenta con un avance constructivo de 9000 m lineales de cerca perimetral.



**Figura 77.** Construcción de cerca perimetral del Campo Geotérmico Borinquen.

**Medida MBPGB 03. Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.**

La restauración de coberturas vegetales y el proceso de seguimiento y monitoreo serán contemplados en el Plan de restauración y conservación de ecosistemas boscosos en el PG Borinquen para el mejoramiento de la conectividad, descrito en MBPGB 02.

**Medida MBPGB 04. Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.**

**Monitoreo para Calidad de agua**

Se establecieron 10 sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 24) en los cuales se toman muestras para realizar análisis físico químicos (DBO y nitrógeno amoniacal, sólidos, nitratos, conductividad, entre otros), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de fauna acuática (peces

y macroinvertebrados) como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua. Los sitios seleccionados están asociados a los accesos a los frentes de obra.

**Cuadro 24.** Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

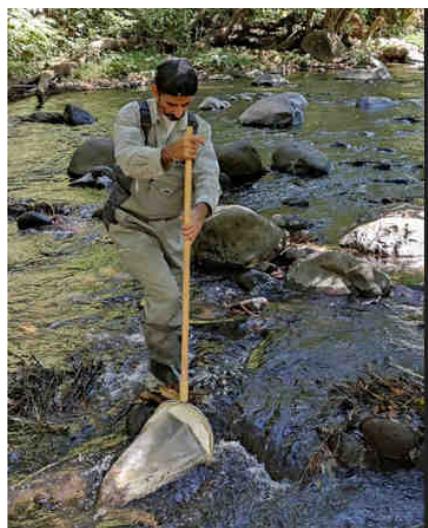
Sitios para monitoreo de calidad de agua. PG Borinqueñ			
Sitio	Coordenada X	Coordenada Y	Altura
Río. Tizate arriba	341760	1191557	283
Río. Tizate abajo	341579	1191546	273
Qb. Salitral arriba	344592	1195318	521
Qb. Salitral abajo	344221	1195506	484
Qb. Gata arriba	344723	1195886	544
Qb. Gata abajo	344673	1195841	540
Toma de agua PLB-02	346701	1196705	750
Toma de agua PLB-05	347614	1198201	996
Qb. Tencha arriba	344144	1195077	504
Qb. Tencha abajo	344054	1195086	494

Sin embargo, debido a la disminución de actividades constructivas, se llevó a cabo el monitoreo en seis de los 10 sitios.

- **Muestreo de macroinvertebrados acuáticos**

Para la colecta de macroinvertebrados en cada punto de monitoreo se tomó un tramo donde aleatoriamente se muestrearon los diferentes microhabitats presentes (sustratos rocosos, orillas con vegetación, sedimento fino) durante 20 minutos usando las redes D-Net con malla de 250 µm.

En la siguiente figura (Figura 78) se observa el uso correcto de la Red tipo D en un tramo donde predominan rocas tanto sumergidas como expuestas, mucha sombra y mucha hojarasca.



**Figura 78.** Muestra recolectada con Red tipo D. Quebrada Gata, Proyecto Geotérmico Borinquen. Febrero 2023.

Para que la muestra fuera representativa, se hizo colecta manual con la ayuda de una pinza, en piedras y material vegetal sumergido, por un tiempo de 20 minutos en cada sitio. El material colectado fue depositado en recipientes plásticos rotulados, preservado con alcohol al 96% y llevado al Laboratorio para su posterior separación e identificación hasta el nivel taxonómico de familia o género con base en literatura concerniente (Roldán 1996, Merritt & Cummins 1996, Springer y Hanson). El material será depositado en la colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica, tal como lo indica la ley.

Para determinar la calidad del agua en relación al aporte de materia orgánica en los sectores analizados, se utilizó el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) modificado para Costa Rica. Este índice biótico es un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando macroinvertebrados mediante el uso de datos cualitativos (presencia/ausencia). Las puntuaciones son determinadas en función de la sensibilidad o tolerancia de diferentes grupos o familias a la contaminación orgánica.

El resultado y conclusión de este índice (BMWP-CR) es que las familias poco tolerantes a la contaminación tienen registros con valores altos y las familias tolerantes tienen registros de valores bajos. El sistema BMWP, considera que un cuerpo de agua tiene un alto grado de contaminación cuando los valores obtenidos en el índice son bajos (Cuadro 25). Sin embargo, es importante analizar las variables que influyen en los resultados y las capturas de los individuos.

**Cuadro 25.** Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido.

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-CR	COLOR
Aguas de calidad excelente.	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas.	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas.	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas.	<15	Rojo

**- Toma de muestras de agua y mediciones de parámetros fisicoquímicos**

Como parte de las variables físico químicas de calidad de agua se realizaron mediciones directas del pH y temperatura usando el medidor multiparámetros YSI 556 MPS. Las mediciones se realizan de manera trimestral.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacial son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio para su posterior análisis. A partir de los resultados de nitrógeno amoniacial, DBO y las mediciones de oxígeno disuelto, es posible aplicar el Índice Holandés de Valoración de Calidad Físico Química del agua para cuerpos de agua superficiales, tal y como lo solicita la legislación. Este índice permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de la contaminación orgánica en la corriente de agua, como son la demanda bioquímica de oxígeno, el nitrógeno amoniacial y el oxígeno disuelto convertido en porcentaje de saturación de oxígeno por medio del oxígeno real en el sitio y el valor teórico dado por la temperatura y presión atmosférica, a un código de colores asignado a cada clase.

**- Ictiofauna**

El monitoreo de peces lo realizan tres personas, se utiliza equipo de electro-pesca marca Halltech, con trajes adecuados para el muestreo. Se realizan períodos de descarga eléctrica por sitio de muestreo durante 20 minutos, tratando abarcar la mayoría de hábitats disponibles en el cuerpo de agua en ese momento. Es importante mencionar que el uso del traje especial para electropesca lo utiliza la persona que trabaja con el equipo, el resto de los colaboradores utilizan botas de hule y si ingresan al río o quebrada el nivel del agua no debe sobrepasar dicho calzado. (Figura 79).



**Figura 79.** Recolecta de muestras y toma de datos para análisis de calidad de aguas. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, febrero 2023.

A continuación, se presentan los resultados de calidad de agua del IV trimestre del 2022, efectuado en noviembre y I trimestre 2023 efectuado en febrero.

#### **Resultados del muestreo IV Trimestre 2022.**

El muestreo correspondiente al IV Trimestre se efectuó en noviembre, sin embargo, por motivos climatológicos no se pudieron realizar las mediciones de pH, temperatura y OD. Al no contar con la variable temperatura no es posible calcular el % Saturación de oxígeno y por consiguiente no se puede calcular el Índice Holandés.

A continuación, se presentan los resultados de las recolecta de macroinvertebrados y monitoreo de peces.

#### **Resultados de macroinvertebrados acuáticos.**

La identificación de los especímenes no se ha podido efectuar en su totalidad, se espera en el siguiente Informe de Regencia Ambiental, incluir los datos que no se han presentado en el 2022 y 2023.

#### **Resultados del monitoreo de peces.**

En noviembre se realiza el monitoreo de peces y se obtiene como resultado la captura de 39 peces pertenecientes a cuatro especies, la más común es la olomina (*Brachyrhaphis olomina*) (Figura 80).

Esta olomina, según la literatura los machos pueden alcanzar hasta 6 cm de longitud total, por el contrario, las hembras alcanzan los 3,5 cm. Ocasionalmente se encuentra en aguas poco profundas de los ríos. Se caracteriza porque la aleta anal es de color amarillo o amarillo anaranjado y tiene una mancha negra desde la base hasta la punta de la aleta, asimismo, las aletas pélvicas amarillentas y margen caudal distal a menudo amarillo brillante.



**Figura 80.** Captura de especímenes y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, noviembre 2022.

### Resultados de Parámetros fisicoquímicos.

El siguiente cuadro (Cuadro 26) muestra algunos de los resultados de laboratorio realizadas en mayo del 2022 en los seis sitios de monitoreo mencionados anteriormente. Por motivos de seguridad ante las condiciones climáticas y protección de los equipos de medición, no fue posible medir algunas variables requeridas para calcular el Índice Holandés necesario para calcular la calidad del agua.

**Cuadro 26.** Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, noviembre 2022.

<b>Fecha</b>	<b>Sitio</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH</b>	<b>Oxígeno disuelto</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>Nitrógeno amoniacial</b>	<b>% Sat O</b>
Nov-22	Río Tizate Arriba	283	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,206	Sin dato
Nov-22	Río Tizate Abajo	273	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,295	Sin dato
Nov-22	Río Salitral Arriba	521	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,335	Sin dato
Nov-22	Río Salitral Abajo	484	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,241	Sin dato
Nov-22	Qda. Gata Arriba	544	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,301	Sin dato
Nov-22	Qda. Gata Abajo	540	Sin dato	Sin dato	Sin dato	<1	0,424	Sin dato

### **Resultados del muestreo I Trimestre 2023.**

El muestreo correspondiente al I Trimestre 2023 se efectuó en febrero. A continuación, se presentan los resultados de las recolecta de macroinvertebrados y monitoreo de peces.

### **Resultados de macroinvertebrados acuáticos.**

Los resultados de macroinvertebrados acuáticos y el Índice BMWP-CR será presentado en el próximo Informe de Regencia Ambiental ya que los datos se encuentran en análisis.

### **Resultados del monitoreo de peces.**

Se capturan 12 individuos pertenecientes a cuatro especies, en dos de los sitios de muestreo no se capturaron peces. La olomina (*B. olomina*) fue la especie con más capturas, como se mencionó anteriormente se caracteriza porque la aleta anal es de color amarillo o amarillo anaranjado y tiene una mancha negra desde la base hasta la punta de la aleta, asimismo, las aletas pélvicas amarillentas y margen caudal distal a menudo amarillo brillante (Figura 81).



**Figura 81.** Captura de especímenes y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinquen, febrero 2023. *Brachyrhaphis olomina* y *Rhamdia nicaraguensis*.

### Resultados de Parámetros fisicoquímicos.

El siguiente cuadro (Cuadro 26) muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en febrero del 2023 en los seis sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

**Cuadro 27.** Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, febrero 2023.

Fecha	Sitio	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO (mg/L)	Nitrógeno amoniacial	% Sat O
Febr-23	Río Tizate Arriba	283	24.6	7.77	6.19	<2	<0,015	96.7
Febr-23	Río Tizate Abajo	273	23.8	6.57	5.64	<2	<0,015	80.4
Febr-23	Río Salitral Arriba	521	24.2	5.06	5.22	<2	<0,015	64.3
Febr-23	Río Salitral Abajo	484	24.2	5.6	6.7	<2	<0,015	70.7
Febr-23	Qda. Gata Arriba	544	24.2	6.4	5	<2	<0,015	81.5
Febr-23	Qda. Gata Abajo	540	24	5.5	5.26	<2	<0,015	69.7

En el siguiente cuadro (Cuadro 28) se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el índice Holandés en los sitios de monitoreo, el cual refleja que cinco sitios presentan aguas con contaminación incipiente (categoría color verde) y un único sitio presenta aguas sin contaminación (categoría color azul).

**Cuadro 28.** Valores obtenidos de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, febrero 2023.

Fecha	Sitio	Puntos	Suma	Color
			Calidad de agua	
Mayo-22	Río Tizate Arriba	3	Sin contaminación	
Mayo-22	Río Tizate Abajo	4	Contaminación incipiente	
Mayo-22	Río Salitral Arriba	5	Contaminación incipiente	
Mayo-22	Río Salitral Abajo	4	Contaminación incipiente	
Mayo-22	Qda. Gata Arriba	4	Contaminación incipiente	
Mayo-22	Qda. Gata Abajo	5	Contaminación incipiente	

**Medida MBPGB 05. Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.**

En el AP se realizan monitoreos químicos de las aguas de los ríos y quebradas del durante la fase de construcción, que permita detectar y prevenir afectaciones a la fauna por el uso de aguas jabonosas, productos de limpieza e hidrocarburos. A continuación, se detallan los resultados obtenidos del muestreo realizados el 15/02/2022, para determinar la presencia sustancias activas al azul de metileno e hidrocarburos (Cuadro 29 y Anexo 9).

**Cuadro 29.** Resultados de monitoreo de aguas superficiales

Site de monitoreo	Fecha	Registro	Variable
Río Tizate Abajo	08/02/2023	N.D	Hidrocarburos (mg/L)
Río Tizate Abajo	08/02/2023	<0,2	SAAM (mg/L)
Q. Gata Abajo	08/02/2023	N.D	Hidrocarburos (mg/L)
Q. Gata Abajo	08/02/2023	<0,2	SAAM (mg/L)
Río Salitral Abajo	08/02/2023	N.D	Hidrocarburos (mg/L)
Río Salitral Abajo	08/02/2023	<0,2	SAAM (mg/L)

De forma complementaria, mediante rutas de inspección se realizan reportes asociados fugas, derrames o malas prácticas en el manejo de sustancias químicas peligrosas e hidrocarburos. Así mismo se cuenta con el Kit para la contención de derrames y personal capacitado para la atención de derrames.

**Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal.**

**Monitoreo mensual de mamíferos en las áreas intervenidas**

## **Mamíferos terrestres**

### ▪ **Transectos**

Los recorridos en transectos son una técnica de observación y registro de datos con resultados satisfactorios en la búsqueda de indicios de fauna. Mediante recorridos es posible la observación directa de algún individuo y permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa del área en estudio.

Para el monitoreo de mamíferos, se realizan muestreos mensuales por medio de búsqueda intensiva a lo largo de los transectos establecidos, los recorridos son diurnos y nocturnos con una duración de aproximadamente dos horas. Se buscan y registran todos los rastros directos e indirectos (huellas, heces, madrigueras, entre otros) de mamíferos y los individuos que se observen en el transecto en un área aproximada a 15 metros hacia cada lado.

Para el monitoreo de fauna silvestre, se cuenta con cinco transectos (T1, T3, T5, T9 y T22), los cuales están asociados a las áreas de influencia de las principales obras del Proyecto.

A partir de febrero, se realizan los monitoreos en 3 de los 5 sitios (T1, T3 y T22), esta decisión se toma como medida de seguridad ante la incidencia de cazadores en la zona. Actualmente se cuenta con acompañamiento por parte del área de vigilancia los cuales asisten con la cuadrilla de biología a los recorridos nocturnos (Figura 82).



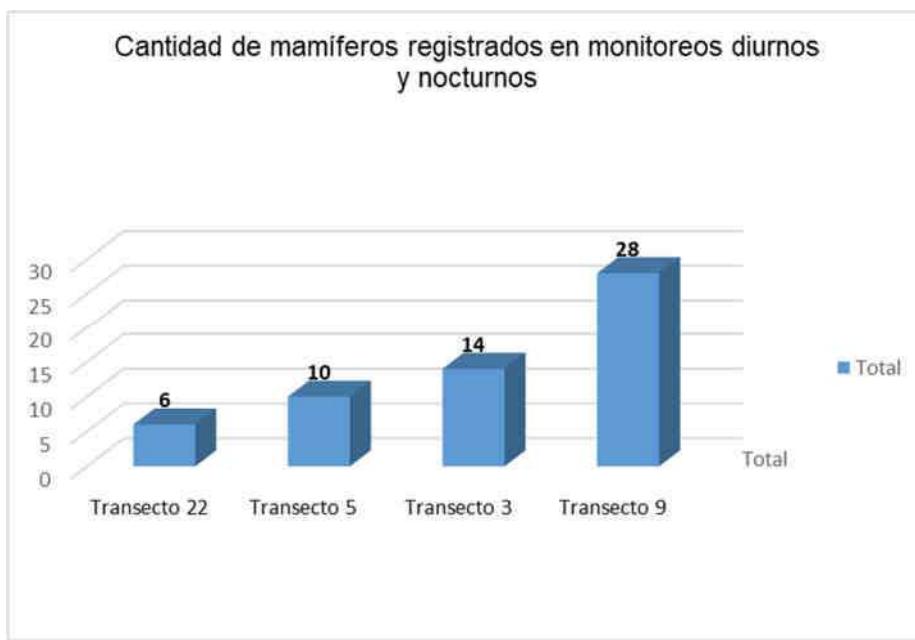
**Figura 82.** Monitoreo nocturno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen. febrero, 2023.

## Resultados

Durante los recorridos diurnos y nocturnos se registró un total de 58 individuos distribuidos en 10 especies.

En la siguiente figura (Figura 83) se presenta la cantidad de mamíferos registrados en el periodo. Se observa que la cantidad de registros es bastante baja y no se observan resultados en los transectos 1 y 5 lo cual se debe a que en enero se tuvieron que suspender por condiciones climáticas que representaban un riesgo para los trabajadores, aunado a esto, los resultados de marzo no se han analizado.

Según los datos obtenidos, en el T9 es donde se reportaron la mayoría de los mamíferos específicamente tropas numerosas de mono araña (*Ateles geoffroyi*).



**Figura 83.** Registro de la cantidad de mamíferos identificados en recorridos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

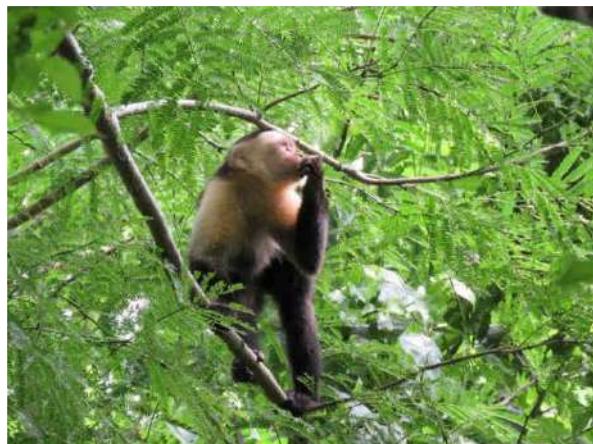
El registro de mamíferos mediante recorridos se logró mediante la observación directa del individuo, por ejemplo, los primates y algunas otras especies no tan escurridizas como pizotes, ardillas. Por identificación de rastros se identificó únicamente la danta. A continuación, se presenta evidencia de los resultados de mamíferos identificados durante recorridos diurnos y nocturnos (Figura 84).



**Figura 84.** Registros de zorricí (*Marmosa mexicana*) y ratón watsoni (*Tylomys watsoni*) durante monitoreo nocturno. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Para el caso de los Primates, durante el periodo se reportan las tres especies (mono congo, mono araña y mono carablanca). En nuestro país el mono araña y mono congo están consideradas en peligro de extinción y protegidas y regulados por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, están incluidos en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). En el Apéndice I de CITES se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Por otra parte, el mono araña es la única que está catalogada por la UICN como especie en peligro de extinción.

Para el caso del mono carablanca (Figura 85), está considerada como especie amenazada, por lo tanto, es una especie protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, está incluida en el Apéndice II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en el cual, 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.



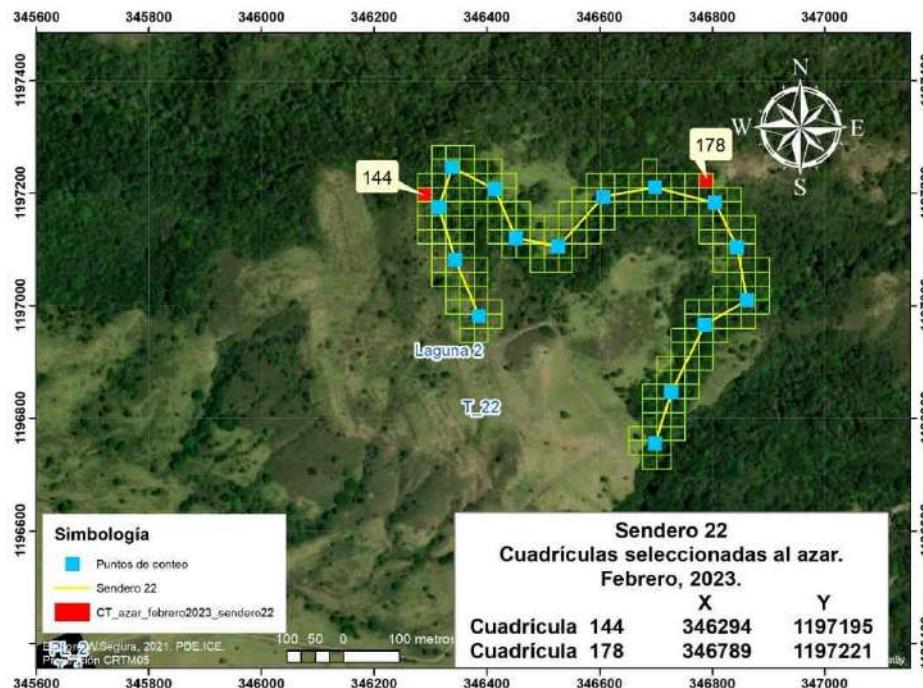
**Figura 85.** Registro de Mono carablanca (*Cebus imitator*) identificado en recorridos diurnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo (Anexo 11) se incluye el listado de mamíferos identificados en recorridos diurnos y nocturnos durante el periodo.

- **Cámaras trampa**

El uso de cámaras trampa es una metodología efectiva de gran valor para realizar estudios de mamíferos medianos y grandes, ya que permite evidenciar el comportamiento que no pueden ser conocidos con otra metodología, tales como la actividad que realizaba el animal al ser fotografiado.

Se colocaron dos cámaras trampas marca Bushnell Trophy Cam HD Aggressor en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 32GB con adaptador flash y ocho pares de baterías alcalinas, estas se instalan en sitios al azar mediante la selección de cuadriculas (Figura 86). Es importante mencionar que la selección al azar de los sitios donde se colocan las cámaras en PG Borinquen se inició en agosto del 2019, anteriormente se colocaban en sitios estratégicos donde se observaban rastros de mamíferos o cualquier otro indicio.



**Figura 86.** Selección de cuadriculas al azar para la instalación de cámaras trampa, Proyecto Geotérmico Borinquen. Transecto T22, febrero 2023.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 30 días consecutivos y para tomar una secuencia de dos fotos con intervalos de dos segundos a partir de la detección de movimiento. Cada una de las fotografías tiene la información de fecha y hora.

Para la seguridad del equipo se construyó una caja de protección para cada cámara, estas cajas disponen de cadena y candado anti cizalla para reducir los riesgos de hurto de los equipos. Los dispositivos se colocaron en los troncos de los árboles a una altura de 30 cm del suelo y se fijaron con la cadena. La altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar (Figura 87).



**Figura 87.** Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos.  
Proyecto Geotérmico Borinquen, marzo 2023.

## Resultados

Los resultados correspondientes al monitoreo con cámaras trampa arrojan datos importantes de la presencia de fauna de talla grande en el área de proyecto y zonas con influencia de obras. Para el periodo se registra un total de 13 especies de mamíferos, entre ellos pizote, manigordo, danta, puma, tolomuco, entre otras. El análisis no incluye diciembre ya que como medida preventiva se decidió no instalar cámaras debido al aumento de indicios de cazadores en la zona, tampoco incluye los resultados de marzo por que las cámaras se encuentran en campo y están programadas para ser retiradas posterior a la entrega de este informe.

En esta ocasión pocas cámaras arrojaron datos en cero y la mayoría arrojaron fotos efectivas, en total se procesaron 1915 fotografías de las cuales 468 son efectivas.

Algunas de las especies identificadas en el periodo se encuentran en alguna categoría de conservación tanto nacional como global. Tal es el caso de los felinos cuyo estado de conservación en nuestro país es preocupante y requieren atención en cuanto a la presencia en el Proyecto. En este periodo se registran cuatro especies de felinos: manigordo (*Leopardus pardalis*) y Puma (*Puma concolor*).

El manigordo es una especie de felino de tamaño mediano, más pequeño que el puma y se alimenta de mamíferos pequeños, aves y culebras. Entre ellos), el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), la guatusa (*Dasyprocta punctata*), el ratón de monte

(*Tylomys watsoni*), la martilla (*Potos flavus*), la pava granadera (*Penelope purpurecens*).

El puma (Figura 88), por otra parte es un felino carnívoro de talla grande que se alimenta de gran variedad de animales, siendo el venado cola blanca (*O. virginianus*) una de sus principales presas. Caza silenciosamente otras especies como zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), mono congo (*Alouatta palliata*), mono colorado (*Ateles geoffroyi*), mono carablanca (*Cebus imitator*), puerospín (*Sphiggurus mexicanus*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), rata de monte (*Proechimys semispinosus*), etc. (Figura 88). En lo que respecta a su estado de conservación, en nuestro país está considerada como especie con poblaciones en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC).



**Figura 88.** Registro de puma (*P. concolor*) monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa, febrero 2022. Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

Se reporta en este periodo también danta que es una especie de talla grande que se reporta constantemente en los sitios de monitoreo y alrededores del AP cerca de Parque Nacional Rincón de la Vieja (Figura 89). En lo que respecta a su estado de conservación, en nuestro país está considerada como especie en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie en peligro.



**Figura 89.** Registro de danta (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinquen. Febrero, 2023. Transecto 22.

### **Mamíferos voladores**

Para el registro de murciélagos se realiza un muestreo mensual en el que se utiliza en cada transecto dos redes de niebla de 12 metros de largo por 3 metros de alto; las redes se colocan en sitios previamente evaluados por el equipo de biología con el fin de abarcar distintos ecosistemas presentes para generar un registro más completo.

Las redes de niebla se instalan en campo durante la tarde, se abren a las 18:00 para aprovechar la actividad de especies vespertinas y evitar la captura de aves y se mantienen activas por un periodo de tres horas, con revisiones cada 5-10 minutos.

Los individuos capturados se identifican en campo por medio de guías y claves taxonómicas, se pesan y se registran datos como hora de captura, largo de antebrazo, sexo, estado reproductivo, parasitismo e información extra que se considere necesaria.

Para la identificación se utiliza la clave de campo para los murciélagos de Costa Rica (Timm et al. 1999) y como documento de apoyo se cuenta con la Guía de Murciélagos de Costa Rica (Laval & Rodríguez, 2002).

Las hembras con crías que se capturen serán liberadas lo más pronto posible para evitar niveles de estrés que afecten el desarrollo de la cría. Si la hembra es identificada fácilmente por el investigador, se registrará la especie y el dato formará parte importante de registros reproductivos y riqueza de especies.

## Resultados

El monitoreo de murciélagos se realiza bajo el cumplimiento del Protocolo para el trabajo con quirópteros enviado por el personal del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) creado para investigadores que trabajen con este grupo en Costa Rica.

En el periodo se capturaron 87 individuos pertenecientes a 14 especies, siendo La Carolia de cola cota (*Carollia sowelli*) la especie que tuvo más capturas (N=37). En la siguiente figura (

Figura 90.) se incluyen algunos de los registros del periodo.



**Figura 90.** Registro de murciélagos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el (Anexo 11) se incluye el listado de especies identificadas en los monitoreos de murciélagos del periodo.

## Ratones

Se realiza un muestreo semestral de ratones durante cinco días consecutivos para determinar la riqueza y abundancia de las poblaciones por medio de la identificación de las especies. La técnica utilizada es la de captura por medio de trampas Sherman, los individuos que se capturen se les realiza un registro morfométrico, se pesan e identifican, se registra el sexo y por último se liberan en el mismo sitio donde fueron capturados. Las trampas de captura deben revisarse estrictamente a diario esto para evitar la mortalidad de individuos por estrés. Para la identificación de

individuos se utiliza la Guía de campo para los mamíferos de América Central y el Sureste de México (Reid, 1997).

Se colocan las trampas durante cinco días continuos a lo largo de los transectos en los sectores de muestreo. Se utiliza un cebo compuesto por avena, maíz cascado, vainilla y agua, el cual es sustituido cuando se considere necesario. Cada trampa es marcada con una banderilla de color llamativo y georreferenciada para evitar pérdidas y tener control de la distribución espacial de las mismas. Asimismo, se recomienda utilizar guantes para la manipulación de las trampas, bolsas para transportar las que fueron activadas y lavarlas únicamente con agua después de ser retiradas del campo.

## Resultados

Actualmente se realiza el monitoreo de ratones cumpliendo con el Protocolo para el trabajo con roedores enviados por el personal del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) creado para investigadores que trabajen con este grupo en Costa Rica.

En el periodo no corresponde dicho monitoreo.

## Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos.

### Rutas de paso de fauna terrestre y arborícola en caminos dentro del AP.

Con el objetivo de identificar zonas de paso de fauna terrestre y arborícola se recolecta información desde mayo del 2016 mediante la búsqueda directa de los individuos y búsqueda intensiva de huellas cerca de los accesos a frentes de obra.

A partir de estas observaciones se lograron identificar huellas de mamíferos pequeños y grandes cerca de la carretera sobre la quebrada Salitral y otros cuerpos de agua, con la información obtenida se procedió con la colocación de rótulos de señalización vial de 25 KPH con el fin de disminuir el riesgo de atropello a fauna silvestre. Asimismo, se ha instalado otro tipo de señalización que advierte sobre la presencia de animales en la vía.

Actualmente, para enriquecer los resultados de cruces de fauna, se registran los avistamientos de mamíferos cruzando caminos del PG Borinquen tanto por medios

terrestres (Figura 91) como por medios arborícolas, aunado a esto se realiza semanalmente un recorrido para la recolecta de datos de atropellos.

Por otra parte, se realizan visitas por los sitios donde se han registrado tropas de monos para conocer la fauna arborícola de los diferentes sitios; con estos insumos, podremos enfocarnos en las medidas ambientales para mitigar el impacto de las carreteras, tuberías y líneas de distribución.



**Figura 91.** Registro de Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) cruzando caminos internos. Proyecto Geotérmico Borinqueñ. Enero, 2023.

**Resultados identificación de cruces de fauna terrestre mediante cámaras trampa.**

La instalación de cámaras trampa en los caminos para identificar cruces de fauna silvestre inició en agosto del 2019, actualmente el área de estudio se dividió en ocho tramos que se han monitoreado con resultados exitosos. En agosto del 2021 finalizó el monitoreo con cámaras trampa y se retomará cuando inicien las actividades constructivas.

A la fecha se han procesado 118427 fotografías de las cuales resultaron efectivas 821. Esta diferencia de datos se debe a que al ser un monitoreo en carretera la captura fotográfica de vehículos es alta y en la etapa constructiva en la que se encuentra el Proyecto aumenta la circulación vial, adicionalmente se presentaron problemas con algunas cámaras que se apagaron a causa de la descarga de baterías.

Se han registrado un total de 26 especies de fauna silvestre cruzando los caminos internos del Proyecto (22 especies de mamíferos terrestres, una especie de reptil y tres especies de aves.), dentro de estas especies están: mamíferos (22 especies) como jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), danta (*Tapirus bairdii*), pizote (*Nasua narica*), nutria (*Lontra longicaudis*), manigordo (*L. pardalis*), del grupo de las aves (3 especies) ejemplo el Pavón (*Crax rubra*), el tinamú (*Crypturellus boucardi*) y del grupo de reptiles una sola especie el garrobo (*Ctenosaura similis*). A parte de estas 26 especies, se descarta el registro de especies que fueron fotografiadas mientras volaban frente a la cámara o se posaron frente a éstas, por ejemplo, colibrí, pájaro bobo, pecho amarillo, entre otros.

Los tramos utilizados para el monitoreo (Cuadro 30) incluyen diferentes tipos de cobertura, aquellos donde predominan pastos registraron una especie, tal es el caso de los tramos “Puesto Seguridad Borinqueñ-Qda. La Tencha” y “Cruce Caballeriza-Toma de agua PLB-02”.

**Cuadro 30.** Tramos de monitoreo para la identificación de los sitios de cruces naturales de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

Tramos de monitoreo	Cantidad de especies
Tramo a Toma de agua PLB-05	13
Tramo Cruce Caballeriza-Qda. Gata	10
Tramo Cruce Caballeriza-Toma de agua PLB-02	1
Tramo PLB-09-PLB-05	16
Tramo Puesto Seguridad Borinqueñ-Qda. La Tencha	1
Tramo Qda. Gata-PLB-09	14
Tramo Qda. La Tencha-Río Salitral	17
Tramo Río Salitral-Cruce Caballeriza	11

#### **Resultados identificación de cruces de fauna terrestre mediante recorridos**

Se tiene registro de 11 especies de mamíferos cruzando los caminos internos del Proyecto, entre ellas: danta, jaguar, coyote, manigordo, tolomucos, pizotes, etc.

#### **Resultados cruces de fauna arborícola mediante recorridos y cámaras trampa.**

Para la identificación de las rutas de fauna arborícola, se realizan recorridos esporádicos en los caminos internos del Proyecto donde se registra de manera

directa, fauna utilizando árboles, tendido eléctrico o la misma carretera como medio para cruzar de un sitio a otro.

En total se han identificado tres especies de monos: mono carablanca (*Cebus imitator*), mono araña (*A. geoffroyi*) y mono congo (*Alouatta palliata*), las ardillas *Sciurus deppei* y *S. variegatoides* y pizote (*Nasua narica*).

### **Resultados atropellos**

Durante el periodo se registraron tres atropellos de ardillas (**Figura 92**), todas en caminos externos del Proyecto, lo que representa un dato bastante bajo en el impacto provocado por tránsito de vehículos ICE, aunado a esto, cabe señalar que es un monitoreo semanal, por lo tanto, existe la posibilidad de que el día del recorrido no haya individuos en la carretera u otros es imposible la identificación.



| **Figura 92.** Registros de atropellos de fauna silvestre, Proyecto Geotérmico Borinquen.

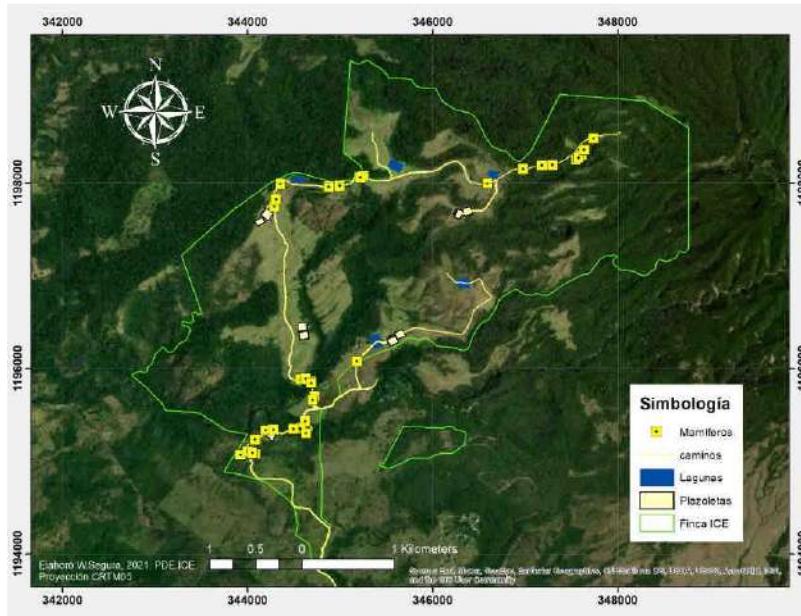
Algunos de los datos que se registran a la hora de efectuar el monitoreo son fecha, especie, coordenadas geográficas, altura y una descripción del entorno para conocer las coberturas o usos del suelo aledaño al atropello.

En otros periodos se contabiliza un alto número de animales atropellados de los cuales han sido los reptiles los que mayormente sufren muertes por atropellos, se conoce que en algunas ocasiones es intencional debido al rechazo que tienen las personas hacia las serpientes principalmente. Sin embargo, los sapos son también un grupo afectado por el rechazo de las personas y en época lluviosa aumenta la actividad de anfibios.

## Propuesta para medidas de mitigación asociadas a caminos

### Fauna terrestre

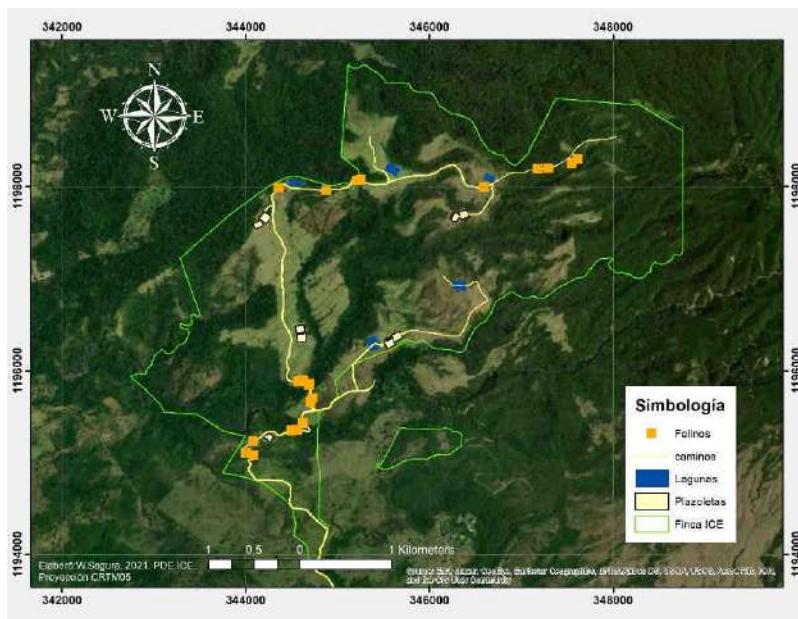
Con el análisis de los resultados, se obtiene que los tramos utilizados para la identificación de cruces de fauna han permitido registrar especies de mamíferos de talla grande y talla pequeña. En la siguiente figura se observa de color amarillo los sitios donde se tiene cruces de mamíferos, se puede apreciar que los avistamientos están asociados a las áreas con mayor cobertura boscosa y pasos de ríos y quebradas (Figura 93).



**Figura 93.** Cruces naturales de mamíferos terrestres dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

Sin embargo, especies de talla grande como danta y felinos tienen sitios específicos.

Para el caso de dantas se conocen tres sitios utilizados como cruces, para felinos se han identificados al menos 10 sitios algunos de ellos recorren diferentes sectores entre el Río Salitral, Quebrada Gata y Quebrada Sin agua, y hacia el sector noreste las zonas de mayor cobertura boscosa tal y como se observa en la siguiente figura (Figura 94).

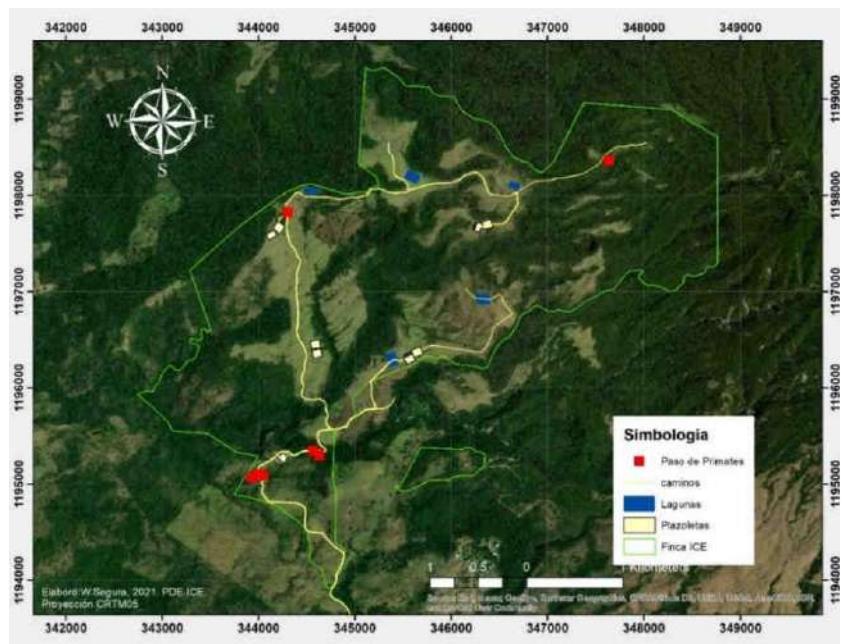


**Figura 94.** Cruces naturales de felinos dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

Actualmente se están valorando las medidas ambientales que se pueden implementar en cada uno de los sitios, ya sean reductores de velocidad acompañados de rotulación de carreteras o pasos subterráneos. Para el diseño de cualquiera de estos dispositivos intervienen criterios no solo ambientales si no también constructivos, topográficos y de diseño.

#### **Fauna arborícola**

Se lograron identificar cinco sitios importantes para el desplazamiento de la fauna arborícola (Figura 95), por lo tanto, se pretenden instalar puentes aéreos que permitan a las especies cruzar el camino sin el riesgo de ser colisionados por algún vehículo, se espera que la respuesta por parte de la fauna sea positiva. Se pretende instalar puentes en tres sitios que están desprotegidos de cobertura a nivel de dosel.



**Figura 95.** Cruces naturales de fauna arborícola dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

Adicionalmente se seguirá llevando el control de otros sitios con cruces naturales donde no es necesario instalar dispositivos ya que cuentan con suficiente cobertura a nivel de dosel (Figura 96).



**Figura 96.** Cruce natural de fauna arborícola dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

## Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo de fauna.

### Modificación de hábitos alimenticios de mamíferos silvestres

La presencia de alimentos que quedan expuestos, comida en los recipientes o en zonas verdes, la mala separación de residuos y estaciones separadoras en mal estado son los motivos principales por los cuales los animales silvestres visitan los frentes de trabajo en busca de alimento, lo cual repercute en la salud de los animales y representan un riesgo y una molestia para el personal que labora en el Proyecto.

Parte de la problemática radica en que, en muchos de los casos los animales se vuelven agresivos para obtener alimento, alterando sus patrones de comportamiento natural y pierden la capacidad de buscar su propio alimento. Es por eso por lo que sus visitas se vuelven recurrentes. Para reducir este impacto, se han implementado diferentes formas de abordaje:

1. Rotulación: Para concientizar a los trabajadores del Proyecto se han instalado en los accesos a los sitios de obra rótulos de prohibición de alimentar fauna silvestre y en los lugares donde se reúne el personal a almorzar se han pegado rótulos solicitando la correcta manipulación, separación y desecho de los residuos orgánicos (Figura 97).



**Figura 97.** Rótulos instalados en comedores. Proyecto Geotérmico Borinquen.

2. Rutas de inspección: Semanalmente se hacen visitas a los frentes de obra para revisar la separación de residuos y hacer recomendaciones a los encargados de obra (Figura 98). Estas recomendaciones son canalizadas con el encargado de Gestión Ambiental.



**Figura 98.** Rotulación, separación y acumulación de residuos. Proyecto Geotérmico Borinquen, febrero 2023.

### **Rescates de fauna silvestre**

Los rescates de fauna silvestre se llevan a cabo tanto en sitios de obra. Se consideran únicamente los grupos: aves (pichones), mamíferos, reptiles y anfibios. En el caso de los sitios de obra constructivos se realizan en tres etapas que son: previo al aprovechamiento forestal, durante el aprovechamiento forestal y durante movimientos de tierra y escombros.

Durante los rescates se debe portar el equipo de seguridad como botas culebreras, botas de hule o zapato de seguridad, pinzas, ganchos, baldes con su respectiva rotulación para el almacenaje de serpientes venenosas, guantes de cuero y lona, guantes de látex y todo tipo de equipo y herramientas que considere necesario para realizar los rescates.

### **Rescates de fauna silvestre en sitios de obra**

Previo al inicio de las obras, se requiere realizar la búsqueda de fauna para ser reubicada a otras áreas sin intervención.

Anfibios y Reptiles: Se realiza una búsqueda intensiva de los individuos en vegetación, hojarasca, huecos en troncos y troncos caídos que son hábitat y escondite para muchas especies y se procede con la captura para ser removidos a sitios seguros.

Las especies como lagartijas y colúbridos que, consideradas de menor riesgo para la seguridad de los trabajadores, son liberadas en sitios previamente definidos y evaluados. Las serpientes venenosas son capturadas y trasladadas a sitios profundos del bosque primario intervenido, los cuales son lugares lejanos a los sitios de obra, esto por razones de seguridad tanto para pobladores locales como trabajadores del Proyecto.

Para la manipulación y búsqueda de especies peligrosas como serpientes venenosas se utilizan ganchos, pinzas herpetológicas y bolsas de tela, es importante tener en cuenta el peligro que representa esta labor, por tanto, el uso de botas culebreras es indispensable. Para la manipulación principalmente de anfibios es necesario utilizar guantes de látex y cambiarlos cada vez que maneje un individuo ya que algunos patógenos peligrosos o secreciones tóxicas de la piel pueden ser transferidos fácilmente de un animal a otro. En caso de encontrar algún individuo con algún tipo de lesión se procede a realizar una breve consulta al Médico Veterinario del Centro de Rescate para valorar la situación y de ser una lesión que amerite revisión médica será llevado al Centro de Rescate correspondiente.

Mamíferos: Para los rescates de mamíferos se realiza una búsqueda de individuos, se revisan madrigueras y comederos con el fin de identificar sitios prioritarios de atención para las etapas de rescate. Debido a que los mamíferos son animales con mayor facilidad de desplazamiento se efectuará una intervención directa sobre los hábitats y así puedan migrar a áreas seguras, igualmente durante la etapa de corta. Los individuos que no puedan huir, o que se encuentren expuestos a algún riesgo o sufran alguna lesión que necesite atención médica son capturados manualmente y puestos en jaulas para ser transportados al centro de rescate.

Para la realización de estas labores se cuenta con la vacuna antirrábica, equipo de protección como guantes de lona y cuero, cajas de madera y jaulas para un transporte adecuado.

Aves: Al igual que los mamíferos, las aves son un grupo con gran capacidad para huir ante cualquier disturbio. Se rescatan aquellas que resulten con algún golpe o herida durante alguna de las etapas y serán trasladadas al centro de rescate establecido por el Área de Biología.

Se realiza la búsqueda de nidos, los cuales se revisan para saber si están siendo utilizados, abandonados o en proceso de elaboración. De encontrarse alguno en uso es removido a un sitio cercano y seguro ya que existen probabilidades de que los padres localicen los pichones mediante el canto. En caso de que los padres no localicen el nido se considerará recoger los pichones y trasladarlos ya sea al Centro de Rescate o a las instalaciones con que el área de Biología cuenta para vigilancia y atención a fauna rescatada.

## Resultados

A partir del 2023 se retoman las actividades de rescate en frentes de obra y se continúan con los rescates en las lagunas. Antes de iniciar las labores, se conversa con el personal constructivo sobre los trabajos que el área de biología va a efectuar, la importancia de rescatar la fauna del sitio a intervenir, asimismo la importancia que tiene para la seguridad de ellos mismos.

Durante el periodo se rescataron 12 individuos pertenecientes a ocho especies de los cuales nueve corresponden a rescates efectuados en frentes de obra como son los tramos: PLB-07-PLB-09 y PLB-07-Sat-05 y los tres restantes corresponden a rescates hechos en lagunas (Figura 99).



**Figura 99.** Individuos rescatados en frentes de obra y lagunas, taltuza (*Orthogeomys cherriei*), lagartija (*Norops biporcatus*), serpiente bocaracá (*Bothriechis schlegelii*) y sapo común (*Rhinella horribilis*). Proyecto Geotérmico Borinquen.

Todos los individuos fueron liberados exitosamente en áreas previamente definidas, alejadas de sitios de obra y de sitios donde se encuentra personal laborando (Figura 100).



**Figura 100.** Rescate y liberación de serpiente terciopelo, Proyecto Geotérmico Borinquen.

Para facilitar el rescate de fauna en lagunas, se han instalado nuevos dispositivos (Figura 101) que están conformados por sarán y una serie de tubos formando una escalera la cual se coloca en la laguna. En total se tienen cuatro diseños de dispositivos instalados en lagunas todos ellos fabricados con material de desecho aprovechable y cumplen con su finalidad.



**Figura 101.** Dispositivos para rescate de fauna en lagunas, Proyecto Geotérmico Borinquen. Marzo, 2023.

En marzo se registra por primera vez una lagartija llamada comúnmente como anolis liquen (*Norops pentaprion*). Este reptil es arborícola y diurno, se observa principalmente en el dosel del bosque. Sus principales características son que su coloración es similar a la de un liquen y su papada es roja y con una serie de líneas punteadas (Figura 102).



**Figura 102.** Primer registro del anolis liquen (*N. pentaprion*), Proyecto Geotérmico Borinquen. Marzo, 2023.

#### **Traslados a Centros de Rescate. Manejo clínico de especies**

Las especies que resulten con alguna herida, golpe, o lesión que requieran atención veterinaria serán trasladadas al Centro de Rescate Las Pumas ubicado en Cañas, Guanacaste. Para lo anterior, existe un convenio entre el Centro de Rescate y el Proyecto donde se exponen las condiciones por parte de cada una de las partes para el tratamiento clínico de las especies.

Durante el periodo no se efectuaron traslados a Centros de Rescate ni a ningún centro médico veterinario.

#### **Monitoreo del efecto del ruido.**

El monitoreo de ruido se implementa en sitios de obra (área de proyecto) durante pruebas de pozo y áreas pobladas aledañas. Adicionalmente, en los sitios donde se detectan niveles altos de ruido, se implementan medidas ingenieriles para mitigar su incidencia, por ejemplo, en las máquinas perforadoras se aplica encapsulamiento

de motores para mitigar la emisión de ruido y se realizan mantenimientos preventivos para garantizar el óptimo funcionamiento en los sistemas de escape.

De acuerdo con los resultados del monitoreo en sitios de obra, se ha determinado que los niveles de ruido se mantienen en niveles aceptables, por lo que no se requiere de la instalación de pantallas aislantes durante la etapa constructiva del proyecto.

#### **Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación.**

No aplica para el presente periodo de informe.

#### **Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación.**

Dentro del proceso de construcción se considera la compra de luminarias LED con tonos cálidos y de baja temperatura con rangos entre 2700 a 4100 °K, para reducir la atracción de insectos. En los equipos de perforación se viene realizando el cambio progresivo de luminarias halógenas por luz LED amarilla. Estas premisas surgen a partir de estudios con resultados muy positivos en el Proyecto Geotérmico Las Pailas.

#### **Medida MBPGB 11. Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna.**

##### **a). Monitoreo de herpetofauna.**

###### **Reconocimiento por Encuentros Visuales (V.E.S. sus siglas en inglés).**

La técnica consiste en caminar un área o hábitat en un tiempo predeterminado sistemáticamente. Se realizará recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda de individuos. Para la identificación de los individuos se utilizan las guías de campo especializadas: Muñoz F, Dennis R. 2013. Anfibios y Reptiles de Costa Rica, Guía de bolsillo en inglés y español; Savage J. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica; Kubicki B. 2007. Ranas de Vidrio de Costa Rica.

**Reptiles:** Se realizan recorridos mensuales en los sitios previamente establecidos. La técnica utilizada es búsqueda intensiva a lo largo de transectos y se deben

register todos los individuos que se encuentren en un área de aproximadamente 15 metros a cada lado del transecto en un recorrido de tres horas donde se removerán troncos, hojarasca, se revisarán cuevas y vegetación en busca de reptiles. Los muestreos se realizan en recorridos diurnos y nocturnos para aumentar la posibilidad de encontrar especies activas durante ambos periodos. Todo individuo capturado se liberará lo más rápido posible en el mismo sitio donde fue capturado para evitar niveles de estrés innecesarios, el monitoreo de reptiles que se realice no contempla la colecta científica de individuos de vida libre.

Para los monitoreos de reptiles se utilizan ganchos herpetológicos de acero y pinzas herpetológicas (aproximadamente 40 pulgadas de longitud ambos), linternas de cabeza, guantes para manipulación de fauna peligrosa, cámara fotográfica, GPS y equipo complementario como libretas de campo (Figura 103).



**Figura 103.** Monitoreo nocturno de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Borinqueñ, enero 2023.

**Anfibios:** Se realizan muestreos mensuales en sitios previamente establecidos por medio de búsqueda intensiva a lo largo de transectos.

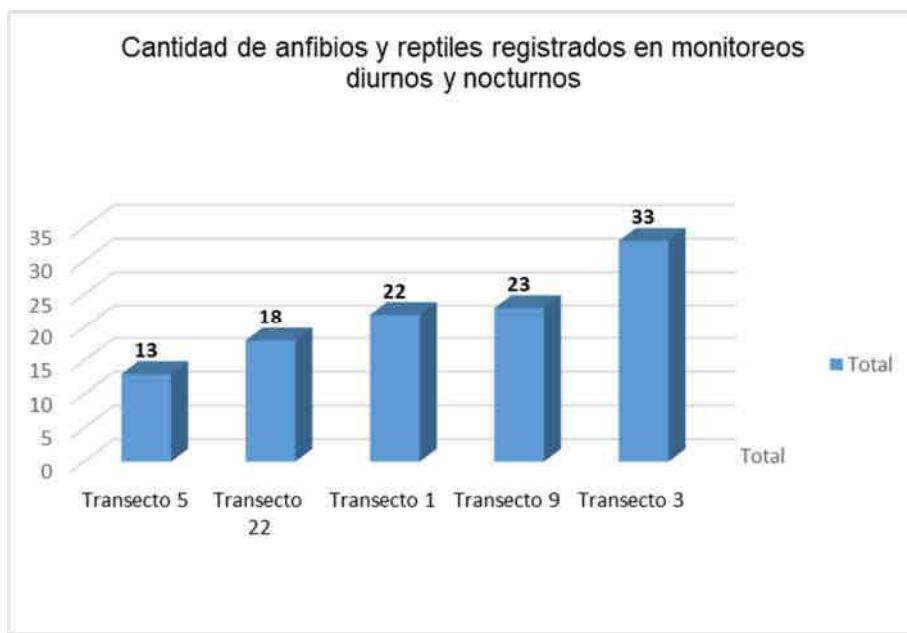
Los anfibios sólo se capturan si su identificación no se logra a simple vista, se manipulan aquellos de los que sea necesario recopilar más información para su identificación, si este proceso no es suficiente se podrá transportar animales en terrarios al laboratorio de biología para la posterior identificación por métodos más detallados. Todo individuo capturado se liberará lo más rápido posible en el mismo sitio donde fue capturado para evitar niveles de estrés innecesarios, el monitoreo de anfibios que se realizará no contempla la colecta científica de individuos de vida libre.

## Resultados

En los monitoreos de herpetofauna se registra un total de 109 individuos distribuidos en 25 especies y 16 familias. Del total de individuos registrados se tiene que 90 corresponden a anfibios mientras que 19 son reptiles. Algunas de estas especies fueron identificadas por vocalizaciones y otras por observación directa del individuo.

Sin embargo, es importante mencionar que en el análisis de los resultados no se incluyen los monitoreos correspondientes a marzo ya que están programados para fechas posteriores a la entrega de este informe. Por lo tanto, la cantidad de registros sería mayor.

En la Figura 104 se observa que el transecto 3 se registra la mayor cantidad de individuos N=33, dato que sobresale con el resto de los sitios de monitoreo debido principalmente al registro de especies de ranas como *Craugastor fitzingeri*, y *Diasporus diastema* (rana campanilla), entre otras.



**Figura 104.** Cantidad de individuos de anfibios y reptiles identificados en los monitoreos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Para el caso de anfibios se reportan especies como la rana (*C. fitzingeri*), la rana verdadera (*L. warszewitschii*), la rana campanilla común (*D. diastema*) y sapo común (*R. horribilis*), entre otros. A continuación, se adjunta evidencia de algunas especies de anfibios (Figura 105).



**Figura 105.** Especies de anfibios identificados en monitoreos diurnos y nocturnos. Rana (*C. fitzingeri*) y rana arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*), Proyecto Geotérmico Borinquen.

Para el caso de reptiles se reportan especies como la terciopelo (*Bothrops asper*), garrobo (*Ctenosaura similis*) la ameiva arcoíris y ameiva centroamericana (*Holcosus undulatus* y *H. festivus*), y los anolis o lagartijas (*Norops cupreus* y *N. biporcatus*) serpiente Bécquer (*Boa imperator*), entre otros. A continuación, se presentan algunas evidencias de los resultados de reptiles (Figura 106).



**Figura 106.** Especies de reptiles identificados en monitoreos diurnos y nocturnos. Gecko bandeado tropical (*Coleonyx mitratus*) y Serpiente coral centroamericana (*Micrurus nigrocinctus*). Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo (Anexo 11) se incluye el listado de anfibios y reptiles identificados en recorridos diurnos y nocturnos del periodo.

**b). Capacitaciones al personal del Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna**

Durante el periodo no se impartieron capacitaciones. Sin embargo, se ha estado conversando con personal sobre diferentes temas relacionados a los procesos que actualmente se ejecutan en el Proyecto, por ejemplo, rescates de fauna silvestre (Figura 107), inspecciones y manejo de residuos.



**Figura 107.** Interacción con personal de frentes de obra para establecer medidas de seguridad e indicaciones para el rescate de fauna silvestre.

### c). Diseño y Establecimiento de Reductores de velocidad

Durante el periodo no se llevaron a cabo trabajos relacionados a la construcción o mantenimiento de reductores de velocidad.

#### Monitoreo de aves

- **Conteo por puntos**

Dentro de los transectos se establecieron puntos de conteo que abarcan una superficie de 20 m de radio y separados 100 m uno de otro, marcados con cinta flammig para establecer la ruta del mismo. Esta técnica de muestreo consiste en registrar todas las especies de aves que se visualicen y/o escuchen dentro del área mencionada anteriormente. Se deben contar todas las especies que se identifiquen en un lapso de 10 minutos, ya sea por observación directa o por canto y se debe evitar contar un mismo individuo más de una vez.

El muestreo de aves se realiza a lo largo de todo el año y la secuencia de visita de cada punto de conteo será diferente entre días de muestreo para poder detectar cambios en la actividad de las aves a lo largo del día. Los datos tomados en campo serán: fecha, localidad, coordenadas geográficas, observador (es). En cada observación se anota: especie, número de individuos, registro visual o auditivo, entre otras. La observación e identificación de las aves se realiza mediante el uso de equipo especializado como binoculares marca Bushnell Legend de 10X42 y cámara fotográfica Panasonic TS 1, y con las guías de campo The Birds of Costa Rica, R. Garrigues y R. Dean, 2007; Guía de Aves de Costa Rica, G. Stiles y A.Skutch, 2003 (Figura 108).



**Figura 108.** Monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, 2023.

Durante el periodo de monitoreo se identificaron 543 individuos distribuidos en 77 especies de 30 familias. La especie más abundante corresponde a la reinita cabecicastaña (*Basileuterus rufifrons*) con 49 registros, seguida por el cuyeo (*Nyctidromus albicollis*) con 45 avistamientos (Figura 109).

En el análisis de los resultados no se incluyen todos los monitoreos ya que su ejecución está programada posterior a la entrega de este informe.



**Figura 109.** Especie de las más abundante durante diciembre 2022 – febrero 2023. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En lo que respecta a estados de conservación, se registran especies con poblaciones reducidas o amenazadas, Vulnerables y Casi amenazadas como son: *Crax rubra* (Pavón), algunos colibríes y tucán pico iris, rapaces, etc (Figura 110).



**Figura 110.** Registro de especies bajo alguna categoría de conservación. Proyecto Geotérmico Borinquen.

### Medida MBPGB 12. Pasos aéreos y terrestres.

Hasta la fecha no se han construido pasos terrestres ni aéreos para fauna silvestre, por dicha razón no se cuenta con información de monitoreo de fauna en estas estructuras.

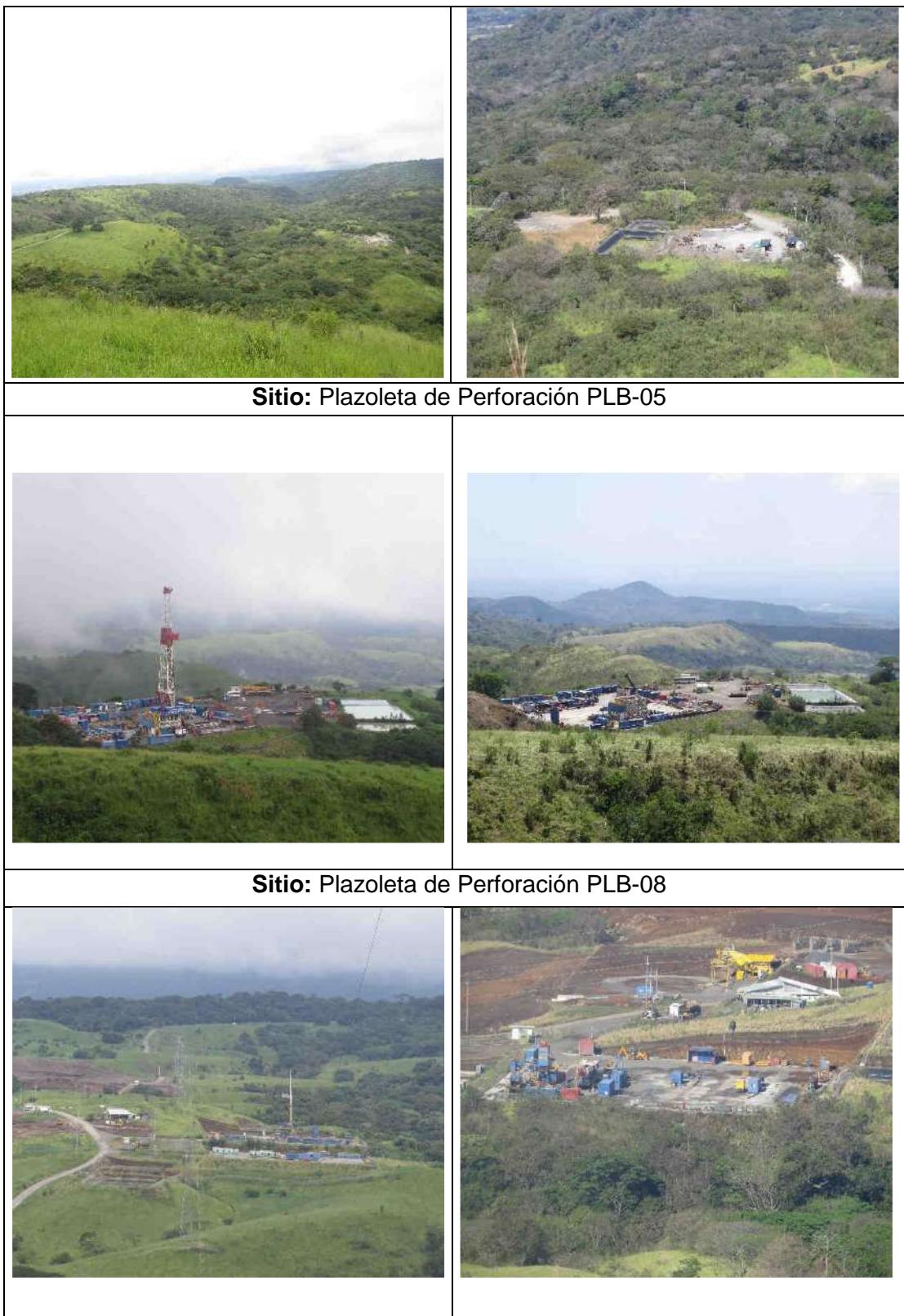
## COMPONENTE SOCIAL

### Medida MSPGB 01. Paisaje.

El Cuadro 31 muestra el monitoreo de paisaje realizado en los sitios del proyecto.

**Cuadro 31.** Registro de Paisaje PG Borinquen, marzo, 2023.

Mes: Noviembre 2022	Mes: Marzo 2023
<b>Sitio:</b> Plazoleta de Perforación PLB-02	
	
<b>Sitio:</b> Plazoleta de Perforación PLB-03	



### **Medida MSPGB 02. Obras comunales.**

Referente a las obras comunales del proyecto, se detallan en el Cuadro 32.

**Cuadro 32. Obras comunales, MSPGB 02.**

<b>Obra Comunal</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Seguimiento</b>
Brindar asesoría técnica a la comunidad Cañas Dulces para determinar la factibilidad de poner en funcionamiento el pozo perforado en el Colegio de Cañas Dulces.	Cañas Dulces	-La medida se encuentra ejecutada. En el momento que se obtuvo la viabilidad ambiental del Proyecto (7/03/2014) el pozo perforado del Colegio se encontraba en operación.
Diseño y construcción de cancha multiusos en la comunidad de Agua Fría.	Agua Fría	-Obra Ejecutada: Inicio 04/09/2018 y finalizo el 15/7/2019. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-12.
Rediseñar el acceso principal de los estudiantes a la Escuela de Curubandé por el costado oeste.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Inicio el 27/06/2018 y finalizo el 17/12/2018. Se reportó como ejecutada en el informe E-815-2012-IRA-08.
Parque de juegos para la comunidad de Curubandé, con instalación de juegos infantiles.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Inicio el 15/11/2018 y finalizó el 17/12/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-09.
Perforación de pozo de agua potable.	El Cedro	-La primera etapa de ejecución (perforación y armado del pozo) inicio el 25/03/2021 y finalizo el 30/09/2021. La ASADA debe gestionar lo referente a la electrificación del pozo.
Dotar de iluminación eléctrica al parque de Buena Vista.	Buena Vista	-Obra Ejecutada. Inicio el 05/12/2019 y finalizó el 18/12/2019. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-13.

### **Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades.**

El mantener un canal adecuado y asertivo de comunicación es uno de los objetivos de la realización de las reuniones comunales. La Gestión Social se encarga de coordinar con la Asociación de Desarrollo Integral o persona de Enlace de las comunidades del AID lo referente a las reuniones, las cuales se realizan cuatrimestralmente.

En dichos espacios se informa sobre el estado de avance del proyecto, seguimiento a las acciones establecidas en el PGA, solicitudes, quejas, entre otros temas. En el informe correspondiente al segundo cuatrimestre se reportará lo referente a las reuniones realizadas en: Agua Fría y Buena Vista. Para el periodo, se realizaron cuatro reuniones (ver Cuadro 33).

**Cuadro 33.** Reuniones comunales, marzo,2023.

Comunidad	Fecha	Cantidad de participantes
Curubandé	07/03/2023	10
Cañas Dulces	15/03/2023	4
El Cedro	16/03/2023	15
El Pital	23/03/2023	5

Los temas abordados en las reuniones comunales fueron los siguientes:

- Estado de avance del Proyecto Geotérmico Borinquen.
- Seguimiento al Plan de Gestión Ambiental.
- Empleo en el proyecto
- Traslado de equipo de perforación
- Construcción de la línea de distribución
- Canales oficiales de la Gestión Social del Proyecto: Línea gratuita 800-GEOTERMIA, correo electrónico: [infogeotermia@ice.go.cr](mailto:infogeotermia@ice.go.cr)

La Figura 111 muestra el detalle de la reunión realizada en la comunidad Curubandé, la Figura 112 en El Cedro.



**Figura 111.** Reunión comunal, Curubandé, marzo, 2023.



**Figura 112.** Reunión comunal El Cedro, marzo, 2023.

#### **Medida MSPGB 04. Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.**

La visita a campos geotérmicos no aplica para el periodo. Los detalles de las obras comunales ejecutadas en Cañas Dulces se muestra en el Cuadro 34.

**Cuadro 34.** Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces, marzo, 2023.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Construcción de un tramo de acera de 50 metros en la salida lateral de la escuela.	Cañas Dulces	-Obra Ejecutada: Inicio el 05/12/ 2017 y finalizo el 8/12/2017. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de un reductor de velocidad.	Cañas Dulces	-Obra Ejecutada: Inicio el 26/11/2018 y finalizo 30/11/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-13.

#### **Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales.**

Referente a la ejecución de actividades de Educación Vial en Centros Educativos, se coordina la realización de dichas actividades, el reporte se realizará en el segundo Informe de Regencia Ambiental.

En cuanto a las obras comunales, el Cuadro 35

Cuadro 35 muestra la información correspondiente.

**Cuadro 35.** Avance Obras Comunales MSPGB 05, marzo, 2023.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé.	Curubandé	Obra Ejecutada: Inicio el 21/06/2017 y finalizo el 7/09/2017. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-07.
Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/07/2015.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/7/2015.
Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge.	San Jorge	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/7/2015.

#### **Medida MSPGB 06. Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.**

En cuanto a las medidas de ahorro energético, el campamento ubicado en Curubandé cuenta con áreas comunes para el esparcimiento y disfrute de los alimentos, evitando que dentro de las habitaciones los (as) funcionarios (as) tengan televisores, refrigeradoras u otros artículos de consumo eléctrico. Para la iluminación de los pasillos, dormitorios se utilizan fluorescentes, etiquetas de ahorro energía, además de ahorro de agua la Figura 113 muestra el ejemplo.



**Figura 113.** Medidas para el ahorro energético, campamento Curubandé, 2023.

Durante el horario nocturno, el servicio de vigilancia del campamento realiza un recorrido por las diversas áreas para verificar que la iluminación sea la necesaria según horario. En los pasillos se pueden visualizar estaciones para reciclaje ( Figura 114).



**Figura 114.** Estaciones de reciclaje, campamento Curubandé, 2023.

#### **Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal.**

Para el periodo se recibió una solicitud relacionada al mejoramiento de infraestructura (mano de obra para la construcción de obras complementarias del EBAIS de Curubandé), la misma se encuentra en proceso de análisis interno.

#### **Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial.**

Para la realización de mejoras de la superficie del ruedo de la ruta oficial al proyecto, previamente se realiza un criterio técnico sobre el estado de la vía para el tránsito vehicular de los equipos, vehículos asociados a la construcción y perforación del yacimiento. Para este periodo se tiene programado la intervención al camino, no obstante, se cuenta con el visto bueno de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Liberia (UTGV). Finalizados los trabajos, se coordina la firma de finiquito de obra (recibido conforme).

Las obras comunales referentes a infraestructura vial se detallan en el Cuadro 36.

**Cuadro 36.**

**Cuadro 36.** Avance Obras Comunales MSPGB 08, marzo, 2023.

Obra Comunal	Seguimiento
Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría.	-Se cuenta con la aprobación del Diseño Final por parte de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Liberia. -Se tramita decreto de conveniencia para la actividad de corta de árboles. -Debido a la reprogramación de las obras del Proyecto, la posible ejecución sería en el 2025.
Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Tizate de 15 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre la comunidad El Pital y Hoteles Buena Vista y Borinquen.	-Obra Ejecutada. Inicio el 02/04/2018 y finalizo el 10/04/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de 1 km de acera en la ruta principal que atraviesa la comunidad de Cañas Dulces entre la salida del EBAIS en dirección a la localidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 03/01/2018 y finalizo 24/4/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de un reductor de velocidad en las cercanías del salón de reuniones (cuarto extracción de miel) de Agua Fría.	-Obra Ejecutada: Inicio el 18/02/2021 y finalizó el 18/02/2021. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-15.

**Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.**

Se solicitó al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) cursos de Inglés y Servicio al Cliente. Durante el periodo, el INA aprobó la realización del curso de inglés para la comunidad de Curubandé, por lo cual durante el periodo se coordina se coordina lo referente a la divulgación del curso.

### **Medida MSPGB 10. Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.**

Con relación a las actividades de Educación Ambiental, durante el periodo se coordina con los Centros Educativos la realización de las charlas.

Referente a las obras comunales el Cuadro 37 muestra el detalle según seguimiento.

**Cuadro 37.** Avance Obras Comunales MSPGB 10, marzo, 2023.

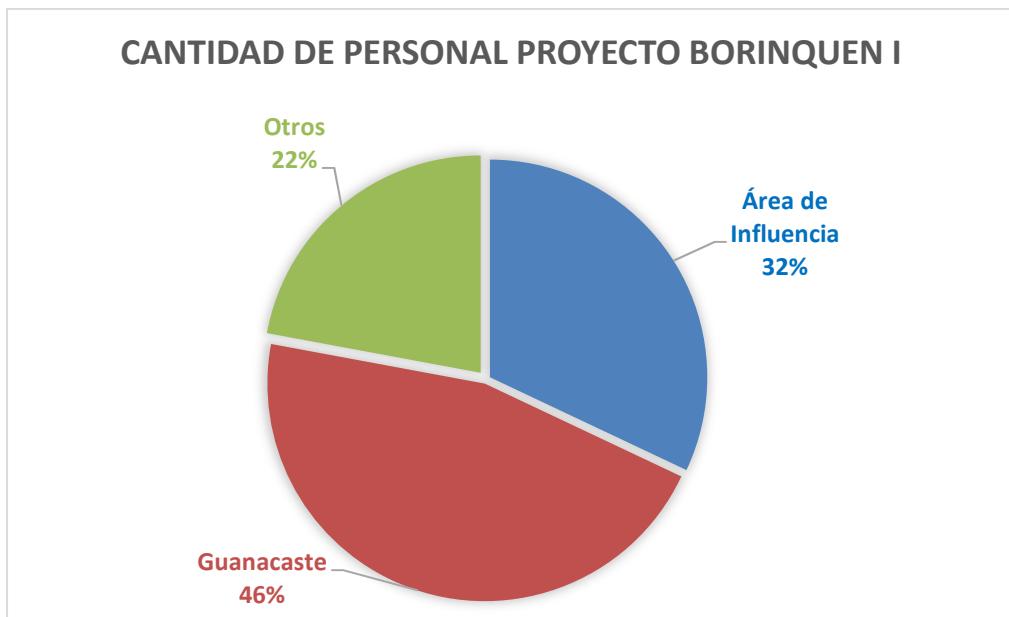
Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Cambio de techo, cielo raso e instalación eléctrica de dos aulas de la Escuela Buena Vista.	Buena Vista	-Obra Ejecutada: Inicio el 27/11/2019 y finalizo el 18/12/2019. Se reportó como ejecutada en el Informe: E-815-2012-IRA-12.
Iluminación de salón multiusos Escuela Buena Vista.	Buena Vista	-Debido a la actualización de la programación de obras del Proyectos, la posible fecha de ejecución sería en el 2024.
Construcción de un aula académica de 6 x 9 metros cuadrados para la Escuela de Curubandé.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Inicio el 12/09/2018 y finalizo el 17/12/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-09.

### **Medida MSPGB 11. Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.**

La gestión ante FONATEL fue reportada en el Informe de Regencia E-815-2012-IRA-12, “Formulario para la recepción de Iniciativas de Proyectos de Acceso Universal, Servicio Universal y Solidaridad”.

### **Medida MSPGB 12. Capacitación y contratación de personal en comunidades.**

Del personal asociado al proyecto el 32% pertenece al área de influencia, el 46% a la provincia de Guanacaste. Cabe destacar que, dicho recurso humano se pertenece a la perforación del yacimiento, obras constructivas y áreas operativas de Fuentes Geotérmicas. Los datos corresponden al periodo de: 01 de noviembre 2022 al 06 de marzo 2023. La Figura 115 muestra el detalle.



**Figura 115.** Cantidad de recurso humano Proyecto, marzo, 2023.

En relación al tema de capacitación en comunidades ver el detalle en Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.

Por otra parte, en el presente periodo se han realizado cinco inducciones socioambientales aplicadas al personal de nuevo ingreso, dentro de las cuales se imparte la inducción del Sistema Integrado de Gestión (SIG), y las disposiciones de comportamiento en comunidades. Así mismo se realizó un entrenamiento o reforzamiento sobre el tema de mano de sustancias peligrosas y atención de derrames. No se aplica las inducciones específicas, inducción de arqueología. El Cuadro 38 describe las acciones de capacitación del personal realizadas:

**Cuadro 38.** Programa de educación del personal.

Educación Ambiental	Cantidad de Charlas	Participantes
Inducción SIG	5	8
Inducción Disposiciones de Comportamiento en Comunidades	2	4
Inducción específica	0	0
Inducción de Arqueología	0	0
Entrenamientos	1	32

Educación Ambiental	Cantidad de Charlas	Participantes
Charlas Cortas	1	22

Fuente: Registros de educación socioambiental al personal, marzo 2023.

### **Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.**

En el E-8715-2012-IRA-01 se reportó la información relacionada a las giras y negociaciones con los representantes del Hotel Borinquen, para el respectivo cambio de ruta de los tours a caballo. La implementación de la “Ruta de la Geotermia” no aplica para el periodo.

### **Medida MSPGB 14. Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.**

A nivel del proyecto, los vehículos alquilados (maquinaria u otros) deben portar en el parabrisas un rótulo a color con el logo del ICE y nombre del proyecto ( a ejemplo la Figura 116). Respecto a los vehículos institucionales, estos se encuentran debidamente identificados. (Figura 117).

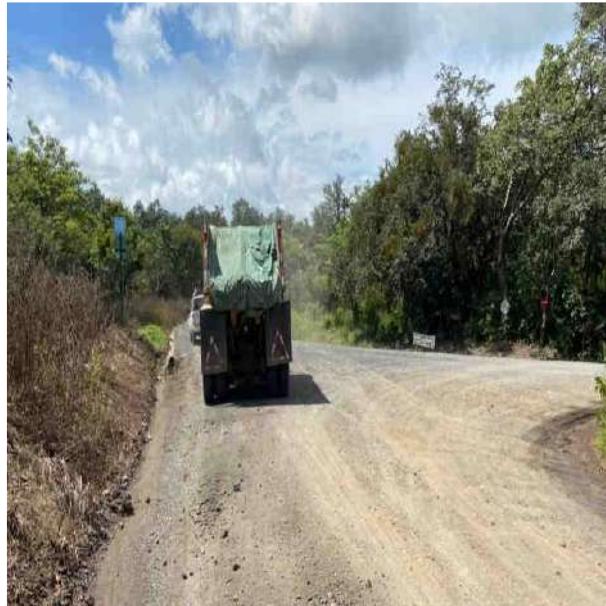


**Figura 116.** Maquinaria alquilada Proyecto.



**Figura 117.** Vehículo institucional.

Las vagonetas que circulan por las comunidades deben de utilizar cobertores para minimizar los efectos del factor polvo, a ejemplo la Figura 118.



**Figura 118.** Circulación de vagoneta con el respectivo cobertor.

Mediante autorización de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Liberia (UTGV) y el Departamento de Ingeniería y Tránsito, se colocaron rótulos informativos de paso de maquinaria pesada en la ruta de acceso principal al proyecto. El detalle en la Figura 119.



**Figura 119.** Rotulación paso de maquinaria, ruta proyecto, marzo, 2023.

Uno de los temas que se informa en las reuniones de seguimiento comunal es lo relacionado a las normas de comportamiento del personal del Proyecto, límites de velocidad establecidos en centros de población cuyos caminos se encuentren en lastre y frente a viviendas (25 km/h), y los medios oficiales para reportar quejas, inconformidades: línea gratuita 800-436-837-642 ( se les suministra el horario de atención), correo electrónico: [infogeotermia@ice.go.cr](mailto:infogeotermia@ice.go.cr).

La Figura 120 y Figura 121 muestra el informativo sobre lineamientos para la ejecución de trabajos en Campos Geotérmicos.

Lineamientos para la ejecución de trabajos

## Campos Geotérmicos

**Por su seguridad:**



- Utilice siempre el equipo de protección personal.
- No consuma drogas ni alcohol en horas laborales.
- No porte armas de fuego.
- Utilice adecuadamente las instalaciones sanitarias.

**En trabajo, sitios públicos, comunidades:**



- Prohibido fumar en sitios de obras o lugares con restricción en las comunidades.
- Mantener un trato respetuoso y cordial con todas las personas.
- Respetar a la propiedad privada, solamente ingreso con el respectivo permiso del propietario (a).
- No consumir, ni utilizar recursos que se encuentren en propiedad privada donde la institución realiza trabajos.
- En los centros de población donde las calles se encuentran en lastre y frente a viviendas, conducir a 25 km/h y aplicar normas de cortesía.
- La línea gratuita 800-GEOTERMIA (800-436-837-642) es el medio oficial para que las comunidades de los Campos Geotérmicos reporten comportamientos inadecuados de funcionarios (as) de la institución.

**Proteja el ambiente:**



- Realizando el mantenimiento y lavado de vehículos en sitios autorizados.
- Evitando generar derrames de contaminantes como derivados del petróleo.
- Realizando la separación y clasificación de los residuos sólidos en sitios establecidos.
- No extrayendo o dañando la flora y fauna, ni alimentando animales silvestres.
- No realizar quemas de residuos y vegetación.
- No extraer, remover o destruir piezas o fragmentos arqueológicos.

**Figura 120.** Informativo sobre lineamientos para la ejecución de trabajos en Campos Geotérmicos, marzo, 2023.

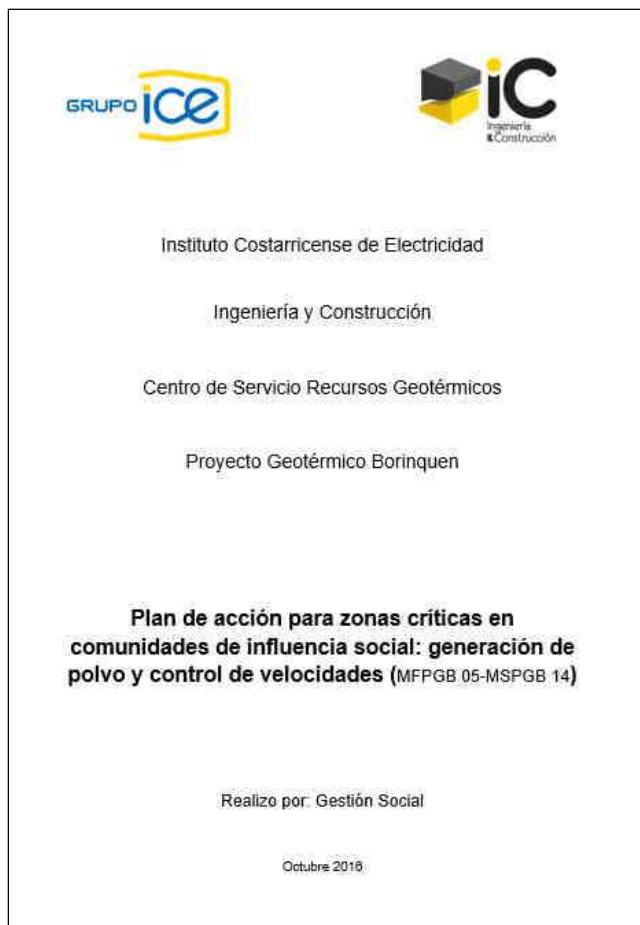
Campos Geotérmicos: Lineamientos para la ejecución de trabajos

Comunicación Ingeniería y Construcción  
Para: [@ZEE IC Borinquen](#); [@ZEE RG, USUARIOS CORREO](#)

martes 20/12/2022 11:21

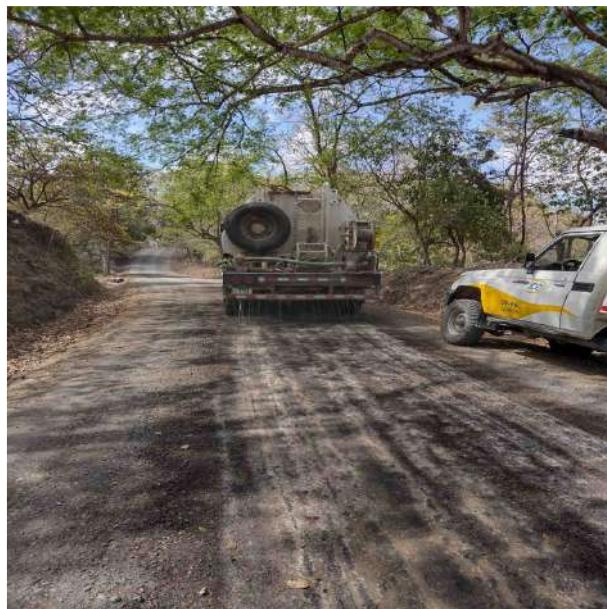
**Figura 121.** Informativo enviado a colaboradores, lineamientos para la ejecución de trabajos en Campos Geotérmicos, marzo, 2023.

No obstante, se cuenta con el Plan de acción para mitigar el efecto del factor polvo y control de velocidades ( Figura 122).



**Figura 122.** Plan de Control de Velocidades, Proyecto Geotérmico Borinquen, marzo 2023.

Para el periodo se procedió con la implementación de riego en las comunidades del área de influencia cuya capa de rodamiento se encuentra en lastre y frente a viviendas. La Figura 123 muestra el detalle.



**Figura 123.** Implementación de riego en comunidades, marzo,2023.

Según información suministrada por el Área de Salud de Liberia, para el segundo semestre 2022 (se incluye la información julio-diciembre) no se presentaron Infecciones Respiratorias Agudas Superiores (IRAS) según tipo, en los EBAIS de las comunidades Curubandé, Cañas Dulces y Buena Vista.

**Medida MSPGB 15. Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas.**

La manipulación, almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en sitios de perforación se detalla ampliamente en la medida MFPGB 13, la logística asociada al transporte de sustancias y residuos peligrosos se contrata bajo el cumplimiento de los decretos DE 40705 S, DE 24715 MOPT MEIC S: y DE 27008 MEIC MOPT, Sin embargo, para este periodo no se realizaron despachos de residuos peligrosos para coprocesamiento.

En los centros educativos de Curubandé, Cañas Dulces y Buena Vista se han realizado charlas de Seguridad Vial impartidas por el personal de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y Fuentes Geotérmicas. Ver Medida MSPGB 05. Educación vial

y obras comunales. Las obras comunales referentes a la medida MSPGB 15 realizadas se detallan en el Cuadro 39.

**Cuadro 39.** Avance Obras Comunales MSPGB 15, marzo, 2023.

Obra Comunal	Seguimiento
Construcción de 2 reductores de velocidad en la comunidad El Cedro.	-Obra Ejecutada: Inicio el 5/03/2018 y finalizo el 8/03/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de aceras 125 metros de longitud, en la comunidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 22/11/2017 y finalizo el 30/11/2017. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Colocación de dos reductores de velocidad, señalización peatonal para el paso de estudiantes, en la comunidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 05/03/2018 y finalizo el 8/03/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Diseñar y construir una ruta alterna para evadir el paso vehicular por el centro de la localidad de El Cedro (Acarreo de agregados).	No aplica para el periodo. La misma aplicaría en el caso de que la extracción de material se realice desde el Tajo Los Conejos, actualmente este Tajo no se encuentra habilitado para extracción minera.

#### **Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación.**

Para el periodo se programó el traslado del equipo de perforación N°2 National 110-E. La información sobre dicha actividad fue suministrada a las partes interesadas del proyecto. La Figura 124 muestra el informativo confeccionado y Figura 125 la entrega del informativo en la comunidad El Cedro.



**ice** Instituto Costarricense de Electricidad  
Gerencia de Electricidad  
Proyecto Geotérmico Borinquen I

### Traslado de Equipo de Perforación

Informa sobre la movilización del equipo de perforación N° 2-National 110-E desde el parque geotérmico N°25 del Proyecto Geotérmico Borinquen al PGM-62 del Campo Geotérmico Alfredo Marnier Pratti, Fortuna, Bagaces.

**La ruta involucra el paso por los siguientes sectores:**

- Hotel Buena Vista - El Petal - El Cedro-Los Goytanes
- Interamericano Norte - Barrio Las Cazuelas, Ilagaces - Salitrera - San Pedro, Mogote
- Cementerio de Guayabo - Río Blanco - Sector La Sagrada

**Fecha del traslado:** Del 13 de marzo al 02 de abril, 2023. (Lunes a Domingo).

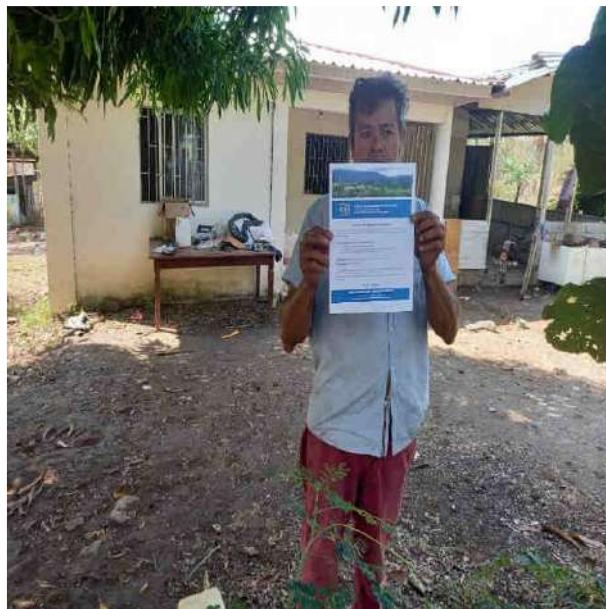
**Horario diario:** 7:00 am a 5:00 pm.

El personal ICE realizará control del tránsito vehicular, mediante vehículo escolta para cargas largas y anchas con el propósito de brindar seguridad y fluidez en carretera.

Agradecemos considerar este traslado dentro de sus actividades diarias y transitar por las vías con precaución.

Para más información:  
**Línea gratuita**  
**800-436-837-642 (800GEOTERMIA)**  
Horario: L-V de 7:00 am a 5:00 pm  
Correo electrónico: [infogeotermia@ice.go.cr](mailto:infogeotermia@ice.go.cr)

**Figura 124.** Comunicado, traslado de equipo de perforación, marzo, 2023.



**Figura 125.** Entrega de comunicado, comunidad, El Cedro, marzo, 2023.

**Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades.**

El comportamiento adecuado en las comunidades del AID, el respeto a los (as) vecinos (as) es uno de los temas que se abarcan en las charlas de inducción al personal contratado por el proyecto, además se informa sobre:

- Manejo de Residuos
- Prevención y Contención de Derrames de Sustancias Peligrosas
- Controles Operacionales
- Comportamiento en comunidades.

La Figura 126 muestran la lista de asistencia del personal que recibió la charla.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		Glosa: F06-05-01 Versión: B Página: 1 de 2	Código: F06-05-01 Versión: B Página: 1 de 2	
 <b>Título:</b> Formación al personal		Efectuado por: Gestión del Sistema	Efectuado por: Gestión del Sistema	
Aplicado por: Jefe de Negocio IC		Hasta el año de 2019/2020	Aplicado por: Jefe de Negocio IC	
<b>FECHA:</b> 16/01/2023 <b>LUGAR:</b> P6 - Balaguer		<b>FECHA:</b> 20/01/2023 <b>LUGAR:</b> Vivienda P6 - Balaguer		
<b>HORA INICIO:</b> 6:30 <b>HORA FINAL:</b> 7:30 <b>TOTAL HORAS:</b> 1h		<b>HORA INICIO:</b> 7:00 <b>HORA FINAL:</b> 8:30 <b>TOTAL HORAS:</b> 1.5h		
<b>INSTRUCTOR (ES)</b>		<b>INSTRUCTOR (ES)</b>		
José David Lora Tortíz		José David Lora Tortíz		
<b>TOTAL ASISTENTES:</b> 11		<b>TOTAL ASISTENTES:</b> 12		
CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO UTILIZADO PARA LA FORMACIÓN			VERSIÓN
	Inducción del Personal			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestión Socioambiental (SIG-CS CON Disposiciones de Comportamiento)</li> </ul>			
PERSONAL FORMADO				
NOMBRE	FIRMA	CEDULA	CENTRO FUNCIONAL	
José David Lora Tortíz		5034-0794	Kellogg	
	UL			
CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO UTILIZADO PARA LA FORMACIÓN			VERSIÓN
	Inducción del Personal			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestión Socioambiental (SIG-CS CON Disposiciones de Comportamiento)</li> </ul>			
PERSONAL FORMADO				
NOMBRE	FIRMA	CEDULA	CENTRO FUNCIONAL	
Juan Raúl Alvarado		6.324.732	Kellogg	
Rodrigo Gutiérrez Alvarado		5.277.617	16.100	
	UL			

**Figura 126.** Charla inducción personal PG-Borinquen, marzo, 2023.

El campamento del proyecto ubicado en la comunidad de Curubandé, ofrece al personal contratado diversos espacios de esparcimiento como sala de billar, cancha fútbol 5, gimnasio, sala de televisión, esto con el objetivo de generar convivencia y salud mental para los trabajadores (ver Figura 127).



**Figura 127.** Espacios de esparcimiento campamento Curubandé, 2023.

#### **Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico.**

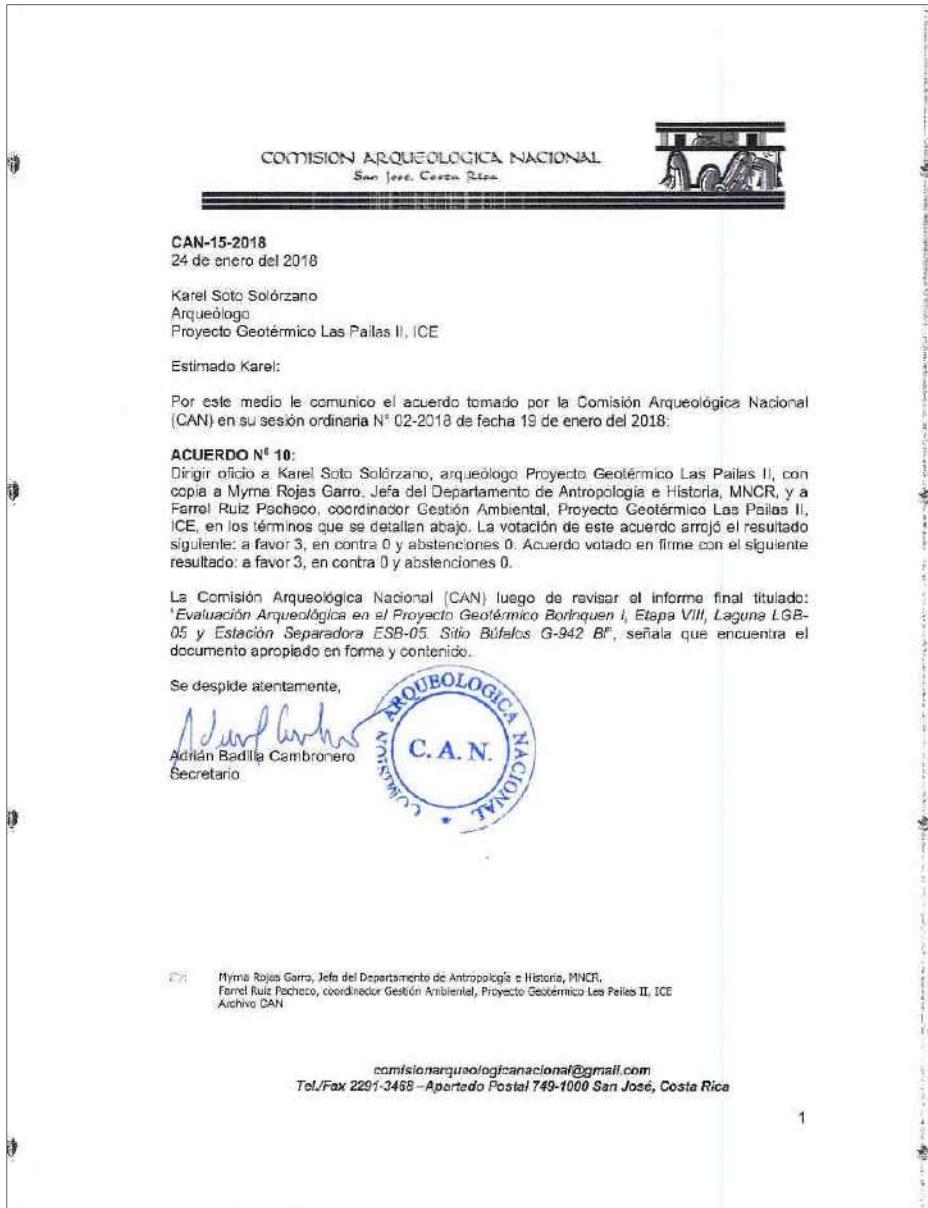
La medida “MSPGB 18” que consta en el Expediente Administrativo del Proyecto Geotérmico Borinquen (D1-8715-2012 SETENA-EsIA), establece las pautas a seguir en lo referente al hallazgo o identificación de elementos que constituyan parte del patrimonio arqueológico costarricense dentro del campo geotérmico o en su área de impacto, buscando prevenir cualquier posible afectación ante el desarrollo de obras constructivas y facultando una adecuada gestión y conservación de los restos culturales prehispánicos.

De esa forma, se ejecutan constantemente prospecciones, evaluaciones y supervisiones de movimientos de tierra en los sitios de obra con la finalidad de que los elementos patrimoniales sean identificados anticipadamente y, así, evitar su posible destrucción o alteración; también, con cierta regularidad se capacita al personal del P.G. acerca del proceder en casos particulares que involucren materiales arqueológicos o, bien, respecto a los resultados de procesos investigativos específicos desarrollados en el Proyecto.

#### **Supervisión arqueológica de movimientos de tierra en Laguna LGB-05**

El 10 de enero de 2023, se inició la supervisión arqueológica de movimiento de tierras para la construcción de la laguna de reinyección LGB-05, ya que el desarrollo de la obra impactará parte del sitio arqueológico Búfalos (G-942 Bf), según la base de datos acerca del registro de yacimientos arqueológicos del Museo Nacional de Costa Rica. La supervisión de los trabajos se efectuó en cumplimiento con la ley

nº6703 y en seguimiento a las recomendaciones del arqueólogo Lic. Karel Soto en su informe de evaluación arqueológica (Soto, 2018); las cuales, a su vez, fueron aprobadas por la Comisión Arqueológica Nacional mediante el oficio CAN-15-2018 (ver Figura 128).



**Figura 128.** Resolución de la Comisión Arqueológica Nacional sobre la evaluación arqueológica para la laguna de reinyección LGB-05.

La supervisión arqueológica de movimientos de tierra para la obra referida estuvo a cargo del arqueólogo Lic. Jorge A. Ramírez Fernández; quien una vez que se definió la fecha de inicio para los trabajos, procedió a informar al Departamento de

Antropología e Historia del MNCR el día 4 de enero, de acuerdo con la legislación vigente (Figura 129). Ante lo cual, el 9 de enero, mediante correo electrónico, la jefa del DAH, Dra. Myrna Rojas Garro, confirmó el recibido de la nota, aprobó el proceder e indicaba el pendiente de entrega de un informe al finalizar los trabajos.



**Figura 129.** Carta al DAH para informar acerca del inicio de los movimientos de tierra en laguna LGB-05.

Los trabajos de supervisión arqueológica se concentraron en la inspección de las labores propias de la maquinaria pesada, específicamente en la eliminación de los primeros 80 cm de subsuelo, al coincidir esa profundidad con el estrato cultural; es

decir, la capa de suelo que contiene restos arqueológicos, según las averiguaciones de Karel Soto durante la evaluación efectuada (Figura 130). Según la normativa vigente, mientras se esté removiendo suelo que contenga restos culturales, la supervisión por parte del profesional a cargo debe hacerse a tiempo completo para identificar y dar un manejo adecuado ante cualquier hallazgo súbito que pueda acaecer y, con ello, evitar su probable afectación.

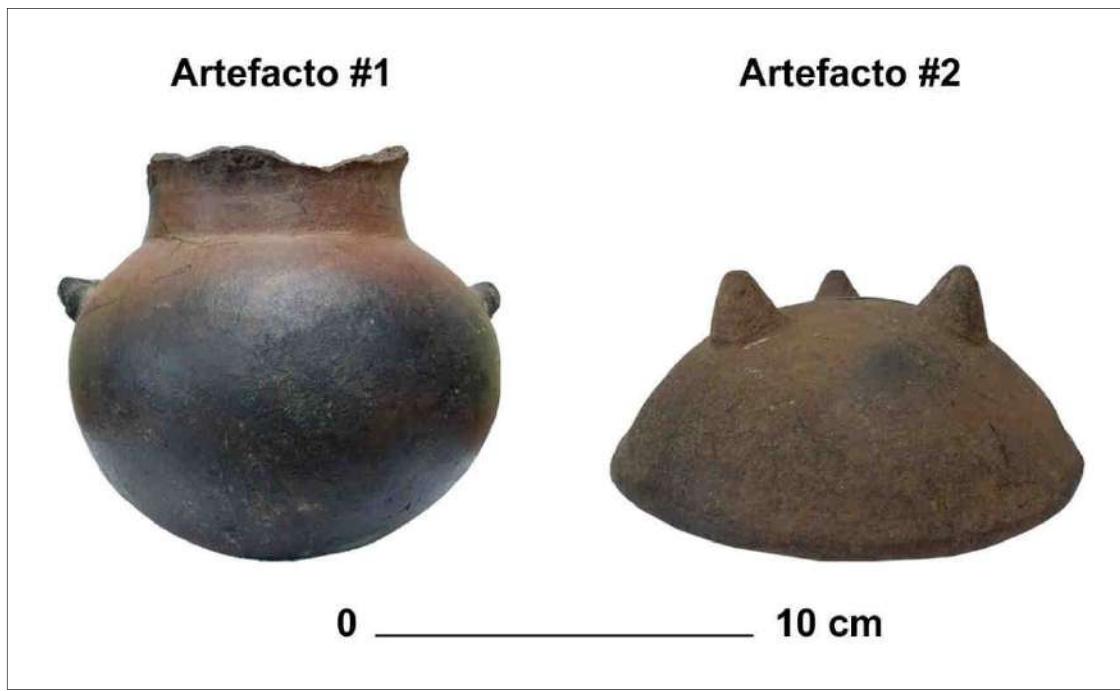


**Figura 130.** Movimientos de tierra en laguna de reinyección LGB-05.

Durante la supervisión de movimientos de tierra no hubo hallazgos culturales o situaciones que ameritaran detener los trabajos de forma prolongada, observándose sólo material fragmentario ocasionalmente y en densidades muy poco significativas; los restos identificados corroboran las averiguaciones efectuadas en estudios arqueológicos previos del sitio, evidenciando ciertamente una asociación cronológica con el período Bagaces (300-800 d.C.), al establecerse comparaciones modales y estilísticas en ceramios identificados como de los tipos Los Hermanos Beige y Yayal Café, principalmente.

Mientras se ejecutaba la supervisión arqueológica, el 28 de enero, al realizarse un corte en el terreno se dio el hallazgo súbito de dos artefactos cerámico; tras lo cual, se realizó una limpieza manual de un área circundante de dos metros a la redonda para determinar si se trataba de un hallazgo aislado y si las vasijas estaban asociadas o no a algún rasgo o estructura precolombina. Luego de efectuadas las indagaciones respectivas se verificó que las vasijas no tenían asociación con otros elementos culturales, por lo que los artefactos fueron recogidos y el hallazgo fue notificado al Museo Nacional, para que este ente determinara el proceder ante esta situación fortuita (Figura 131).

A partir de la notificación al MNCR, funcionarios del DAH (Dra. Myrna Rojas Garro y Lic. Felipe Solís Del Vecchio) realizaron una visita al Proyecto para reconocer los artefactos recuperados, así como el contexto en donde se dio el hallazgo; lo anterior, se llevó a cabo los días 9 y 10 de febrero, respectivamente. Tras ello, se determinó que ciertamente se trataba de un hallazgo casual y que gracias a la supervisión de los movimientos de tierra se pudieron recolectar los artefactos y prevenir su destrucción; las vasijas halladas, cabe mencionar, son de suma importancia para el entendimiento del sitio arqueológico y la comprensión del contexto en sí, ya que se trata de la única muestra artefactual recuperada para el yacimiento arqueológico Búfalos (G-942 Bf), hasta el momento (Figura 132).



**Figura 131.** Artefactos cerámicos encontrados durante la supervisión de movimientos de tierra en laguna LGB-05, sitio Búfalos (G-942 Bf).

Los artefactos recuperados fueron llevados al laboratorio de arqueología situado en el campamento del ICE en Curubandé, allí se limpiaron y se procesaron para su registro y análisis. Eventualmente, el 27 de febrero se entregaron al Departamento de Protección del Patrimonio Cultural del MNCR para su custodia y resguardo, en concordancia con la legislación costarricense (Figura 133).

 <b>MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA</b> Departamento de Antropología e Historia					
<b>Museo Nacional de Costa Rica</b>		1. Nº consecutivo:	<b>DAH-2023-I-004</b>		
2. Fecha de la gira 8, 9 y 10-02-2022	Día de visita 10-02-2023		Día 10	Hora inicio/final 08:15 / 09:30 am.	
3. Lugar visitado	Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste, proyecto Geotérmico Borinquen				
4. Funcionarios	Felipe Solís Del Vecchio y Myrna Rojas Garro				
5. Responsable	Felipe Solís Del Vecchio				
6. Proyecto	Sitios en Riesgo				
7. Objetivo(s)	Objetivo: supervisión de trabajo de monitoreo de movimiento de tierra llevado adelante por el arqueólogo Jorge Ramírez en zona ocupada por el monumento Búfalos (G-942 Bf).				
8. Antecedentes	<p>En 2018, como parte de los trabajos de investigación arqueológica para el Proyecto Geotérmico Borinquen, se evaluó el denominado sitio Búfalos (G-942Bf) pues en ese espacio se pensaba desarrollar la denominada Laguna 5 (Soto 2018, Hernández 2018). En su momento se efectuaron más de 300 pozos de sondeo en los cuales se recolectó un poco más de 300 fragmentos cerámicos y alguna lítica. Dentro de los tipos cerámicos se identificó Los Hermanos Beige, Guinea Inciso, Yatal Café, Chávez Blanco sobre Rojo Cabuya Polícromo y Mora Polícromo. Basado en estos materiales, se consideró que el sitio tuvo ocupación durante los períodos Bagaces (300 - 800 d.C.) y Sapoá (800 – 1350 d.C.) (Soto, 2018.).</p> <p>Como parte de las recomendaciones emitidas, el monitoreo de movimientos de tierra había sido una ellas, pues, aunque existía un monumento arqueológico los volúmenes de materiales culturales eran relativamente bajos y la evaluación no encontró rasgos culturales o estructuras específicas (Soto 2018). A inicios del 2023 el ICE contrató al arqueólogo Jorge Ramírez para que llevará adelante dicha supervisión. Precisamente, mediante un correo electrónico enviado a la jefatura del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica el día miércoles 1 de febrero, el mismo Ramírez informaba que; durante la supervisión de movimientos de tierra que realizaba la maquinaria pesada, el día 28 de enero, se encontraron dos artefactos cerámicos (una vasija con asas y un plato trípode).</p> <p>Ramírez indica que debido a que el hallazgo se llevó a cabo un día sábado, y con el fin de proteger la integridad de los mismos procedió a su recolección y se limpió un área de alrededor de 2 m<sup>2</sup> para determinar si el hallazgo estaba asociado a un rasgo cultural, no obstante, se concluyó que los mismos estaban aislados. Además, para proteger su integridad, los objetos fueron</p>				
<small>Informe Dah-2023-I-004: Monitoreo movimientos tierras en Laguna 5, monumento Búfalos (G-942 BF).</small> <small>Página 1 de 5</small>					

**Figura 132.** Informe de inspección emitido por el DAH-MNCR.

La supervisión de movimientos de tierra, en lo referente a la remoción del estrato cultural (hasta los 80 cm bajo superficie), finalizó el 23 de febrero y se hizo entrega del informe final al DAH-MNCR el 10 de marzo; la respuesta de parte de la institución fue un acuse de recibido mediante correo electrónico, con lo que se procedió a archivar el documento en el expediente del monumento arqueológico en cuestión. A pesar de que los movimientos de tierra correspondientes a la construcción de la Laguna LGB-05 continuarán en los próximos meses, ya estos han sobrepasado el estrato cultural y, dado que no se asocian restos por debajo de los 80 cm del subsuelo, las supervisiones se seguirán haciendo de forma quincenal para prevenir cualquier posible aparición de restos culturales a profundidades mayores (Figura 134).



**Figura 133.** Oficio DAH-2023-O-031, que autoriza la recolección de los artefactos recuperados y su entrega al DPPC.



**Figura 134.** Portada del informe de supervisión de movimientos de tierra para la obra Laguna de Reinyección LGB-05, sitio arqueológico Búfalos (G-942 Bf).

Ahora, si bien se da por concluida la supervisión arqueológica de los movimientos de tierra asociados al desarrollo constructivo de la laguna de reinyección LGB-05, se indica en el informe derivado que “*respecto a la Estación Separadora ESB-05, cuando se defina el inicio de los movimientos de tierra correspondientes a esta obra, los mismos deberán ser igualmente supervisados por un profesional*”; lo cual, debe ser acatado, en cumplimiento con la normativa legal.

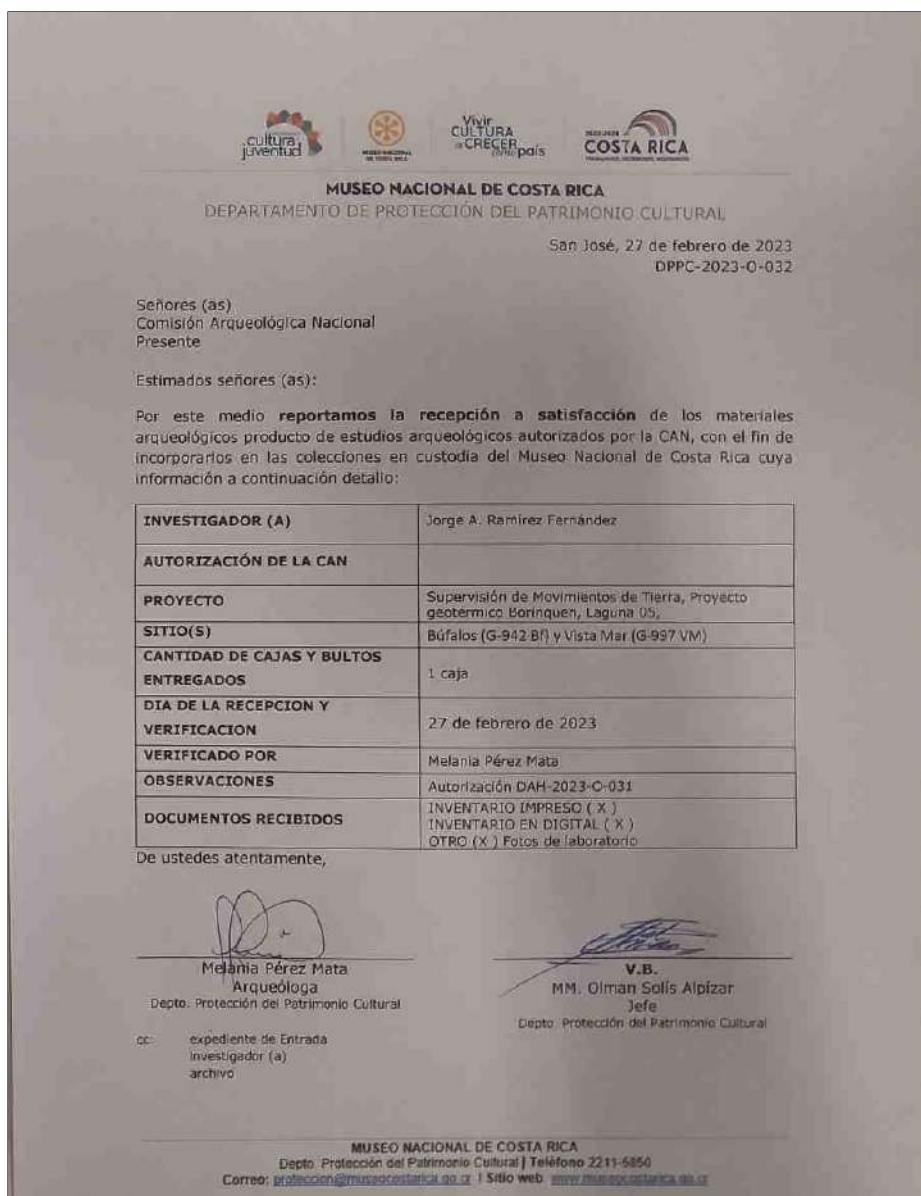
### Hallazgo arqueológico súbito

Por otro lado, al momento que se realizaba la supervisión de movimientos de tierra, el 23 de febrero, durante una limpieza de cubierta vegetal efectuada en la Escombrera 1, trabajadores del área de Ingeniería y Construcción hallaron un aparente instrumento lítico, por lo que se hizo un reconocimiento de este para verificar su naturaleza; tras lo cual, se corroboró que se trataba de una mano de moler cilíndrica, efectivamente, de origen prehispánico (Figura 135). Inmediatamente, se comunicó el hallazgo al Museo Nacional y se obtuvo la aprobación para recolectar el mismo y, posteriormente, entregarlo al Departamento de Protección al Patrimonio Cultural; junto con las vasijas halladas en la supervisión de movimientos de tierra para la Laguna LGB-05 (Figura 133).



**Figura 135.** Mano de moler asociada al sitio Vista Mar (G-997 VM), Escombrera 1.

Cabe mencionar que, luego de realizadas las gestiones correspondientes, el 25 de febrero se hizo entrega de los tres artefactos referidos (dos vasijas cerámicas y una mano de moler en roca volcánica) al Departamento de Protección al Patrimonio Cultural ubicado en Pavas, San José, para su resguardo y conservación a perpetuidad (Figura 136).



**Figura 136.** Oficio DPPC-2023-O-032, comprobante de recepción de artefactos.

### Evaluación arqueológica para ampliación de ruta norte e instalación de tubería bifásica PLB-05

En atención a las necesidades inmediatas del Proyecto en lo referente a obra civil, después de finalizada la supervisión de movimientos de tierra, se inició con la preparación de una propuesta de evaluación arqueológica para el desarrollo de dos obras específicas: la ampliación de la ruta norte e instalación de tubería bifásica PLB-05. Esta medida se ejecuta después de efectuarse un diagnóstico arqueológico

(efectuado por Lda. Ana Cristina Hernández) en los terrenos que serían impactados mediante la construcción de las obras de infraestructura mencionadas, dando como resultado la definición de dos sectores puntuales con presencia de restos culturales precolombinos; otras áreas fueron descartadas por presentar pendientes pronunciadas o bien por no observarse materiales culturales.

**COMISION ARQUEOLÓGICA NACIONAL (CAN)**

---

**IV. INDIQUE Y EXPLIQUE LA MODALIDAD DEL ESTUDIO**

A. Prospección ( )    **B. Evaluación (X)**    C. Investigación ( )    D. Otro ( )  
Explique: \_\_\_\_\_

**V. DURACIÓN DEL ESTUDIO**

Tiempo total:    años \_\_\_\_\_, mes 2, semanas 2

**VI. INFORMACIÓN DEL ESTUDIO ARQUEOLÓGICO**

A. Nombre del estudio: "Evaluación arqueológica para ampliación de ruta norte y tubería bifásica PLB-05, sitios Los Planes (G-943 LP) y Panales (G-944 Pn), Proyecto Geotérmico Borinquen, Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste"

B. Localización geográfica del proyecto (indicar en sección de la(s) hoja(s) topográfica(s) escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, consignar dentro de la propuesta coordenadas tanto en sistema Lambert como en sistema CRMT-05): entre los 1198764.93 m y los 1194249.67 m N y, longitudinalmente, entre los 341258 m y los 348752.17 m E (según las coordenadas CRMT05); 380 485 m E y 310 663 m N, hojas cartográficas Cacao y Curubandé, escala 1:50 000, IGN (según coordenadas Lambert).

C. Adjuntar la propuesta escrita, la cual debe estructurarse de acuerdo a lo que especifica en los puntos I-B-2 y I-B-6 del presente formulario.

D. Indicar si en el terreno a evaluar fue objeto de una inspección rápida (D1) y el nombre del o la profesional en arqueología que lo realizó. Se realizó un diagnóstico arqueológico (inspección) del terreno, por parte de Lda. Ana Cristina Hernández (el informe se encuentra en proceso de redacción); las evaluaciones arqueológicas en el Proyecto Geotérmico Borinquen son parte de las medidas ambientales según consta en Expediente Administrativo D1-8715-2012-SETENA-EsIA.

E. Indicar fechas del estudio arqueológico.

1. Plazo propuesto para el trabajo de campo:  
Inicio: 27 de marzo de 2023      Conclusión: 7 de mayo de 2023
2. Plazo propuesto para el análisis de los materiales en el laboratorio:  
Inicio: 24 de abril de 2023      Conclusión: 22 de mayo de 2023
3. Fecha de entrega de los materiales e inventarios al DPPC, MNCR, según se especifica en el punto I-A-2 del presente formulario: 23 de mayo de 2023
4. Fecha de entrega a la CAN de las dos copias impresas del informe final, además de lo que se especifica en el punto I-B-3 del presente formulario: 14 de junio de 2023

**Figura 137.** Sección del formulario de solicitud para estudios arqueológicos en Costa Rica, presentado a la C.A.N. el 15 de marzo.

De acuerdo con la base de datos para sitios arqueológicos en el país, los yacimientos por evaluar se denominan Los Planes (G-943 LP) y Panales (G-944 Pn); en estos ya se han ejecutado evaluaciones arqueológicas en el pasado que han abarcado diferentes sectores. El estudio por realizar en esta ocasión se propone, como objetivo general, investigar los depósitos arqueológicos en los terrenos definidos, para contribuir a la comprensión de las dinámicas socioculturales antiguas en la zona, así como recomendar acciones apropiadas en la gestión del patrimonio cultural presente.

La propuesta de evaluación fue presentada a la Comisión Arqueológica Nacional el 15 de marzo y se obtuvo la aprobación el 22 de marzo. Según el documento presentado, la fecha de inicio para el proceso evaluativo en arqueología será el 27 de marzo y como fecha de entrega del informe final se estima el 14 de junio; no obstante, la fecha de finalización podría modificarse según los hallazgos obtenidos durante la investigación o imprevistos que puedan ocurrir en el transcurso del trabajo (Figura 137).

El 21 de marzo pasado, como acción preparativa para el proceso de excavación evaluativo, se señalizaron en campo -estacas con cintillo rosado- los puntos de muestreo para el trabajo de evaluación arqueológica; esto, se hizo en conjunto con un equipo de topografía para una mejor precisión en la georreferenciación (Figura 138).



**Figura 138.** Colocación de puntos de muestreo en campo con equipo de topografía.

Por otra parte, se continúa el reconocimiento arqueológico en las siguientes obras: Ampliación del camino Ruta Norte, Ruta de tubería que sale desde PLB-05 (4 ha aproximadamente), Ampliación Escombrera 2, Ruta Tuberías de entrada a CM y Ruta Sur, seguidamente se hace una descripción del trabajo realizado y las medidas que se deben aplicar en cada caso.

**Ampliación de la ruta norte (7500 m<sup>2</sup>):** Se realizaron los recorridos del área tomando como referencia los puntos (balizas) colocados por topografía con un área buffer de 5. En el sector de mayor altura del terreno se dio el hallazgo de restos arqueológicos (Figura 139).



**Figura 139.** En la parte superior de la figura se observa el polígono inspeccionado para la ampliación del camino ruta norte.

Medidas:1- Evaluación arqueológica en el sector definido en la Figura 140, donde se reportaron restos arqueológicos, esta debe realizarse con antelación a la corta de árboles.



**Figura 140.** Sector a evaluar donde se registraron restos arqueológicos, obra Ampliación de camino Ruta Norte.

2- Para el resto del terreno, en el momento en que se realicen los movimientos de tierra (extracción de raíces y terraceo) se deberán hacer monitoreos semanales (1 visita rápida).

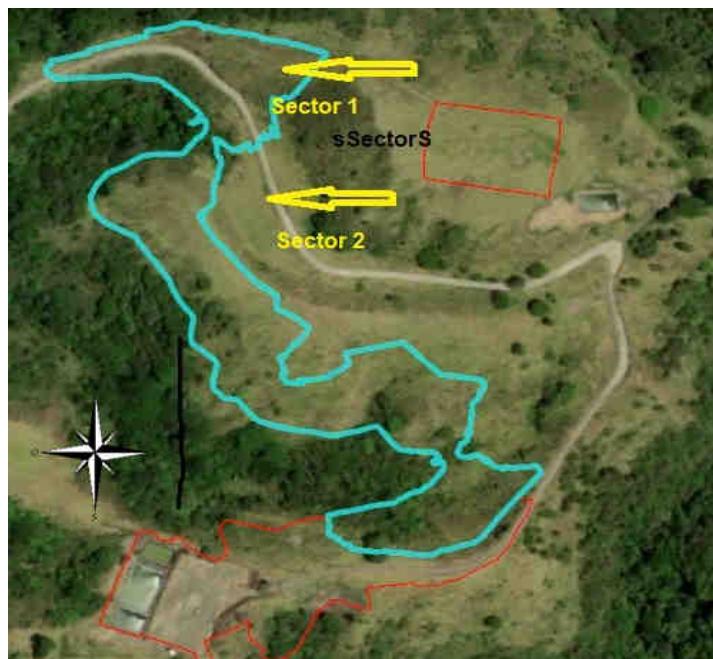
**Ruta de tubería que sale desde PLB-05 (4 ha aproximadamente):** Según mapa de pendientes facilitado por Johnny Ríos, gran parte de la ruta se encuentra trazada en pendientes que oscilan entre 30% (Escarpado) a más de 80% (Muy escarpado) haciendo poco probable el hallazgo de restos arqueológicos en esos sectores. De igual manera que la obra anterior el equipo de topografía colocó balizas de referencia en el sector de mayor altura incluyendo algunas áreas de menor pendiente que amerite una revisión más detallada para definir un polígono para evaluación arqueológica. Según estudios realizados anteriormente en el Proyecto Geotérmico Borinquen, los sectores elevados de las lomas presentan mayor sensibilidad arqueológica. En este caso en particular se observó un perfil expuesto cercano al área a evaluar, donde se reportaron restos arqueológicos inclusive debajo del estrato de tefra, destacándose este hallazgo en la Figura 141 con cinta rosada.



**Figura 141.** Perfil estratigráfico natural, obsérvese debajo del estrato de tefra algunos restos cerámicos precolombinos, destacados con cinta de color rosado.

De igual manera durante la prospección arqueológica realizada en el año 2013 para el EsIA se registraron restos de cerámica precolombina debajo de la tefra, esa vez en el camino de acceso a plazoleta 05 muy cerca del área mencionada, esto es de suma importancia para definir el patrón de asentamiento en las fases iniciales de ocupación en las estribaciones del Volcán Rincón de la Vieja.

Durante el reconocimiento en esta obra también se realizaron cateos en sectores marcados con una flecha amarilla en la Figura 142. En el sector 1 se aprovechó las cárcavas naturales del terreno para hacer limpieza de perfiles cuyos resultados fueron negativos en cuanto a presencia de evidencia arqueológica. En cuanto al sector 2 de esa misma figura se realizó limpieza de taludes, observándose un relleno que alcanza aproximadamente de 0.80 a 1.80 m de altura, producto quizás de la apertura y nivelación del camino principal (Figura 143).



**Figura 142.** La figura en color celeste es el área donde se colocará la tubería que sale de la plazoleta 05, las flechas señalan los sectores inspeccionados



**Figura 143.** Limpieza de perfiles cercanos al camino asfaltado del proyecto, donde se puede apreciar materiales de relleno

Estudiando algunas alternativas para ingresar maquinaria a los sectores de pendientes fuertes para iniciar los cortes donde se colocará la tubería, se planteó por parte de Jonathan, el tránsito de maquinaria en el sector norte habilitando un camino que rodea la loma a evaluar.

Medidas: 1- Si al efectuarse movimientos de tierra en la ruta obra de tuberías que sale de la Plazoleta 05 se encuentran restos arqueológicos en pendientes pronunciadas, se deberá detener la maquinaria y dar aviso al profesional en arqueología destacado en el proyecto que a su vez se pondrá en contacto con las autoridades correspondientes tal y como lo establece la legislación nacional (Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico Nº 6703, art.13).

2- Evaluar el polígono definido en la Figura 144, incluyendo el nuevo diseño de la obra. Cuanto se estime la duración de la etapa de campo de este estudio es preciso tomar en cuenta que los pozos de sondeo deben profundizar al menos 40 cm después del estrato de tefra donde se registraron restos arqueológicos.



**Figura 144.** Polígono que debe evaluarse en la obra ruta de tubería que sale de plazoleta 05.

3- El sector 1 de la figura 2 no requiere más estudios arqueológicos, pero en caso de que se encuentren restos culturales durante los movimientos tierra, se deberá detener la maquinaria y dar aviso al profesional en arqueología destacado en el proyecto que a su vez se pondrá en contacto con las autoridades correspondientes

tal y como lo establece la legislación nacional (Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico N° 6703, art.13).

**Ampliación Escombrera 2:** En los catesos realizados durante el diagnóstico del año pasado en el sector sur de la escombrera 2, se detectó restos arqueológicos. En cuanto al sector norte que colinda con la calle asfaltada, el terreno se halla muy alterado por la apertura de la misma y colocación de tuberías para agua. La zona Este presenta pendientes escarpadas haciendo poco probable la presencia de restos precolombinos.

Medidas: 1- Evaluación arqueológica en el sector sur de la escombrera 2 que forma parte de una loma, este fue demarcado en campo con balizas con cinta de color rosado (Figura 145).



**Figura 145.** Obsérvese al fondo de la fotografía, el límite sur de la escombrera 2 actualmente cubierto por pasto donde se debe realizar la evaluación arqueológica

2- Si al efectuarse movimientos de tierra en los sectores que presentan pendientes pronunciadas se encuentran restos arqueológicos, se deberá detener la maquinaria y dar aviso al profesional en arqueología destacado en el proyecto que a su vez se pondrá en contacto con las autoridades correspondientes tal y como lo establece la legislación nacional (Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico N° 6703, art.13).

**Laguna Auxiliar:** Cuando se hizo el recorrido en la ampliación de la ruta norte se incluyó la revisión de la laguna auxiliar, ahí se reportaron restos cerámicos y líticos Precolombinos (Figura 146).

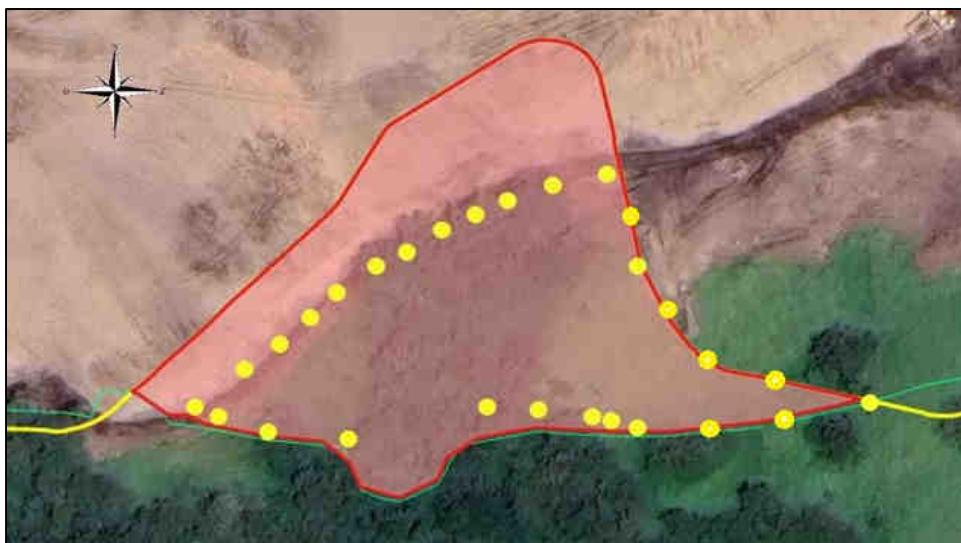


**Figura 146.** Terreno donde se construirá la laguna auxiliar, en el cual se realizaron pozos de cateo y se halló restos arqueológicos.

Medidas: Evaluación arqueológica en todo el terreno donde se construirá la Laguna Auxiliar, con antelación a la corta de árboles. Aquí es importante señalar que, durante la corta de árboles y taludes de la ampliación de la ruta norte, la maquinaria utilizada no debe transitar por esta área.

**Ampliación Escombrera 1:** En el área de bosque secundario donde se tiene previsto la ampliación de la escombrera 1 (que no fue evaluado anteriormente) se registró restos arqueológicos durante el reconocimiento realizado el año pasado.

Medidas: Evaluación arqueológica en el área de bosque que fue recientemente demarcada en campo con balizas con cinta de color rosado (Figura 147). Esta deberá realizarse con antelación a la corta de árboles.



**Figura 147.** Sector demarcado con balizas (puntos amarillos) en la escombrera 1 que requiere evaluación arqueológica.

**Subestación:** Mediante el reconocimiento realizado el año pasado en el terreno donde se construirá la subestación, se detectaron restos arqueológicos en los sectores de mayor elevación.

**Medidas:** Evaluación arqueológica en todo el terreno donde se construirá La Subestación.

**Ruta Tuberías de entrada a CM:** De igual manera que la obra anterior, este terreno fue recorrido durante el reconocimiento arqueológico del año pasado, registrándose densidad de restos arqueológicos (Figura 148). Además, en el sector suroeste se halla un polígono demarcado con postes de concreto que el arqueólogo Arturo Hernández dejó como una zona de reserva temporal y cuyo propósito es realizar una investigación más detallada.

**Medidas:** Evaluación arqueológica en el terreno donde se instalará la Tubería de entrada a CM, incluyendo el área de reserva mencionada anteriormente.



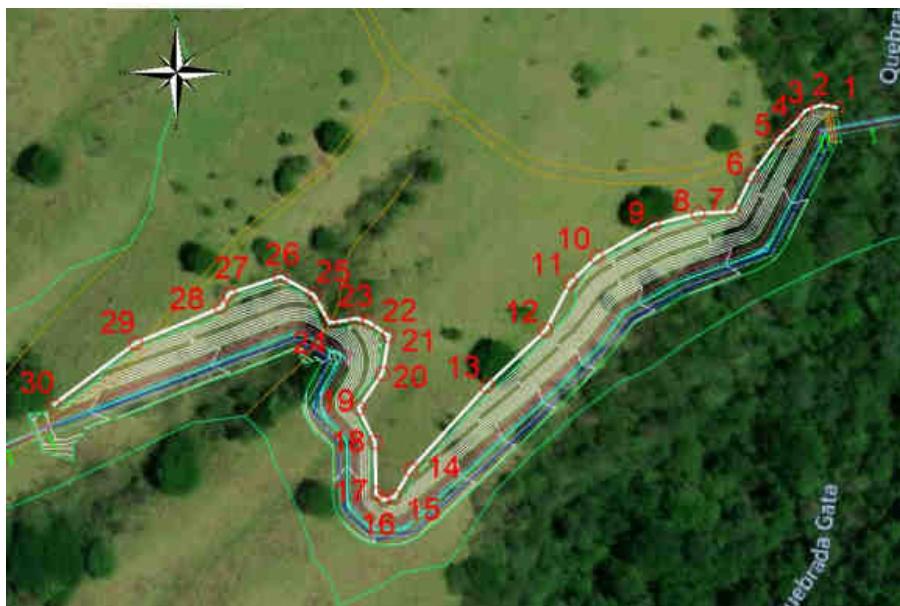
**Figura 148.** Pozos de cateo practicados en ruta de tuberías de entrada a CM.

**Tubería Ruta Sur:** En primer lugar, se identificó la nueva área definida por diseño que en gran parte difiere del área evaluada en el año 2000 por el arqueólogo Arturo Hernández a la cual denominó tramos 4 y 5. Antes de iniciar el diagnóstico se solicitó a topografía que marcara con balizas la línea superior del área total (línea blanca ver figura 6) que al inicio coincide con el área evaluada por Arturo. Una vez colocadas las balizas se inspeccionó el sector este (puntos 1 al 14) cercano al puente de tubo (ver línea en color verde de la Figura 149) que corresponde al sector que se amplia. En ese tramo se hicieron recorridos y pozos de cateos en aquellos lugares con menos pendientes y no se halló evidencia arqueológica. A partir del punto 14 al 30, el trazado de la tubería abarca áreas de potrero con un relieve levemente ondulado, donde se registraron restos arqueológicos en perfiles de camino y catedos.

Medidas: 1- Según la medida definida en el informe de Arturo para los puntos 1 al 14 y de acuerdo al reconocimiento realizado para la ampliación de ese sector no se reportaron densidades altas de material cultural, por lo tanto se da la viabilidad constructiva y no se requiere realizar la supervisión movimientos de tierra, pero en caso de que se encuentren restos culturales durante los movimientos tierra, se deberá detener la maquinaria y dar aviso al profesional en arqueología destacado en el proyecto que a su vez se pondrá en contacto con las autoridades

correspondientes tal y como lo establece la legislación nacional (Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico Nº 6703, art.13).

2- De acuerdo con los resultados del reconocimiento en los puntos 14 al 30 se deberá realizar una evaluación arqueológica.

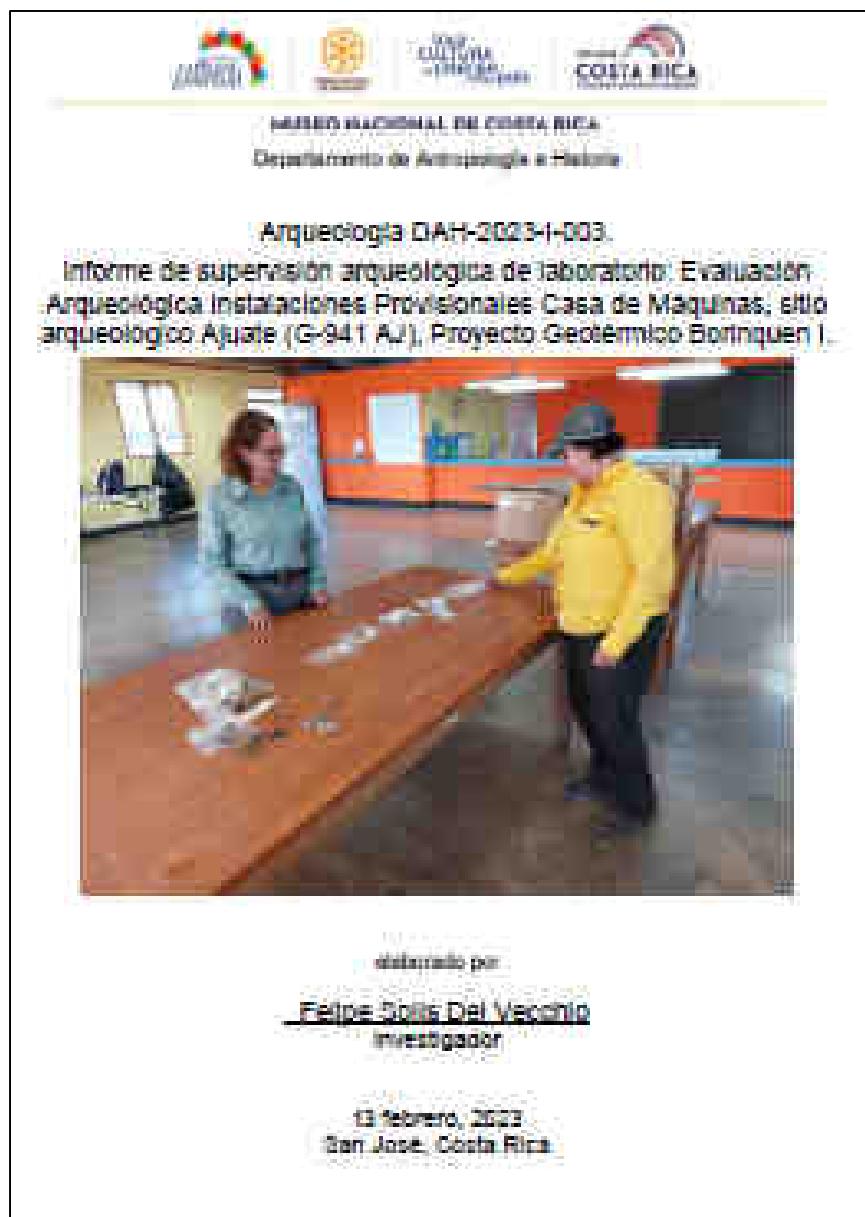


**Figura 149.** Trazado de ruta Sur donde se incluyen los puntos colocados por topografía numerados de 1 al 30 destacados en color rojo

Paralelamente al reconocimiento arqueológico de las diferentes obras citadas anteriormente se trabajó en la etapa de laboratorio, la cual consiste en el procesamiento de los materiales culturales recuperados durante la Evaluación Arqueológica Instalaciones Provisionales Casa de Máquinas, sitio arqueológico Ajuate (G-941 AJ) Proyecto Geotérmico Borinquen I.

El día 09 de febrero del año 2023 se recibió la visita al laboratorio de arqueología del proyecto ubicado en Curubandé del arqueólogo Felipe Solis Del Vecchio y Myrna Rojas funcionarios del Museo Nacional de Costa Rica, el primero de ellos es designado por el Departamento de Antropología e Historia de ese museo para supervisar la evaluación arqueológica y la Sra. Rojas es la directora de ese departamento.

En el informe generado por Solis indica “que el lugar es adecuado en cuanto al tamaño del espacio, condiciones de luz natural y buena luz artificial, ventilación y seguridad. El espacio cumple con las condiciones necesarias para el procesamiento y la custodia de los materiales culturales patrimoniales” (Figura 150).



**Figura 150.** Portada de informe generado por el arqueólogo Felipe Solis sobre la supervisión al laboratorio del proyecto donde se procesan los materiales arqueológicos.

Una vez concluida la etapa de laboratorio se procedió a entregar la colección al Departamento de Protección del Patrimonio Cultural del Museo Nacional de Costa Rica, debidamente embalada e inventariada (Figura 151).

  
**MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA**  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

San José, 06 de marzo de 2023  
DPPC-2023-O-035

Señores (as)  
Comisión Arqueológica Nacional  
Presente

Estimados señores (as):

Por este medio reportamos la recepción a satisfacción de los materiales arqueológicos producto de estudios arqueológicos autorizados por la CAN, con el fin de incorporarlos en las colecciones en custodia del Museo Nacional de Costa Rica cuya información a continuación detallo:

<b>INVESTIGADOR (A)</b>	Ana Cristina Hernandez Alpizar
<b>AUTORIZACIÓN DE LA CAN</b>	CAN-299-2022
<b>PROYECTO</b>	Evaluacion Arqueologica instalaciones Provisionales Casa de Máquinas, sitio arqueológico Ajuate (G-941 A), Proyecto Geotérmico Borinquen I
<b>SITIO(S)</b>	Ajuate (G-941 A)
<b>CANTIDAD DE CAJAS Y BULTOS ENTREGADOS</b>	5 cajas
<b>DIA DE LA RECEPCION Y VERIFICACION</b>	06 de marzo de 2023
<b>VERIFICADO POR</b>	Melania Pérez Mata
<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>DOCUMENTOS RECIBIDOS</b>	INVENTARIO IMPRESO ( X ) INVENTARIO EN DIGITAL ( X ) OTRO ( X ) Fotos de laboratorio

De ustedes atentamente,

  
Melania Pérez Mata  
Arqueóloga  
Dept. Protección del Patrimonio Cultural

  
V.B.  
MM. Olman Solis Alpizar  
Jefe  
Dept. Protección del Patrimonio Cultural

cc: expediente de Entrada  
investigador (a)  
archivo

**MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA**  
Dept. Protección del Patrimonio Cultural | Teléfono 2211-5850  
Correo: [proteccion@museocostarricense.go.cr](mailto:proteccion@museocostarricense.go.cr) | Sitio web [www.museocostarricense.go.cr](http://www.museocostarricense.go.cr)

**Figura 151.** Oficio de recibido de la colección por parte del Departamento Protección del Patrimonio Cultural del MNCR.

### **Medida MSPGB 19. Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión.**

Dentro de la información que se brinda en las reuniones de seguimiento con las comunidades de influencia directa del proyecto, se encuentra el seguimiento de las acciones contenidas en el Plan de Gestión Ambiental, así como su respectiva ejecución, a razón: obras de infraestructura educativa, recreativa, vial (caminos, construcción de puentes). Además, de lo referente al proceso de contratación de recurso humano. Para el periodo se tiene contemplado la realización de mejoras de la superficie del ruedo de los caminos de acceso al proyecto (ruta oficial), esto permite que los usuarios puedan transitar de forma segura y los productores comercialicen su producto en la zona, así como en otros mercados de la región.

### **Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes.**

Con la adquisición de los terrenos para el desarrollo de la obra constructiva del Proyecto, el ganado no tendrá paso por el Área Proyecto, por tanto, la medida no aplica.

En relación a la estabilización de taludes, lo referente en Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales.

### **Medida MSPGB 21. Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles).**

Para la realización de actividades de paso de maquinaria hacia el Proyecto se coordina el acompañamiento de escoltas para proveedores, a ejemplo camión cisterna para aprovisionamiento de diésel de máquina perforadora.

Los caminos del Área Proyecto utilizados para el movimiento de maquinaria fueron adquiridos por el ICE, el consenso con los propietarios para el respectivo paso de la maquinaria no aplica.

### **Medida MSPGB 22. Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción de traslado.**

En este periodo no se realizaron traslados de explosivos o aditivos que representen un alto nivel de riesgo en la ruta de acceso al proyecto.

### **Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado.**

Con la adquisición de los terrenos para la construcción de las obras del Proyecto se procedió a validar con el propietario del Hotel Borinquen la colocación de cerca perimetral para evitar el ingreso del ganado a propiedad ICE. Ver detalles en Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.

### **Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H<sub>2</sub>S, tejido de pastos y frutales.**

Durante el presente periodo de informe no se realizaron actividades asociadas a esta medida.

### **Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras.**

La adquisición de los terrenos del Área Proyecto es un referente del valor de la tierra en las comunidades del AID, sumado a la finalización de la construcción del proyecto. Sin embargo, cada propietario (a) en particular presenta condiciones específicas para valorar la plusvalía de su propiedad.

El mejoramiento de la infraestructura vial en las comunidades del área de influencia directa (mejoras en caminos, construcción de aceras, construcción de puentes, colocación de pasos de alcantarilla) la construcción de obras de infraestructura deportiva (Agua Fría) y el mejoramiento de servicios básicos (perforación de pozo de agua en la comunidad El Cedro) y contar con una nueva línea de distribución (mejoramiento del servicio de las telecomunicaciones) son elementos que representan el incremento en el valor de las propiedades ubicadas en dicha zona, sumado al interés de compra de lugareños del distrito central de Liberia u otros zonas de Guanacaste.

### **Medida MSPGB 26. Consumo de agua de la planta geotérmica.**

La Laguna de Almacenamiento Operativo (LGB-ALM-01) es utilizada para la operatividad de los procesos del Proyecto (Figura 152), el agua se distribuye por gravedad, su uso es racional, se amplía su capacidad de almacenamiento según el avance de las obras.



**Figura 152.** Laguna de almacenamiento operativo LGB-ALM-01.

Ante la identificación de sitios de toma de agua en el Proyecto, se dispone de permiso de aprovechamiento de agua mediante expediente 20367 ante la Dirección de Aguas del MINAE.

El agua de consumo para el personal del Proyecto es trasladada en recipientes isotérmicos desde el Plantel ICE en Curubandé. Los últimos muestreos se realizaron el 03 de noviembre de 2022 (Figura 153). La frecuencia con que se realizan es semestral y se establece en función a la cantidad de población que recibe el servicio de agua (Reglamento para la Calidad del Agua Potable, 38924-S). Los resultados de los análisis se pueden verificar en el Anexo N°4 .



**Figura 153.** Muestreo de agua para consumo humano realizados en febrero 2023.

## LÍNEA DE TRANSMISIÓN

### **Medida MTPGB 01. Paisaje, uso de postes LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 02. Control de polvo y sedimentos LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 03. Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 04. Manejo de desechos sólidos y líquidos LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 05. Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 06. Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT.**

No aplicó para este período.

### **Medida MTPGB 07. Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT.**

No aplicó para este período.

**Medida MTPGB 08. Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.**

No aplicó para este período.

**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**

**Medida MLDPGB 01. Plan de relación con propietarios LD.**

No aplicó para este período.

**Medida MLDPGB 02. Plan de relación con instituciones LD.**

No aplicó para este período.

**Medida MLDPGB 03. Plan de selección de ruta para LD.**

No aplicó para este período.

**Medida MLDPGB 04. Plan de manejo de residuos.**

El avance en cuanto a la gestión integral de residuos sólidos del Proyecto se detalló en la medida MFPGP 16.

**Medida MLDPGB 05. Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna**

**Dispositivos anticolisión**

Las aves son un grupo que se ve fuertemente afectado por la construcción de infraestructuras que cuentan con ventanas y puertas de cristal.

Estos animales tienden a colisionar con los cristales porque visualizan el reflejo de la vegetación a través de las ventanas, lo cual, provoca que continúen con su vuelo debido a que no logran diferenciar entre el hábitat y la estructura. Por lo anterior, se han instalado adhesivos que son siluetas de aves que se pegan en la parte externa de las ventanas, hasta el momento no se han reportado colisiones de aves, sin embargo, se espera que estos dispositivos eviten este tipo de accidentes.

Durante el periodo no se colocaron adhesivos u otro tipo de dispositivos.

### **Dispositivos antiescalamiento**

Las láminas antiescalamiento son dispositivos creados para evitar que la fauna silvestre escale a través de los anclajes de los postes. La finalidad es minimizar la muerte por electrocución de mamíferos arborícolas, por ejemplo: zorros, martillas, osos perezosos, osos hormigueros, entre otros.

A partir de octubre del 2022 a la fecha, se han instalados 150 láminas antiescalamiento (Figura 154).



**Figura 154.** Dispositivos antiescalamiento. Proyecto Geotérmico Borinquen.

**Medida MLDPGB 06. Plan de comunicación y relación con las comunidades.**

No aplicó para este período.

**ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO**

**Informe de Avance Constructivo noviembre 2022-OBRAS SUPERFICIALES DE CAMPO PGBI**

**Fecha de corte: 21 marzo 2023**

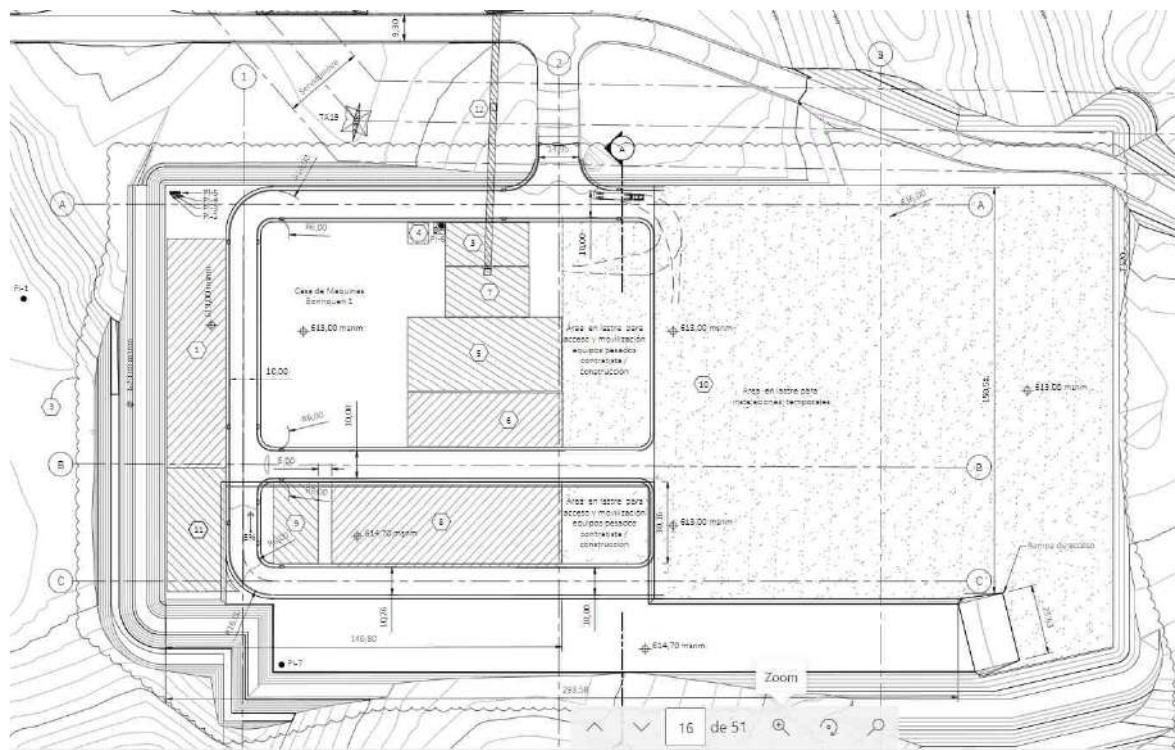
**Introducción**

En el presente informe tiene como objetivo dar seguimiento y control al desarrollo de las obras en ejecución que están en el plan de obra 2023 en acuerdo con Construcción, realizar proyecciones de actividades próximas y detectar alertas tempranas para mitigar posibles atrasos en los procesos.

**Avance diciembre 2022, enero, febrero y marzo del 2023**

**1) Casa de Maquinas**

La actividad constructiva de la Casa de Máquinas inició en el año 2022 con obras de limpieza de cobertura vegetal, excavación y conformación de la terraza principal. En este espacio tendrá lugar la cimentación de la planta de generación, Torre de enfriamiento, Transformadores, Silenciadores y obras de Urbanización (Figura 155).



**Figura 155.** Diseño constructivo del sitio de obra Casa de Máquinas del PG Borinquen.

### **1.1 Actividades finalizadas:**

- Talud y berma flanco Norte.

### **1.2 Actividades en ejecución**

- Actualmente se trabaja en la excavación masiva de material para lograr conformar los taludes y Berra #2 del flanco norte. Se ejecuta esta actividad con 3 excavadoras y 10 vagonetas.

### **1.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- Desvió del camino definitivo que pasa por fuera del área de casa de máquinas hacia las plazoletas.

### **1.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

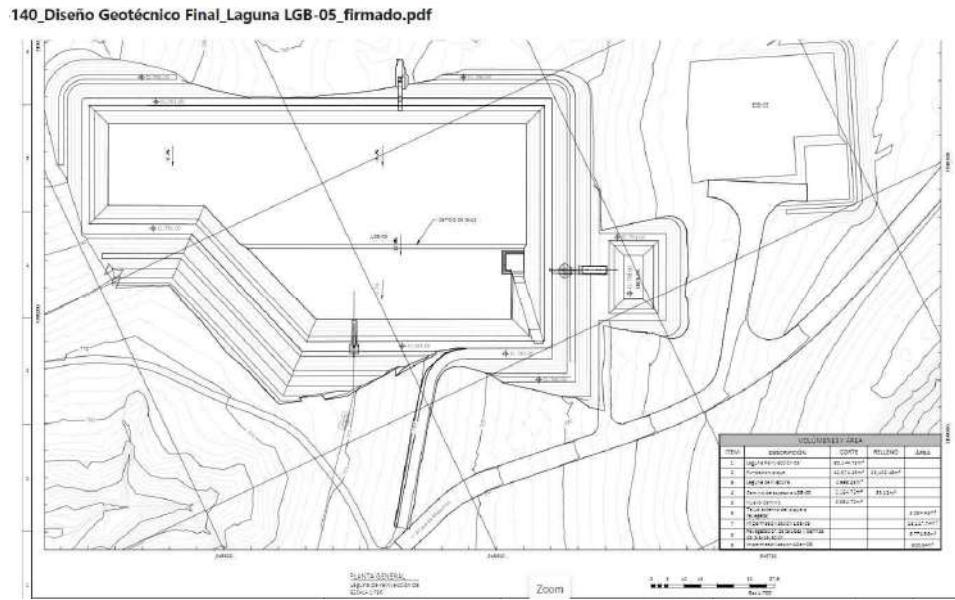
La ejecución de esta fase de esta obra requiere el uso importante de maquinaria pesada como excavadoras, vagonetas, tractores, uso de medios mecánicos o voladuras para disminución de tamaño de algunas piedras. Se debe aprovechar al máximo el tiempo de verano para ejecución y conformación de esta terraza de la Casa de Maquinas (Figura 156).



**Figura 156.** Vista panorámica del sitio de obra Casa de Máquinas del PG Borinquen. Marzo del 2023.

## 2) Laguna #5

Esta obra consiste en la excavación y conformación de laguna de enfriamiento del sistema de reinyección en frío para un área a impermeabilizar de 16.118 m<sup>2</sup> (Figura 157).

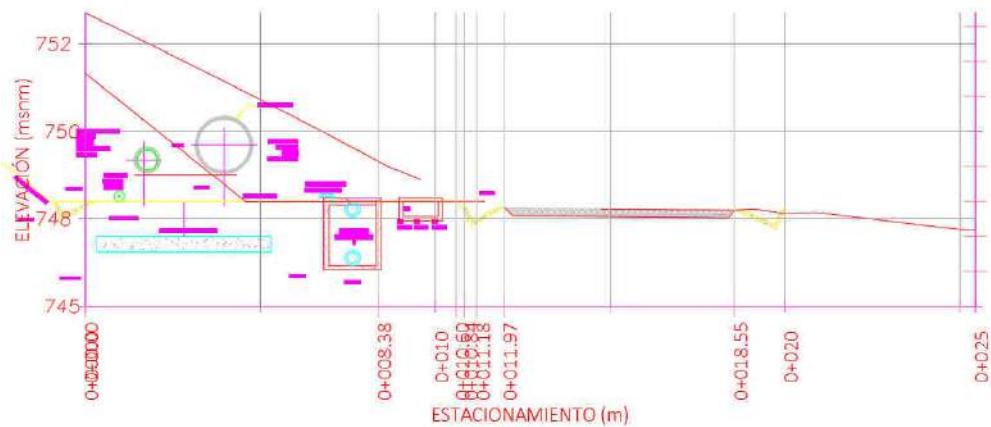




**Figura 158.** Vista panorámica del sitio de obra Laguna 5, asociada a la Estación Separadora 5 del PG Borinquen. Marzo del 2023.

### **3) Ruta Vaporducto Norte PL05 – UV1 – Sector Ampliación**

Esta obra es parte de la ruta de vaporducto sector norte. Corresponde en la conformación de una ruta de trocha o camino para ubicar camino de acceso y mantenimiento, así como ubicación de tuberías de fluidos geotérmicos; Bifásico, Salmuera, Vapor, Aguas de trabajo, Agua Potable. El volumen suelto de excavación estimado en esta obra es de 101.000 m<sup>3</sup> (Figura 159).



**Figura 159.** Diseño constructivo del sitio de obra Ruta de Vaporducto Norte PL05 – UV1 – Sector Ampliación.

### **3.1 Actividades finalizadas:**

- A esta fecha no se registran actividades finalizadas relacionadas con esta obra.

### **3.2 Actividades en ejecución:**

- Se realizó trazo topográfico.
- Diagnóstico arqueológico.
- Limpieza de cobertura vegetal hasta donde lo permitió el área de evaluación arqueológica.
- Se inició con excavación y conformación de taludes y bermas en el inicio de la ruta y se tuvo que detener esta actividad a la espera de la presentación de evaluación arqueológica y CAN (Comité Arqueológico Nacional) acepte el informe del arqueólogo del proyecto.

### **3.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- No se tienen programadas actividades civiles próximas a dar inicio en este sitio de obra.

### **3.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

- Se debe acelerar al máximo con los procesos de evaluaciones arqueológicas y presentación de informe a la CAN.
- Una vez se libere el área por parte de arqueología se debe aprovechar al máximo en actividad de excavación y conformación de bermas y taludes (Figura 160).

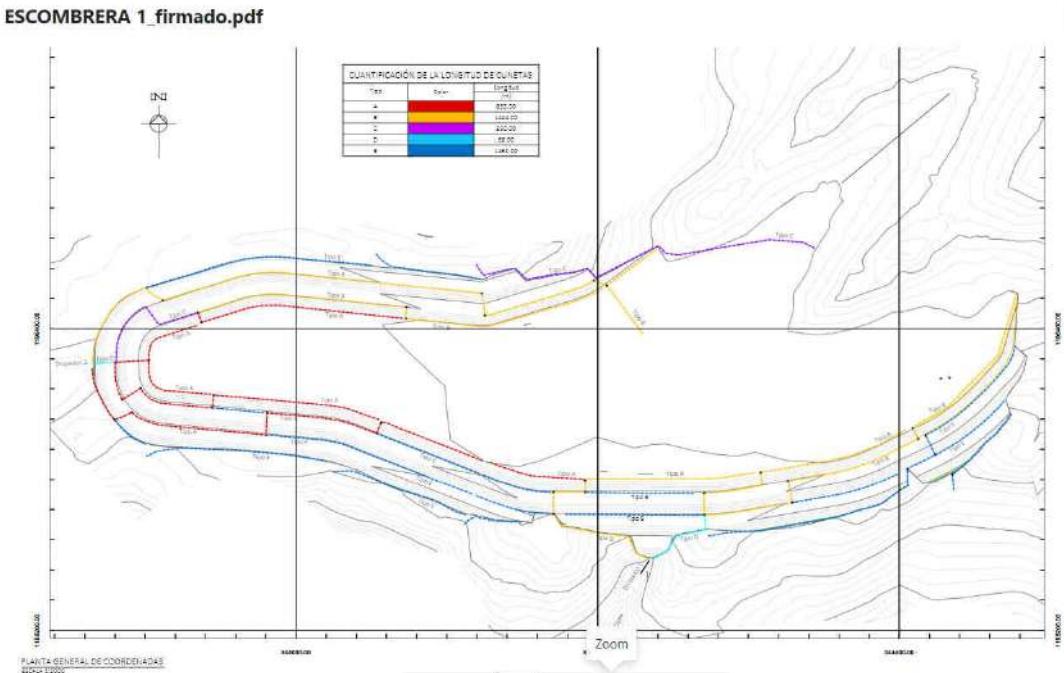




**Figura 160.** Vista panorámica del sitio de obra Ruta de Vaporducto Norte PL05 – UV1 – Sector Ampliación.

#### 4) Manejo de Escombrera 01

La escombrera #1 es una obra diseñada para el acopio de material de excavación proveniente de los distintos sitios de excavación del proyecto, se va conformando en niveles con taludes, bermas y cunetas para el manejo de aguas pluviales.



**Figura 161.** Diseño constructivo del sitio de obra Escombrera 1 del PG Borinquen.

#### **4.1 Actividades finalizadas:**

- Esta obra no se registran actividades finalizadas pues va en proceso de conformación de dicha escombrera.

#### **4.2 Actividades en ejecución:**

- La obra va desarrollándose y avanzando conforme van depositando materiales de excavación. En esta obra se mantiene un tractor para extender material y una compactadora de 16 toneladas para llevar el relleno con compactación controlada, un camión tanqueta de agua.

#### **4.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- Continuar recibiendo material de excavación provenientes de Casa de máquinas y Ruta de vaporducto Sector Sur.

#### **4.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

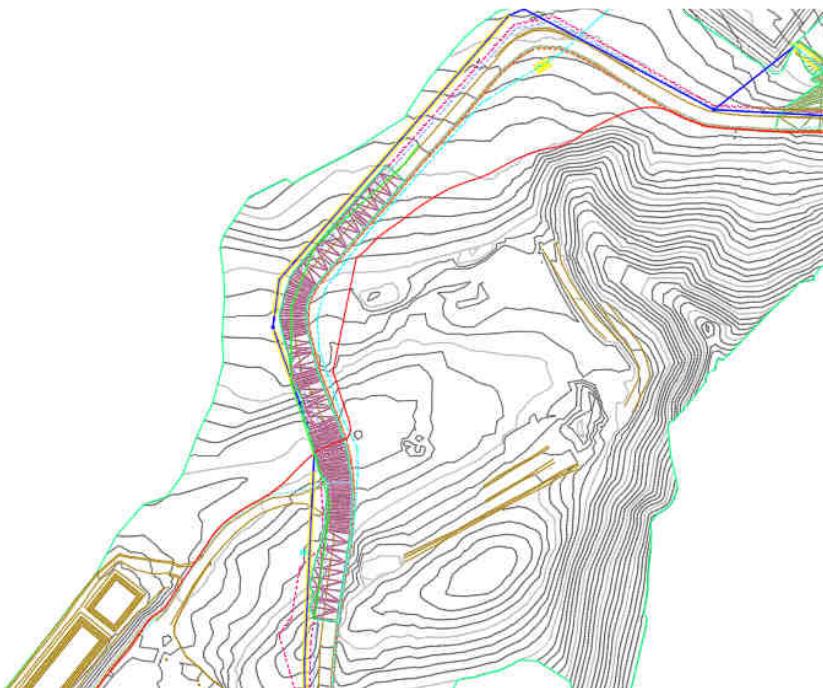
Esta obra avanza al ritmo que avanzan las obras de movimiento de tierra o excavaciones. semanalmente se está dando seguimiento al avance y verificando elevación de los niveles de relleno según el diseño de la escombrera (Figura 162).



**Figura 162.** Vista panorámica del sitio de obra Escombrera 1 del PG Borinquen.  
Marzo 2023.

## 5) Manejo de Escombrera 02

La escombrera #2 es una obra diseñada para el acopio de material de excavación proveniente de los distintos sitios de excavación del proyecto, se va conformando en niveles con taludes, bermas y cunetas para el manejo de aguas pluviales (Figura 163).



**Figura 163.** Diseño constructivo del sitio de obra Escombrera 2 del PG Borinquen.

### 5.1 Actividades finalizadas:

- Esta obra no se registran actividades finalizadas pues va en proceso de conformación de dicha escombrera.

### 5.2 Actividades en ejecución:

- La obra va desarrollándose y avanzando conforme van depositando materiales de excavación. En esta obra se mantiene un tractor para extender material y una compactadora de 12 toneladas para llevar el relleno con compactación controlada, un camión tanqueta de agua.

### 5.3 Maquinaria y equipo utilizado:

- 1 Tractor de carriles.
- 1 Campactadora.

#### **5.4 Actividades próximas a dar inicio:**

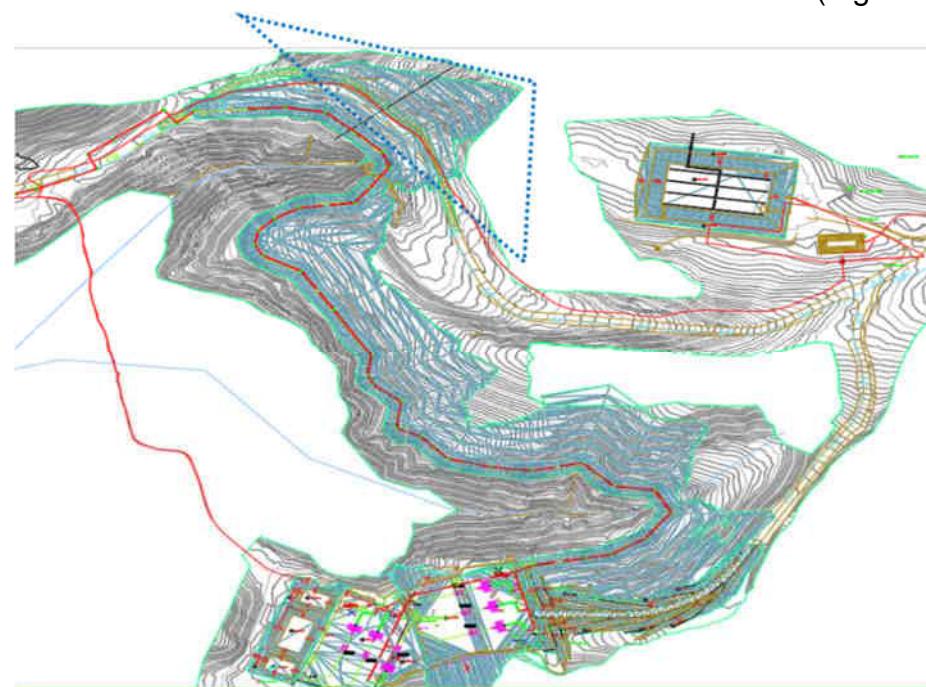
- Continuar recibiendo material de excavación provenientes de Conformación de Laguna #5 y Ruta de vaporducto Sector Norte.

#### **5.5 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

Esta obra avanza al ritmo que avanzan las obras de movimiento de tierra o excavaciones. semanalmente se está dando seguimiento al avance y verificando elevación de los niveles de relleno según el diseño de la escombrera.

#### **6) Ruta Vaporducto Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial**

Esta obra es parte de la ruta de vaporducto sector norte. Corresponde en la conformación de una ruta de camino para ubicar camino de acceso y mantenimiento, así como ubicación de tuberías de fluidos geotérmicos; Bifásico, Salmuera, Vapor, Aguas de trabajo, Agua Potable. El volumen suelto de excavación estimado en esta obra es de 597.000m<sup>3</sup> (Figura 164).



**Figura 164.** Diseño constructivo del sitio de obra Ruta Vaporducto Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial.

### **6.1 Actividades finalizadas:**

- A esta fecha no se registran actividades finalizadas relacionadas con esta obra.

### **6.2 Actividades en ejecución:**

- Se realizó trazo topográfico.
- Socola de capa vegetal.
- Diagnóstico arqueológico – Evaluación Arqueológica de un tramo de esta ruta.
- Limpieza de cobertura vegetal hasta donde lo permitió el área de evaluación arqueológica.
- Se inició con excavación y conformación de taludes y bermas en el sector de inicio y al final de la ruta.

### **6.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- Se dará continuidad a las excavaciones y conformación de taludes y bermas. Obras civiles como cunetas para manejo de aguas pluviales todavía no están diseñadas.

### **6.4 Maquinaria y equipo utilizado:**

- 3 Excavadoras.
- 1 Tractor de Orugas o carreles.
- Intermitencia de 4 a 6 Vagonetas articuladas.

### **6.5 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

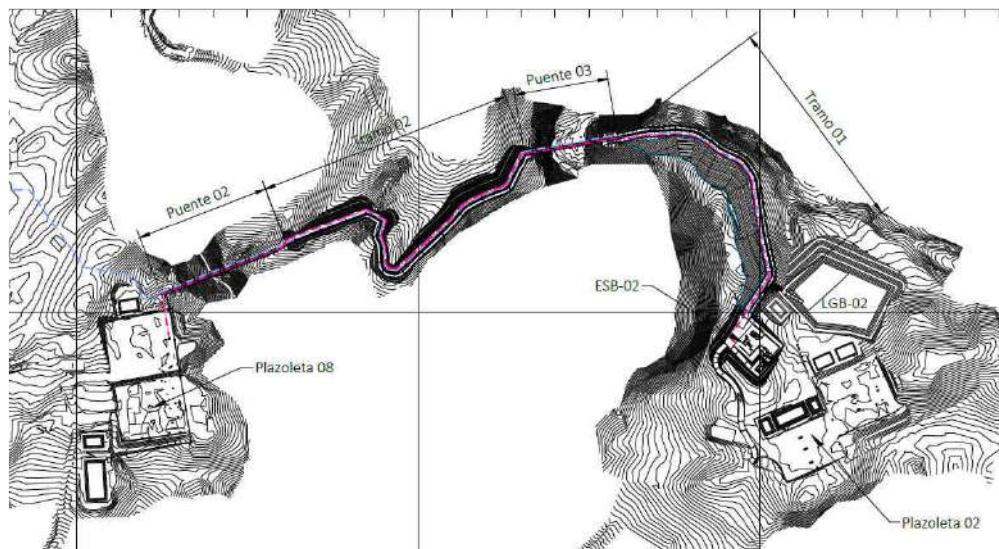
- Se debe acelerar al máximo con los procesos de evaluaciones arqueológicas y presentación de informe a la CAN.
- Una vez se libere el área por parte de arqueología se debe aprovechar al máximo en actividad de excavación y conformación de bermas y taludes (Figura 165).



**Figura 165.** Vista panorámica del sitio de obra Ruta Vaporducto Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial. Marzo 2023.

### **7) Ruta Vaporducto Sur PL02 – UV1 – Ruta Especial**

Esta obra es parte de la ruta de vaporducto sector norte. Corresponde en la conformación de una ruta de trocha o camino para ubicar camino de acceso y mantenimiento, así como cimientos para tuberías de fluidos geotérmicos; Bifásico, Salmuera, Vapor, Aguas de trabajo, Agua Potable. El volumen suelto de excavación suelto estimado en esta obra es de 190.232.77m<sup>3</sup> (Figura 166).



**Figura 166.** Diseño constructivo del sitio de obra Ruta Vaporducto Sur PL02 – UV1 – Ruta Especial.

### **7.1 Actividades finalizadas:**

- A esta fecha no se registran actividades finalizadas relacionadas con esta obra.

### **7.2 Actividades en ejecución:**

- Se realizó trazo topográfico.
- Socola de capa vegetal.
- Diagnóstico arqueológico – Evaluación Arqueológica de un tramo de esta ruta.
- Limpieza de cobertura vegetal hasta donde lo permitió el área de evaluación arqueológica.
- Se inició con excavación y conformación de taludes y bermas en el sector de inicio y al final de la ruta.

### **7.3 Actividades próximas a dar inicio:**

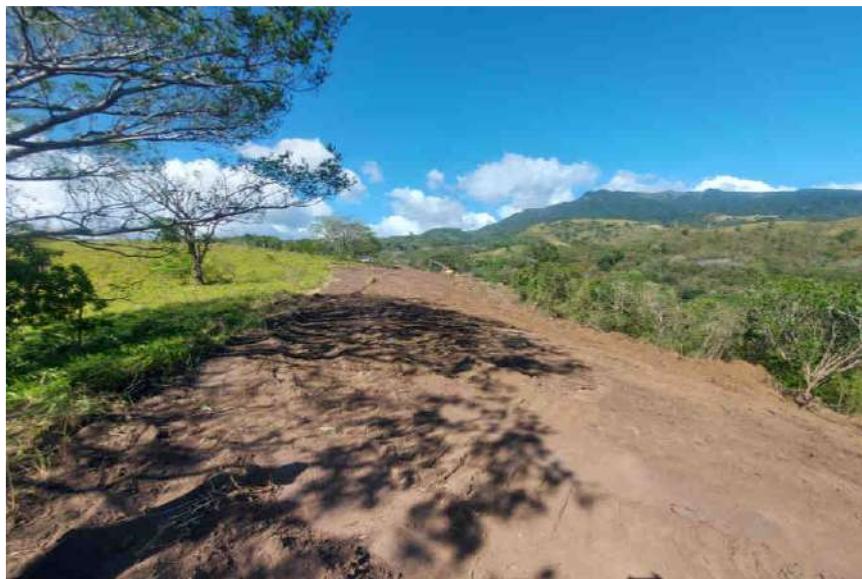
- Se dará continuidad a las excavaciones y conformación de taludes y bermas. Obras civiles como cunetas para manejo de aguas pluviales todavía no están diseñadas.

### **7.4 Maquinaria y equipo utilizado:**

- 1 Excavadoras.
- 1 Vagonetas articulada.

### **7.5 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

- Se debe acelerar al máximo con los procesos de evaluaciones arqueológicas y presentación de informe a la CAN.
- Una vez se libere el área por parte de arqueología se debe aprovechar al máximo en actividad de excavación y conformación de bermas y taludes.



**Figura 167.** Vista panorámica del sitio de obra Ruta Vaporducto Sur PL02 – UV1 – Ruta Especial. Marzo 2023.

## **8) Obras Generales y de Servicios de Apoyo**

Estas obras son:

- Control de polvo en las comunidades de influencia directa del proyecto.
- Instalación y puesta en Operación de Planta de Concreto.
- Taller Mecánico para el MET.
- Instalación de obras provisionales.

### **8.1 Actividades finalizadas:**

- No hay obras finalizadas, pero se mantiene diariamente un camión cisterna o camión con tanqueta para agua para regar tramos de camino en áreas de caseríos para controlar el levantamiento del polvo.

### **8.2 Actividades en ejecución:**

- Riego de caminos en comunidad de influencia del proyecto.
- Instalación de planta de concreto.
- Construcción de Taller mecánico del MET.
- Acondicionamiento de Campers de Oficinas.

### **8.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- Mantenimiento de caminos internos y externos.

### **8.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

- **Planta de Concreto:** Se ha avanzado en la instalación de la planta de concreto, Pileta de lavado de automezcladoras y construcción de Silos de agregados. Se espera la puesta en marca y producción de concreto en un tiempo estimado de 1 mes
- **Taller Mecánico MET:** Se construye esta infraestructura para que se disponga de un lugar para realizar las reparaciones de los equipos ICE y no bajo el sol como se hace actualmente (Figura 168).



**Figura 168.** Obras generales y servicios de apoyo. Marzo 2023.

## **9) Obras Eléctricas**

Corresponde a la línea de distribución desde el Cruce Entrada a Cañas Dulces en Ruta 1 hasta lo interno del proyecto Borinquen

### **9.1 Actividades finalizadas:**

- No se registran actividades finalizadas en este periodo.

### **9.2 Actividades en ejecución:**

- Tendido.
- Limpieza de trocha.
- Posteado LD.
- Vestido LD.

### **9.3 Actividades próximas a dar inicio:**

- Continuar las actividades en ejecución.
- Construcción de 2 pasos subterráneos a lo interno del proyecto.

### **9.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:**

En proceso de ejecución todas las actividades requeridas para la ejecución de la obra.



**Figura 169.** Proceso de construcción de Línea de distribución eléctrica del PG Borinquen. Marzo 2023.

### **Avance constructivo general del proyecto:**

Al finalizar el presente periodo de informe, el PG Borinquen presenta un avance constructivo del 38%.

## TAREAS Y METAS PENDIENTES

No hay tareas o metas pendientes.

## CONCLUSIONES

Concluyó la perforación del pozo PGB-25, ubicado en la plazoleta PLB-05, el cual alcanzó una profundidad de 2429 m.

Inició el traslado de la Máquina Perforadora National desde el PG Borinqueñ hacia el Campo Geotérmico Alfredo Mainieri Protti.

El proceso constructivo de la cerca perimetral cuenta con un avance de 9000 m lineales.

Concluyó la construcción del cerramiento perimetral de la Laguna de Almacenamiento 01.

Se trabaja en la construcción de la Línea de Distribución Eléctrica del Proyecto. Se han construido 27 km lineales.

Se trabaja en la excavación de los sitios de obra Casa de Máquinas, Laguna 5, Ruta de tubería sector norte, Ruta de tubería del sector sur y Laguna 2. Se han excavado 499811,37 m<sup>3</sup> de tierra, los cuales han sido depositados en la Escombrera 01 y Escombrera 02.

Se realizan diagnósticos arqueológicos en sitios obra modificados. Se presentaron a la CAN propuestas de evaluación arqueológica en sectores de sitios de obra Ruta de tubería del sector norte y ampliación de Escombrera 01.

Se realiza supervisión arqueológica durante los movimientos de tierra en sitios de obra.

Se realiza rescate de fauna silvestre durante el aprovechamiento forestal y movimientos de capa superficial en sitios de obra.

Se obtuvo un permiso de aprovechamiento forestal para la corta de 2288 árboles asociado a sitios de obra para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 01.

Se han cortado 840 árboles para la construcción de las tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escombrera 01.

Durante este periodo se remidieron 18 parcelas de muestreo permanente en áreas de bosque.

Los cuerpos de agua monitoreados en PG Borinqueñ presentan condiciones de calidad buenas, son ríos y quebradas limpias que a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua.

Se realizaron reuniones con las comunidades del área de influencia directa del Proyecto.

Se realizaron actividades de educación ambiental en escuelas del área de influencia del Proyecto.

El monitoreo y seguimiento ambiental no detectó afectación significativa sobre los diferentes componentes ambientales.

Se verificó el cumplimiento de los compromisos socioambientales establecidos en el PGA del Proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

No hay recomendaciones.

## REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO



Rótulo en la entrada principal PG Borinquen, acceso principal al Área de Proyecto. Marzo 2023.



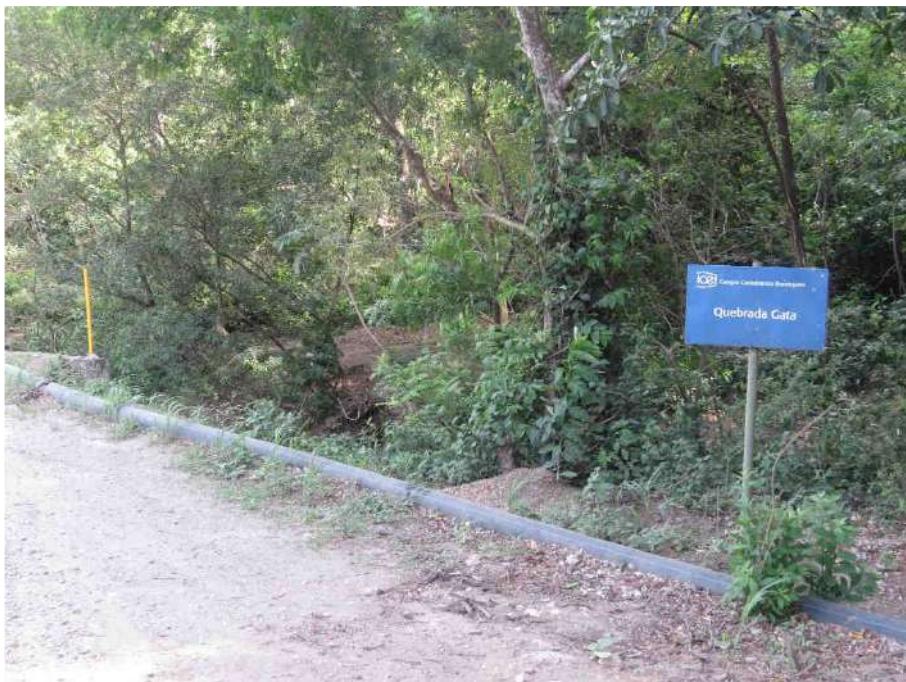
Control de ingreso y salida al PG Borinquen, acceso principal al Área de Proyecto. Marzo 2023.



Rotulación en camino interno con restricción acceso. Marzo 2023.



Señalización dentro de camino interno del PG Borinquen. Marzo 2023.



Señalización dentro de camino interno del PG Borinquen. Marzo 2023.



Señalización dentro de camino interno del PG Borinquen. Marzo 2023.



Señalización vial en camino externo. Marzo 2023.



Señalización vial en camino externo y reductor de velocidad (instalados por el PG Borinquen). Marzo 2023.



Laguna de almacenamiento operativo LGB-ALM-01. Marzo 2023.



Excavación en sitio de obra Casa de Máquinas. Marzo 2023.



2 mar. 2023 5:18:33 p. m.

Excavación en sitio de obra Estación Separadora 05 (ESB-05). Marzo 2023.



Excavación en sitio de obra Tubería de fluidos geotérmicos, salida de Plazoleta PLB-5 del sector ruta norte. Marzo 2023.



Excavación en sitio de obra Tubería de fluidos geotérmicos, ampliación de camino en sector ruta norte. Marzo 2023.



Proceso de construcción de cerca perimetral. Enero 2023.



Construcción de la Línea de Distribución Eléctrica del PG Borinquen en camino externo. Marzo del 2023.



Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-02. Marzo 2023.



Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-03. Marzo 2023.



Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-05. Marzo 2023.



Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-08. Marzo 2023.



Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-09. Marzo 2023.



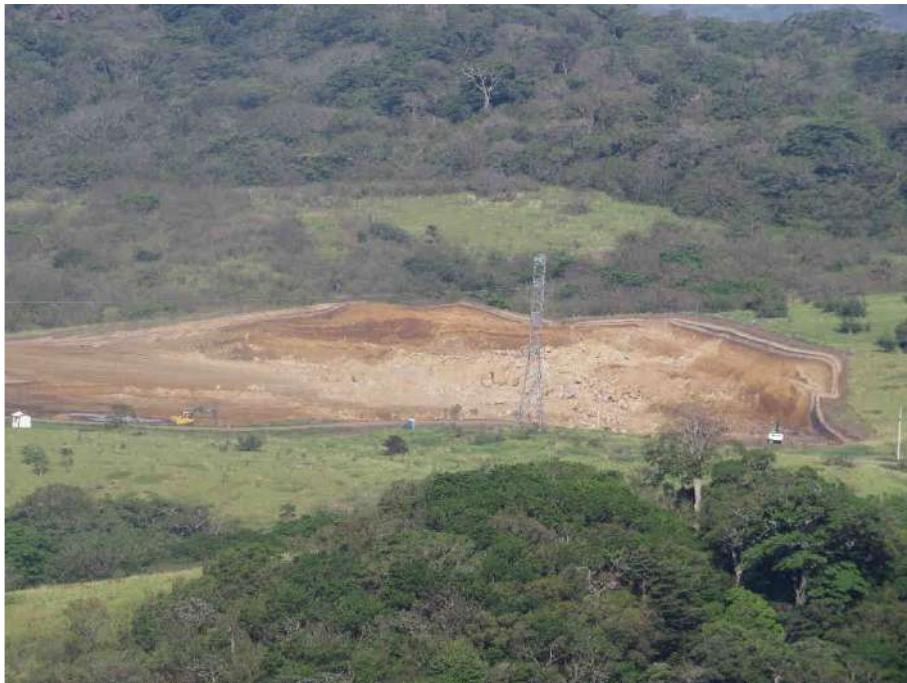
Vista panorámica del sitio de obra Escombrera 2. Marzo 2023.



Vista panorámica sitio de obra Escombrera 1. Marzo 2023.



Vista panorámica sitio de obra Planta de concreto. Marzo 2023.



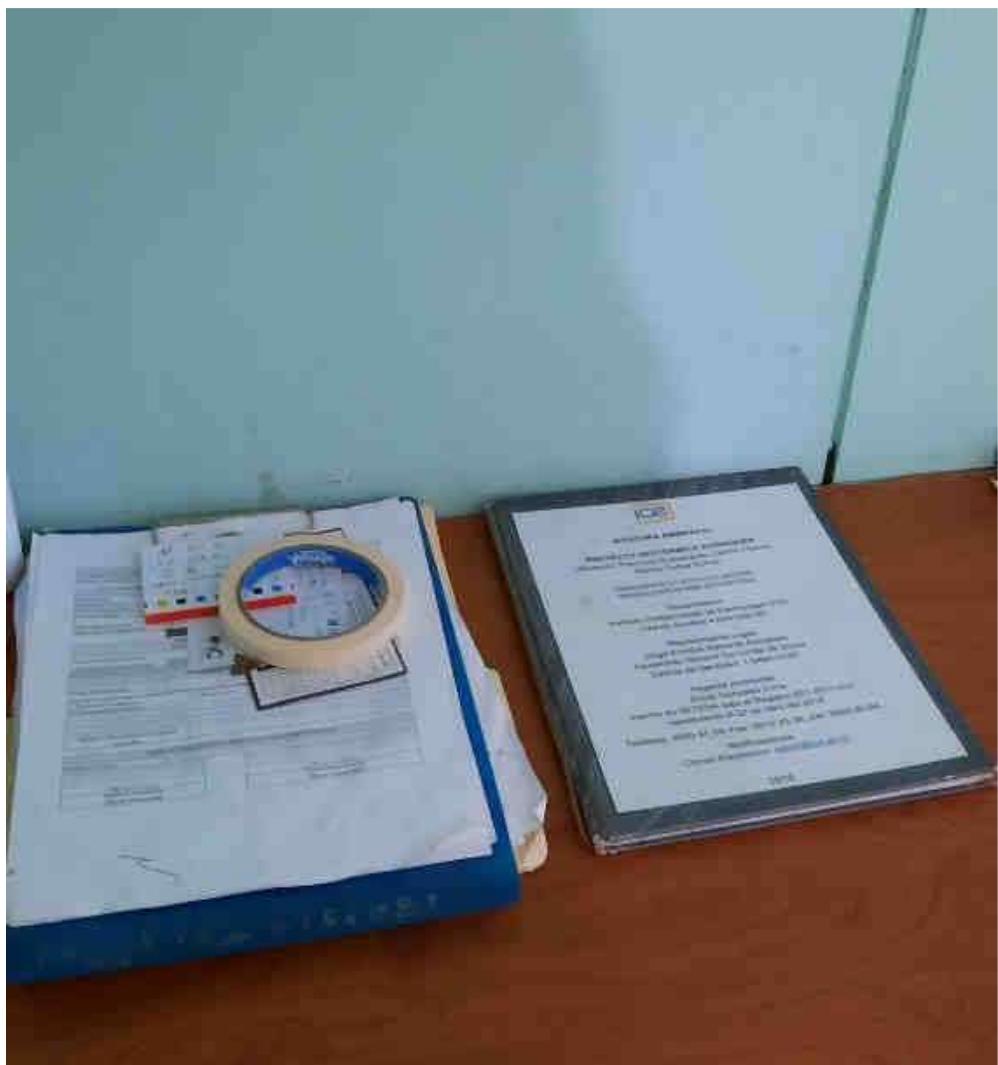
Vista panorámica sitio de obra Casa de Máquinas. Marzo 2023.



Vista panorámica del Área de Proyecto del PG Borinquen. Marzo 2023.

#### FOTOCOPIAS DE LA BITÁCORA AMBIENTAL (periodo de informe).

La bitácora ambiental del PG Borinquen se ubica en la Plazoleta PLB-08 del mismo proyecto, en la oficina del encargado de la máquina perforadora National 110-E, el Ingeniero Jairo Chávez Cordero, teléfono 2000-0396 / 8539-8624.





## BITÁCORA AMBIENTAL

### PROYECTO GEOTERMICO BORINQUEN

Ubicación: Provincia Guanacaste, Cantón Liberia,  
Distrito Cañas Dulces

EXPEDIENTE D1-8715-2012-SETENA  
RESOLUCIÓN Nº1686-2014-SETENA

Desarrollador:

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)  
Cédula Jurídica 4-000-042139

Representante Legal:

Jorge Enrique Valverde Barrantes  
Apoderado General Sin Límite de Suma  
Cédula de Identidad: 1-0469-0192

Regente Ambiental:

Elmer González Luna

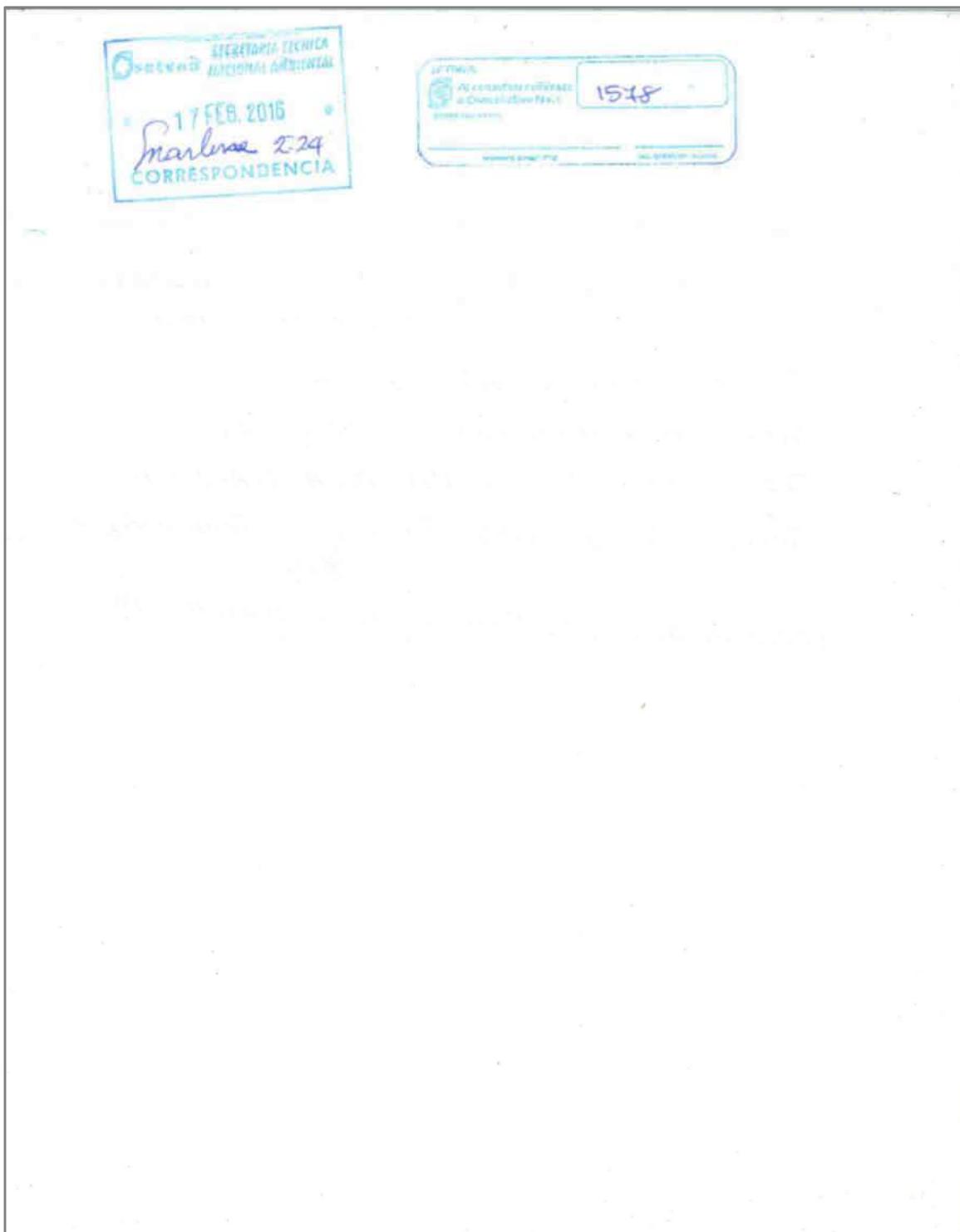
Inscrito en SETENA bajo el Registro 021-2011 con  
vencimiento al 22 de Abril del 2016

Teléfono: 2000-41-09, Fax: 2673-33-36, Cel: 8992-93-64

Notificaciones:

Correo Electrónico: [elgon@ice.go.cr](mailto:elgon@ice.go.cr)

2016



Nº de Expediente: 8715-2012-setena  
Nombre del Proyecto: Geotérmico Borinquen  
Personería Juri'dica: Instituto Costarricense  
de Electricidad.  
Inst. de Evaluación: ESIA.  
Viabilidad Ambiental: Ultorgada  
folios Presentados: BA - MGA - NA - NRA.  
Técnico Responsable: Francisco Fernández V.  
  
Coordinador Dpto DEA: Eduardo Marillo M.  


42

nales dentro de la huella de obra de Casa de Moqueta. Asimismo, continua el diagnóstico arqueológico en los nuevos sitios de obra (análisis de diseño). Se implementa monitoreo ambiental de diferentes componentes: flora, fauna, ruido, gases, corrosión atmosférica, lluvias, microsustancias, entre otros. 14/10/2022. 3:00 pm  
*JL* Consultor 021-2011.

104- Se trabaja en la perforación del pozo PEB-25, ubicado en la plazuela PLB-05. Hasta el día de hoy se cuenta con un avance de perforación de 960,35 m de profundidad. La maquinaria perforadora K-pen permanece en la plazuela PLB-08 (almacenamiento 01). Concluyó el corrimiento perimetral de la Laguna de Almacenamiento 01. Continua la excavación del sitio de obras casa de máquinas, la cual cuenta con un movimiento de tierra de 108.000 m<sup>3</sup>, los cuales han sido gestionados en la Escobrería 01. Continua la construcción de la Línea de Distribución Eléctrica de Proyectos, desde la carretera Interamericana hasta el proyecto, la cual cuenta con un avance de 12000 m lineales. También continua la construcción de la cerca perimetral del proyecto, en el sector sur de este de la propiedad, la cual, hasta la fecha cuenta con un avance de 4000 m lineales. Por otra parte se trabaja en el diagnóstico arqueológico de nuevos sitios de obra y en la evaluación arqueológica del sitio de obras provisionales. Se realiza el monitoreo ambiental de diferentes componentes: flora, fauna, aires, aguas superficiales, ruido, microsustancias, corrosión atmosférica, entre otros. No se identificaron impactos ambientales significativos. 15/10/2022. 11:00 am *JL* Consultor 021-2011.

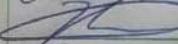
105- Se trabaja en la perforación del pozo P6B-25, ubicado en la plazuela PLB-05. Hasta el día

43

de hoy se cuenta con un avance de perforacion de 1777 m de profundidad. La maquina perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazuela PLB-08. Continua la excavacion del sitio de obras Casa de Maquinas, donde todos los escambios estan siendo gestionados en la Escambrera 01. Continua la construccion de la Linea de distribucion del proyecto, desde la carretera interamericana hasta el proyecto. Tambien continua la construccion de la cerca perimetral del proyecto. Por otra parte, se sigue trabajando en el diagnostico arqueologico de nuevos sitios de obra, para determinar el requerimiento de evaluaciones arqueologicas o bien supervisiones arqueologicas. Se realiza monitoreo ambiental de diferentes componentes: flora, fauna, arqueologia, aguas superficiales, nubosidad, corrosion atmosferica, microsistemas, entre otros. Concluyo el inventario forestal de sitios de obra "Tuberias de flujos geotermicos" y ampliacion de la Escambrera 01. No se identificaron impactos ambientales significativos. 15/12/2022 3:00 pm   
Consultor 021-2011.

106- Se trabaja en la perforacion del pozo P6B-05, ubicado en la plazuela PLB-05. Hasta la fecha de hoy, se cuenta con un avance de perforacion de 1847 m de profundidad. La maquina perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazuela PLB-08. Continua la excavacion del sitio de obras Casa de Maquinas e inicio la excavacion del sitio de obras Estacion Separadora 05 (ESB-05) y su Laguna de Almacenamiento 05 (LGB-05). Todos los escambios estan siendo gestionados en la Escambrera 01. Durante el movimiento de tierra de la capa superficial, se realizo

44

Supervisión arqueológica. Continúa la construcción de la cerca perimetral del proyecto. Hasta la fecha se cuenta con un avance de construcción de 9 km lineales. Continúa la construcción de la línea de distribución eléctrica desde la carretera interamericana hasta el proyecto. Continúa el diagnóstico arqueológico en nuevos sitios de obra. Se está realizando la Evaluación Arqueológica del sitio de obra "Obras provisionales de casa de máquinas". Se cuenta con el permiso de aprovechamiento forestal para la corte de 2288 árboles para la construcción de los sitios de obra. Tuberías de fluidos geotérmicos y ampliación de la Escarbatera O1. Se realiza el monitoreo de diferentes componentes ambientales: flora, fauna, lluvia, ruido, aguas superficiales, arre, corrosión atmosférica, microclima, otros. No se han detectado impactos ambientales significativos. 15/01/2023. 4:00 pm  
 Consultor O21-2011.

- 107- Se trabaja en la perforación del pozo P6B-25, ubicado en la ~~plazaleta~~ PLB-05. Hasta la fecha de hoy se cuenta con un avance de perforación de 2427 m de profundidad. La máquina perforadora K-perm permanece almacenada en la plazaleta PLB-08. Continúa la excavación de los sitios de obra Casa de máquinas, Estación Separadora O5 y Laguna O5. Se trabaja en la corte de árboles de la tubería de fluidos geotérmicos, en el sector de ampliación de camino de la Ruta Norte. Durante el proceso de talaje se reabre rescate y recuperación de fauna silvestre. Continúa el diagnóstico arqueológico de nuevos sitios de obra (modificaciones). Se trabaja en la Evaluación Arqueológica de las obras provisionales de Casa de Máquinas. Así mismo

45

se habilitó un laboratorio para el análisis de material arqueológico obtenido de las excavaciones arqueológicas, el laboratorio se ubica en el Campamento del ICE ubicado en Curubandé de Liberra. Por otra parte, se trabaja en la instalación de una planta de concreto y taller en la misma huella de obras de la Escambrera 01. Finalmente se realiza monitoreo de componentes ambientales: Flora, fauna, calidad de aire, aguas superficiales, corrosión atmosférica, microsismicidad, otros. 15 / 02 / 2023. 11:00 am Consultor 021-2011.

108- Condujo la perforación del pozo P6B-25, ubicado en la plazoleta PLB-05, el cual alcanzó una profundidad de 2429m de profundidad. La máquina perforadora K-pem permanece almacenada en la plazoleta PLB-05. Continua la excavación del sitio de obras Casa de Maquinas, Estación separadora 05 (ESB-05) y Laguna 05 (LGB-05). Asimismo, inicia la excavación de la ampliación del cañón del sector Ruta Norte de la Tubería de fluidos geotérmicos. Asimismo, se trabaja en la excavación de la Ruta Norte de la tubería de fluidos geotermicos, en el sector de salida desde la Plazoleta PLB-05 hacia la estación separadora ESB-05. Los escombros producidos de las excavaciones son gestionados en la Escambrera 01 y en la Escambrera 02. Hasta la fecha se han excavado 499811,37 m<sup>3</sup> de escombros (tierra y piedra). Durante los movimientos de tierra de la capa superficial, se realiza supervisión arqueológica. Asimismo se demarcaron sitios que serán sometidos a excavación arqueológica y asociados a la ampliación del Cañón y la salida de la plazoleta PLB-05, de la Ruta Norte de la Tubería de fluidos geotermicos. Se realizan trabajos de aprovechamiento forestal para la corte de 2288 árboles para la

46

construcción de la tubería de flujos geotérmicos y ampliación de la Escombadera. Hasta la fecha se han cortado 840 árboles. Se realiza mapeo y reubicación de fauna silvestre. También se trabaja en la construcción de la Línea de Distribución Eléctrica, desde la carretera interamericana hasta el proyecto (interior y exterior). Hasta la fecha se han construido 27 Km de línea de distribución eléctrica. Por otra parte, se han remediado 18 parcelas permanentes de inviernos forestales en áreas de bosque, y todos los escobros (troncos, ramas y raíces) producto del aprovechamiento forestal han sido dispuestos en áreas sombreadas a restauración ecológica. Finalmente, se realiza el monitoreo de componentes ambientales: Flora, fauna, aire, ruido, aguas superficiales, microsustancias, corrosión atmosférica y otros. Así mismo, inició el trabajo de la Maquina Perforadora Nacional desde el P6 Borinquen hacia el Campo Geotérmico Alfredo Marcos Protti. 15/03/2023. 2:30 pm   
Consultor O21-2011.

## ANEXOS

### Anexo 1. Comprobante de garantía ambiental y nota de entrega en la SETENA.





2023-03-14  
GASO-014-2023



**Señores**  
Secretaría Técnica Nacional Ambiental  
Ministerio de Ambiente y Energía  
**Presente**



Estimados señores:

**Asunto: Entrega del comprobante del depósito de la Garantía Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinque. Expediente Administrativo D1-8715-2012-SETENA. Resolución N° 1686-2014-SETENA.**

En cumplimiento de lo estipulado y solicitado en la resolución de referencia; se hace entrega y se informa a esa Secretaría de lo siguiente:

**Comprobante del depósito de Garantía Ambiental:** Se adjunta copia del comprobante del depósito de Garantía Ambiental N°203748 emitida el 28 de enero del 2022 por el Banco Nacional de Costa Rica y depositada en el Fondo Nacional Ambiental –SETENA, por un monto de \$1 057 166.00 (Un millón cincuenta y siete mil ciento sesenta y seis dólares con cero centavos), vigente hasta el 25 de enero del 2024.

Para efectos de recibir notificaciones, se detallan las siguientes direcciones de correo electrónico: ceroque@ice.go.cr, ascevedo@ice.go.cr, elgonz@ice.go.cr.

Sin otro particular me despido, quedando a su disposición para cualquier consulta al respecto.

Teléfonos (506) 2000-4109 / 2000-1191  
elgon@ice.go.cr

0 - 2000 - 2000 - 2000 - 2000 -

**Anexo 2. Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. A partir de Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.**

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
<b>COMPONENTE FÍSITO-QUÍMICO</b>											
MFPGB 01	Movimientos de tierra.  Número de acción (es) de la matriz causa efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G.	Calidad del aire	Contaminación del aire producto de la emisión de gases contaminantes por la combustión de hidrocarburos en motores.	Ley de tránsito por vías públicas terrestres - 7331 (Art.34, 35, 121)	<p>1) Los vehículos que circulen por las carreteras deben contar con el permiso de circulación respectivo. (RTV y Marchamo).</p> <p>2) La maquinaria, vehículos y equipo deben contar con un programa de mantenimiento, que garantice un funcionamiento eficiente de manera que las emisiones sean mínimas.</p> <p>3) No se permitirá el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto ) <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Reducir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costo asociado al propietario del vehículo (contrato) y al presupuesto de mantenimiento de la maquinaria (ICE)	<p>Se debe elaborar <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de vehículos / número vehículos RTV al día = 1 (Se debe realizar una revisión mensual y se debe mantener un registro con las copias de las boletas de RTV al día).</p> <p>Medida 2: número total de vehículos / número vehículos con mantenimiento al día = 1 (se debe realizar una <b>revisión mensual</b>, y se debe llevar un registro con las copias de las fichas técnicas de mantenimiento de cada vehículo).</p> <p>Medida 3: número total de vehículos / número vehículos sin fugas o problemas = 1 (Se debe realizar una <b>revisión mensual</b> y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones).</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 02	Fase Perforación de pozos - Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases no condensables durante las pruebas en pozos, casa de máquinas y la operación del campo.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	1) La emisión de los gases incondensables en la planta de generación debe realizarse en puntos altos mediante el uso de chimeneas que dispersen los gases en las torres de enfriamiento.  2) Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de imisiones de gases ( $H_2S$ , $CO_2$ ) en puntos cercanos a áreas pobladas y dentro de la planta de generación (mínimo un monitoreo por trimestre).	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Garantizar el cumplimiento de los límites establecidos para las emisiones de gases no condensables producto de la generación geotérmica.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del Proyecto	Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de sistemas de dispersión / número sistemas de dispersión en buen estado = 1 (Se debe realizar una inspección anual y mantener un registro fotográfico de las condiciones de los sistemas de dispersión de gases.)  Medida 2: Concentración de $H_2S$ medida / Límite permitido en exposición continua 24 horas 150 $\mu g/m^3$ o 0.1 ppm de concentración de ese gas en el aire. Se deben realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 03	Fase Perforación de pozos- Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire.	Efectos del $H_2S$ sobre el pH de las lluvias.	Ley Orgánica del Ambiente, No 7554	1) Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias.	Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que las actividades de explotación de los recursos geotérmicos no generan afectos negativos sobre el comportamiento de la acidez de las lluvias en la zona del campo.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del Proyecto	Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: pH medido o pH (valores mínimos y máximos) de la línea base. Se debe realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Previo al inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 04	Fase Perforación de pozos- Operación de la planta geotérmica.  Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire.	Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H <sub>2</sub> S.	DE-30221-S Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	<p>1) Se debe implementar un sistema para el monitoreo constante de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S dentro de la planta de generación y en las máquinas perforadoras. Estos sistemas deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para la integridad de los trabajadores.</p> <p>2) Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación, se deben colocar en el sitio, equipos para la medición de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>. Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores.</p> <p>3) En la planta y en las perforadoras se deberá contar con sistemas de respiración asistida y el personal debe estar capacitado para que en casos de emergencias puedan enfrentar y controlar la situación.</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costo incluido en el presupuesto de operación del Proyecto y campo geotérmico (compra de equipo necesario + recurso humano)	Se debe elaborar <b>informes de seguimiento semestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de equipos de medición / número equipos funcionando en forma adecuada = 1 (Se debe <b>realizar una revisión mensual del estado de los equipos</b> , se debe mantener un registro de los reportes de las inspecciones y mantener un registro de los informes de revisión). Número total de personal que podrían ser afectados / Número de personal, que podría ser capacitado en primeros auxilios (se debe llevar un registro de las capacitaciones, y deben <b>repetirse las capacitaciones en forma anual</b> ).	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 05	Fase Perforación de pozos Operación de la planta geotérmica.  Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 14, 17, 18, 20.	Calidad del aire	Contaminación del aire por sólidos en suspensión.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	<p>1) Sitios Poblados. Cuando el movimiento de vehículos sea continuo deberán implementarse medidas para reducir la cantidad de polvo levantado. Deberá elaborarse un plan de acción en donde queden claramente identificadas las zonas críticas, y las medidas a implementar para controlar el impacto.</p> <p>2) En zonas pobladas donde se presente el problema de levantamiento de polvo, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Todos los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Mantener los niveles de polvo generados por el movimiento de tierras y vehículos dentro de rangos aceptables.		<p>Medida 1: Plan de acción aprobado por la Dirección del Proyecto para llevar un monitoreo sobre esta contaminación del aire y dictado de medidas atenuantes - Informes <b>semestrales</b> de seguimiento a la implementación del plan de acción.</p> <p>Medida 2: Instalación de rotulación para la reducción de velocidades y de seguridad vial (reductores) por pasos de los sitios poblados en las rutas del proyecto.</p> <p>Medida 3: número total de conductores / número de conductores capacitados.</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGe 06	Fase de Operación. de Numero acción 18	Calidad del aire	Por fugas no controlables en empaques y uniones del equipo electromecánico en la CM	Ley General de Salud Ratificación del Protocolo de Montreal relativo a Sustancias que Agotan la capa de ozono  Ley de Tránsito Ley Orgánica del Ambiente  Aprobación del Protocolo de Kyoto-Convención de las Naciones Unidas  Reglamento de control de ruidos y vibraciones Normas de Control de Combustible y Emisiones de Vehículos del Estado. Reglamento para el control de emisiones de gases y contaminantes producidas por vehículos automotores Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Reglamento para la Revisión Técnica Integral de Vehículos Automotores Reglamento de Inmisión de Contaminantes Atmosféricos Reglamento control de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	1) En la etapa operativa como medida se cuenta con Instrucciones Técnicas, una para Espacios confinados PE-80-IT-91-007. Mantener un monitoreo permanente en todos los selllos y empaques de los equipos electromecánicos con el objetivo reducir las fugas de los gases no condensables y un monitoreo continua dentro de las instalaciones de la CM de la concentración del H <sub>2</sub> S asegurando que este no supere la concentración de 0.01 ppm en promedio de 8 horas de exposición, contar con un plan de contingencia y el Control y Monitoreo de Ruido PE-10-IT-92-010. Así bien asegurar la integridad física de las personas.	Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental de la planta)	Prever que se produzca afectaciones fatales a los funcionarios Verificar las condiciones de los sitios antes de ingresar mediante la medición de gases valorar la temperatura y humedad Garantizar el de protección personal Valorar los riesgos internos y externos previo a las labores.	Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta	Informes de mediciones de ruidos y vibraciones, informes de medición de gases, temperatura y humedad (gráficos de los registros continuos) bitácora con los datos anteriores y registro del estado de los equipos electromecánicos así como de los equipos de monitoreo y protección personal, plan de contingencias.	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 07	Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A,1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 1G.	Ruido Natural	Generación de Ruido. Durante la fase de construcción los vehículos, la maquinaria y el equipo genera ruido que puede afectar el medio.	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23) - Ley de tránsito por vías públicas terrestres - 7331 (Art. 121)	1) En sitios poblados, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Todos los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.  2) Todos los vehículos, maquinaria y equipo, deberán mantener en perfectas condiciones de funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido, para garantizarlo, el responsable ambiental deberá llevar una ficha técnica en donde conste la totalidad de equipos existentes y los resultados de las mediciones de verificación realizadas.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación de maquinaria, vehículos y equipos, dentro de los límites permitidos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Medida 1: número total de conductores / número de conductores capacitados= 1.  Medida 2: Número total de vehículos / Número vehículos sin problemas = 1 (Se debe realizar una revisión mensual y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones)	Inicio de las actividades del proyecto	Finalización de la fase de construcción .

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 08	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 14, 15, 16, 17, 18, 20.	Ruido Natural	Generación de ruido durante la fase de operación, producto del manejo del campo y las plantas geotérmicas (etapas de pruebas, fallos u operación normal)	DE-28718-S Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	<p>1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo, en estas áreas los niveles máximos permitidos serán los indicados por la legislación (65 dBA diurno y 45 dBA nocturno). Las mediciones realizadas deberán ser periódicas y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos.</p> <p>2) En la medida de lo posible las pruebas se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites establecidos por la legislación.</p> <p>3) Los diseños de los sistemas de silenciadores en los pozos y en la planta de generación, deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción de manera que se demuestre que cumplen con las eficiencias requeridas para garantizar el cumplimiento de la legislación.</p> <p>4) Debe asegurarse que los sistemas para la extracción de gases no condensables (eyectores), se encuentren debidamente aislados, de manera que los niveles de ruido se mantengan dentro de los límites permitidos por la legislación.</p> <p>5) Elaborar plan de contingencia y medidas correctivas para atender las eventualidades que se presenten al no cumplir los parámetros de emisión de ruido establecidos por ley.</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos. Por la Normativa Nacional aquí señalada.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1 y 2: Nivel de ruido medido / Límite permitido según el marco normativo horario diurno y nocturno del día. Deben realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.  Medida 3 y 4: Deberá elaborarse un informe de los resultados de las mediciones en las diversas pruebas las cuales deberán cumplir con el límite permitido según horario diurno o nocturno.  Medida 5: Implementación de plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas.	Antes del inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 09	Proceso de perforación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 13	Ruido Natural	Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido: Durante la fase de perforación de pozos, la operación de las máquinas genera ruido producto del uso de motores y equipo, puede originar efectos negativos sobre la salud de los trabajadores	DE-10541-TSS Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Art. 7)	1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en los sitios de trabajo, en estas áreas los trabajadores deberán contar con los sistemas de protección adecuados.  2) Debe implementarse dentro del plan de mantenimiento de las máquinas perforadoras, un programa de control de los niveles de ruido generados por los diferentes equipos. El responsable de la perforación deberá llevar los registros de las mediciones, así como de las medidas de mejora realizadas para atenuar el ruido como es el caso del empleo de pantallas reductoras de ruido en el caso que se amerite	Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que la salud de los trabajadores no se vea afectada por los niveles de ruido generados en las áreas de trabajo.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1: Informe mensual de seguimiento por parte de Salud Ocupacional durante los períodos de perforación de pozos. (Niveles de ruido y uso equipos de protección).  Medida 2: Registros de los niveles de ruido generados por los diferentes equipos con las medidas de mejoras / Nivel de ruido base. Deberá realizarse mediciones semestrales y llevar una bitácora con los resultados de las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades de perforación de la planta (finalización del proyecto)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 10	Proceso de perforación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 14	Ruido Natural	Generación de ruido: Durante la fase de perforación de pozos, la operación de las máquinas genera ruido producto del uso de motores y equipo, que puede causar molestias a los turistas y hoteles cercanos.	DE-28718-S Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo. Las mediciones deberán ser periódicas y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos.  2) En la medida de lo posible las pruebas se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites establecidos por la legislación.  3) Los diseños de los sistemas de silenciadores deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción, de manera que se demuestre que cumplen con las eficiencias requeridas para garantizar el cumplimiento de la legislación.	Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1 y 2: Registros de los niveles de ruido medidos zonas pobladas aledañas dentro el AID. Hoteles: Borinquen / Buena Vista, otros, con una periodicidad mínima mensual durante los períodos de perforación de los pozos profundos, datos diurnos y nocturnos / Límites permitidos señalados en la legislación nacional, se debe llevar una bitácora y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades de perforación de la planta (final de la vida útil)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 11	Fase de Operación.	Ruido Natural	Contaminación sónica (ruído) en sitios confinados de la CM	Reglamento a la Ley Nacional de Emergencias Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Procedimiento para la Medición del Ruido Constitución Política Código de Trabajo Ley General de Salud Ley sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al Trabajador	1) En la etapa operativa como medida se cuenta con Instrucciones Técnicas, una para Espacios confinados PE-80-IT-91-007.en estas áreas los trabajadores deberán contar con los sistemas de protección adecuados y otra para el Control y Monitoreo de Ruido PE-10-IT-92-010. El propósito es dar los pasos a seguir para el monitoreo de ruido proveniente de los procesos de generación eléctrica (operación y mantenimiento) que puedan producir un impacto ambiental o laboral significativo. Así bien asegurar la integridad física de las personas.	Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental de la planta)	Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo dentro del Casa de Maquinas Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional.  Verificar el buen mantenimiento de los equipo de protección personal.  Cumplir las Acciones de antes y después de realizadas las labores según la Instrucción de Trabajo: PE-80-IT-91-007 mediante la lista de chequeo PE-80-FO-91-008.	Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta	Informes de mediciones de ruidos y vibraciones tanto en sitios confinados como a los alrededores del CP que permitan evidenciar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa nacional. Bitácora de seguimiento.-  Mantenimientos realizados / total de maquinaria y equipo del Centro , Registros de niveles de ruidos monitoreados , Registros de niveles de ruido monitoreados que cumplen con los parámetros establecidos con legislación / Total de monitoreos realizados	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 12	Fase de construcción - Movimientos de tierra.  Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G	Agua superficial	Cambios en la turbidez del agua de escorrentía	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	<p>1) Recuperar taludes con zacate entre otras especies vegetales apropiadas para la reducción de la erosión.</p> <p>2) Canalizar las aguas por medianas canoas, canales perimetrales entre otros en las plataformas para reducir el arrastre de sólidos.</p> <p>3) Canalizar las aguas en los caminos por medio de cunetas, alcantarillas, barreras de sedimentos, y sedimentadores entre otros dispositivos de manera que se reduzca el arrastre de sólidos hacia las fuentes de aguas superficiales.</p> <p>4) Construir sistemas de conducción de aguas en los caminos de manera que se reduzca la velocidad de las aguas para reducir los efectos erosivos.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto )- <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	<p>Se debe elaborar <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: m2 de talud tratados / m2 de talud = 1.</p> <p>Medida 2: número de plataformas construidas / número de plataformas tratadas.</p> <p>Medida 3 y 4: m2 de dispositivos construidos en caminos / m2 de caminos construidos. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados.</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MPGB 13	Fase de construcción - Movimientos de tierra.  Número de acción (es) de la matriz causa efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G	Agua superficial	Contaminación del agua superficial por derrames accidentales de lubricantes o combustibles	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67)	<p>1) Todos los equipos, maquinaria y vehículos, deben estar incluidos dentro de un programa de mantenimiento y control a fin de asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes.</p> <p>2) Cualquier almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, deberá contar con diques de contención que garanticen que cualquier derrame será manejado de manera adecuada, trampa de grasas, cerrado con malla ciclón, rotulado según la norma <b>NFPA 706</b> y contar con las fichas de seguridad de los productos almacenados.</p> <p>3) Todos los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, etc. Deberán manejarse en recipientes sellados y rotulados, y deberán ser dispuestos por medio de co-procesamiento.</p> <p>4) Implementar plan de contingencia que establezca la disponibilidad de kit antiderrames, y en el momento que se dé uno, se debe parar inmediatamente el uso de la maquinaria y utilizar el equipo para contención de derrames, para ello debe haber <b>personal capacitado</b> en el manejo del material de contención, al menos dos personas por frente.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto ) <b>-Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	<p>Se debe elaborar informes de <b>seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones adecuadas = 1</p> <p>Medida 2: número de sitios de almacenaje o contenedores para los lubricantes residuales / número sitios con ( trampas, almohadillas diques ) con características y dimensiones establecidas según la legislación</p> <p>Medida 3: kg de residuos generado / kg de residuos enviados a coproceso Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados.</p> <p>contingencias atendidas / Contingencias ocurridas</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

MFPGB14	Fase de Operación del campo.  Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 14, 17, 18, 20.	Agua superficial	Contaminación del agua: Los fluidos geotérmicos son conducidos por tubería bifásica de los pozos a los satélites de separación, a pozos de reinyección y parte de estos son almacenados de forma temporal en lagunas de sedimentación. Existe la posibilidad que ocurra un derrame de líquido geotérmico, ya sea por fugas en los sistemas de conducción o rupturas en las lagunas. Dado que las aguas geotérmicas tienen una composición físico-química muy diferente a las aguas superficiales, si entran en contacto se produciría contaminación.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67).	<p>1) Todos los puntos de salida de líquidos deberán contar con sistemas para el envío de las aguas a las lagunas de sedimentación.</p> <p>2) Las lagunas de sedimentación deben contar con sistemas de impermeabilización.</p> <p>3) Se debe establecer un programa para el monitoreo de las aguas superficiales dentro del área del campo geotérmico. (Mensual al menos en los primeros cinco años de operación).</p> <p>4) En caso de ocurrir eventuales derrames de líquido geotérmico, establecer un plan de contingencia para su atención inmediata</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.	Costo incluido en el presupuesto de operación del campo geotérmico del proyecto	<p>Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de salidas de líquido / número de salidas enviadas a lagunas = 1.</p> <p>Medida 2: número total de lagunas / número de lagunas impermeabilizadas = 1.</p> <p>Para los indicadores 1 y 2 deberá llevarse un registro fotográfico de los trabajos realizados y presentarse un informe final previo a la entrega de las obras.</p> <p>Medida 3: Registros de las concentraciones del monitoreo calidad de las aguas superficiales dentro el área del proyecto (mínimo mensuales) / concentraciones de referencia 1. Deberá llevarse gráficos de control que permitan un seguimiento adecuado del indicador.</p> <p>Medida 4. Contingencias atendidas / Registro de las contingencias ocurridas.</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPG15	Fase de construcción y operación.  Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 12, 20.	Agua superficial	Contaminación del agua superficial por aguas servidas o por derrames de aceites que se generan como residuos.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64)	<p>1) Debe establecerse un programa para el manejo de aguas residuales y residuos líquidos contaminantes (hidrocarburos entre otros).</p> <p>2) Todo el personal deberá ser capacitado en materia de manejo de residuos, tanto ordinarios como peligrosos.</p> <p>3) Todos los vertidos de aguas residuales como aguas negras, aguas servidas y de tipo similar, deben dirigirse a sistemas de tratamientos de aguas según los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud. No podrá depositarse desechos líquidos en ningún tipo de fosas o sistemas que no estén aprobados por los entes públicos competentes.</p> <p>4) Los residuos como aceites, lubricantes, combustibles, productos químicos, etc. No podrán disponerse en el proyecto, deberán ser colocados en recipientes sellados y rotulados, y enviados a co-procesamiento.</p> <p>5) Los residuos líquidos que no puedan disponerse en sistemas de tratamiento convencionales deberán colocarse en recipientes sellados, etiquetarse adecuadamente y enviarse para su tratamiento adecuado mediante sistemas de co-procesamiento.</p>	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental - del proyecto - del campo geotérmico - de la planta)	Prever la no contaminación de las aguas superficiales debido a los desechos líquidos generados.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	<p>Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: Programa de manejo de residuos líquidos contaminantes aprobado por el director. Para cada una de las etapas (Construcción, desarrollo y producción) deberá existir un plan específico.</p> <p>Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados. Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual.</p> <p>Medida 3: Documento donde el Ministerio de Salud da el visto bueno al sistema de tratamiento de aguas residuales. Resultado del monitoreo de calidad de aguas residuales generadas, dentro de parámetros establecidos por ley.</p> <p>Medida 4 y 5: m3 de aguas residuales tratadas / (Kg de desechos coprocados) m3 de aguas residuales. Deberá llevarse un registro detallado de los desechos generados y los certificados de los desechos enviados a co-procesar.</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 16	Fase de construcción y operación. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 12, 20.	Agua superficial	Reducción de la calidad del agua por contaminación generada por residuos sólidos	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64)	<p>1) Debe establecerse un programa para el manejo de residuos.</p> <p>2) Los residuos sólidos que se generen en lo posible, deben pasar un proceso de separación, recuperación, clasificación para reciclaje y tratamiento de todo lo que no sea recicitable o recuperable.</p> <p>3) Todos los residuos sólidos no ordinarios (residuos principalmente domiciliarios) que se generen, deben pasar un proceso de separación, recuperación, clasificación para reciclaje y tratamiento de todo lo que no sea recicitable o recuperable.</p> <p>4) No podrán manejarse residuos en fosas o sistemas que no estén debidamente ajustados a los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud.</p> <p>5) Los residuos peligrosos, tales como baterías, productos químicos, fluorescentes, etc. No podrán disponerse en el proyecto, deberán ser colocados en recipientes sellados, y enviados a co-procesamiento.</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental – del proyecto - del campo geotérmico – de la planta)</b>	Prever la contaminación de las aguas debido a los desechos sólidos generados.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Se debe elaborar <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: Programa de manejo de residuos aprobado por la Dirección del Proyecto. Para cada una de las etapas (Construcción, manejo del campo y producción) deberá existir un plan específico.  Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados. Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual.  Medida 3: cantidades de residuos generados / cantidades de residuos reusados, recuperados o reciclado. Debe llevarse un registro de todos los materiales manejados y registros fotográficos del proceso.  Medida 4: Documento donde se verifica el cumplimiento de las directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento.  Medida 5: kg de desechos generados / kg de desechos co-procesados. Deberá llevarse un registro detallado de los desechos generados, registros fotográficos de la forma en cómo son almacenados y los certificados de su co-procesamiento.	Inicio de las actividades del proyecto Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)	

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFGB 17	Fase de Operación. Número de acción 8, 17, 18	Agua superficial	Contaminación del agua con sustancias químicas durante mantenimientos de la planta.	Residuos SLTP: Ley Orgánica del Ambiente Ley para la Gestión Integral de Residuos Reglamento de Higiene Industrial Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales Reglamento sobre la Gestión de los Desechos Infecto-Contagiosos Reglamento para la utilización de Combustibles Alternos en los Hornos Cementeros Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos Residuos SO: Ley Orgánica del Ambiente Código Municipal Reglamento de Higiene Industrial Obligación Instituciones del Sector Público de Recolectar y Reciclar Papel Reglamento sobre Llantas de Desecho Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios	1) Contar con un procedimiento de manejo de hidrocarburos. Implementar el manejo integrado de residuos PE-80-IT-92-006. Para el manejo de sustancias peligrosas PE-80-IT-81-001 y aguas residuales PE-10-IT-92-012. Se llevan registros y se utilizan convenios de tal forma que se tenga un mayor control de los residuos que se generan en esta etapa.	Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental de la planta)	Garantizar el manejo y la disposición final adecuada de los residuos que se generan en la operación. Establecer las prácticas de reducción, reuso y reciclaje de residuos. Garantizar mediante monitoreos que las aguas residuales se mantengan dentro de los parámetros permitidos por la normativa nacional.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Mantener en los centros de transferencia de residuos una bitácora donde se registran cantidades, pesos, tipos, y destino de los residuos producidos en el centro de Producción. Mantener hojas de despacho de los residuos para su disposición final, solicitar certificado de disposición. Seguir las Instrucciones técnicas establecidos en la UEN Producción bajo la norma ISO 14001:2004. Para las aguas residuales monitorear el agua vertida después de que ha recibido un uso ordinario o especial, los parámetros son: pH, temperatura, sólidos suspendidos, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno, sustancias activas al azul metílico, sólidos sedimentales, demanda química de oxígeno, con una periodicidad de muestreo para caudales menores o iguales a 100 m <sup>3</sup> /día semestralmente y para caudales mayores a 100m <sup>3</sup> /día trimestralmente. Número de contingencias atendidas / contingencias presentadas	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 18	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 15.	Nivel de Corrosión	Aumento de la pérdida del metal expuesto al ambiente debido a la corrosión.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto 26042-S-MINAE	1) Diseño y operación de un programa de monitoreo de la corrosión atmosférica antes de inicio de las obras y durante (al menos por cinco años) de la fase operación, que permita conocer los niveles de corrosión atmosférica para poder medir el cambio generado por la fase de operación. Utilización de materiales o pinturas anticorrosivas para la protección de las diferentes estructuras metálicas.	Director del CS Investigación y Desarrollo (I+D) (Apoyo el Centro de Investigación en Corrosión) Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Determinar si la velocidad de corrosión natural, resulta alterada por efecto resultante de las labores diarias de la fase de operación en el área de proyecto. Implementar medidas para disminuir el efecto de la corrosión sobre las estructuras metálicas	130	Informe anual de resultados de clasificación de los niveles de corrosión atmosférica: De acuerdo a los análisis de diferentes parámetros se establece la clasificación de la atmósfera respecto a su agresividad corrosiva. Número de estructuras metálicas tratadas para protegerlas de la corrosión / estructuras metálicas totales	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Cinco años después de inicio de la fase de operación.
MFPGB 19	Fase de Operación. Número de acción 18	Nivel de Corrosión	Corrosión presente en los equipos de casa de máquinas por fugas de gases en los equipos	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Utilización de materiales o pinturas anticorrosivas para la protección de las diferentes estructuras metálicas.	Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental de la planta)	Reducir la presencia de corrosión en los equipos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Número de equipos tratados contra la corrosión / número de equipos totales –bitácora del mantenimiento de equipos electromecánicos.	Inicio de la etapa operativa de la planta	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 20	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13 y 16.	Medio Físico, procesos, sismicidad	Generación de sismicidad inducida	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Operación de red sismológica de monitoreo.	Director CS Exploración Profunda - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Caracterizar y ubicar una posible sismicidad inducida debido a los procesos de operación geotérmica.	100	Informe trimestral de las estadísticas de los sismos generados en un radio de 10 km alrededor del proyecto.	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Dos años después del fin de la fase de operación del PG Borinquen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 21	Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1B, 1C, 1D, 1E, Fase de Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2	Relieve (Geomorfología)	Degradoación de las formas del relieve.	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Planificar Diseño de excavaciones y movimientos con el objetivo de impactar la menor área posible.  2) Definir las medidas para la restauración del relieve y estabilización del relieve impactado (conformación del terreno, des compactación, obras de manejo de aguas de tierra entre otras medidas, ademas se deberá implementar el protocolo de revegetación de las áreas alteradas.  3) Los efectos por la construcción de las escombreras, se deberá implementar el protocolo de revegetación de las mismas, el cual es un procedimiento ya establecido a nivel de proyectos constructivos. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.4 de este documento.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Resarcir las alteraciones de las formas de relieve en el AP como consecuencia de las acciones de movimientos de tierra asociadas a la construcción del proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Diseño y ejecución de un plan de estabilización o protocolo revegetación para la restauración estabilización del relieve impactado – Sitios con relieves sujetos a medidas de estabilización y revegetación / área total impactado.  Llevar bitácora de obra con el detalle de los procesos de estabilización aplicados.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 22	Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1B, 1C, 1D, 1E, 1G Fase de Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2, 3.	Relieve (Geomorfología)	Aumento de los procesos erosivos y sedimentación en el AP.	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No7779	1) Control de los procesos erosivos a nivel de los sitios donde se realicen cortes de terreno y se conformen taludes, utilizando técnicas de colocación de mantos temporales a base de fibras naturales que permitan la recuperación de la cubierta vegetal. Se deberá utilizar geomantas o geotextiles que protejan los apilamientos de materiales temporales de la erosión por escorrentía superficial. Esto último no cubre los sitios de escombrera para ellos se debe seguir lo indicado en la Sección 4.5.4.2 y Anexo 4.5.2 de este EsIA. Para el control de la sedimentación en sitios de obras se deberá colocar barreras de retención de sedimentos, construir canalizadores de las aguas de escorrentía superficial en los sitios de obra que sean necesario, así como sedimentadores. En los sectores donde se conformen las escombreras se deberá seguir el protocolo constructivo establecido en cuanto a tipo, dimensiones de las obras civiles requeridas. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.4	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Controlar la generación de procesos erosivos y de sedimentación en área de proyecto AP del PG Borinque.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Informe ambientales, bitácoras de obra con el detalle de las obras civiles desarrolladas para el control de la erosión y sedimentación en cada frente de obra.  Frecuencia de monitoreo durante los períodos de excavación o remoción de tierra: semanal, realización visitas para verificar cumplimiento de las acciones de la medida. Llevar un registro fotográfico en cada frente de obra.	Inicio de las obras (No más de 15 días después de iniciados los procesos de movimientos de tierra)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 23	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, <b>1B</b> , 1C, 1D, 1E, 1F, 1G. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 5, 6, 7, 8, 10, 11.	Suelos	Remoción y alteración de horizontes edáficos, destrucción de la estructura, compactación, aumento de la densidad aparente, disminución de la conductividad hidráulica y modificación de la capacidad de infiltración de agua a través del suelo.	Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelo, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.	<p>1) Gestionar el manejo y conservación de suelos según la legislación vigente con estrategias de conservación del suelo. La remoción de cobertura vegetal debe ser únicamente en sitios estrictamente necesarios.</p> <p>2) La remoción de la capa de suelo orgánico, debe ser realizada de manera en que se procure no contaminar ese suelo con materiales que tengan una composición diferente y se encuentren en capas inferiores del terreno. Las excavaciones deben limitarse al área estrictamente necesaria y con planificación para un mínimo efecto ambiental. Los movimientos de tierra deben hacerse de forma ordenada y con manejo de aguas, evitando que el suelo suelto se deslice ocasionando problemas de erosión con alteración a otros ecosistemas. La capa superior de suelo (Horizonte A) debe apártase para utilizarla posteriormente en revegetación, mejoramiento paisajístico, para estabilización y revegetación de taludes, riberas, cortes y zonas verdes, mejorar el paisaje o para mantener el crecimiento de la vegetación y controlar la erosión. En los accesos se debe dar prioridad a trochas y caminos existentes. Los sitios de acopio de suelo deben estar en área con pendiente menor a 15% y se le debe proteger del efecto erosivo del agua o el viento. El traslado de suelo a escombreras se realizará en vagones o camiones con lona. En taludes se debe determinar la estabilidad de la ladera. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.5 de este documento.</p>	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	<p>Informe de prácticas físicas y agronómicas para el manejo y conservación de suelos y aguas en el AP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe sobre manejo de la escorrentía superficial.</li> <li>• Informe sobre método de manutención de la capa orgánico-mineral</li> <li>• Informe sobre las labores para aumentar la cobertura vegetal en sitios en los que el suelo ha sido desprovisto de la cobertura vegetal. El informe se hace <b>semestralmente y durante la fase de construcción</b>. Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras; deberán incluirse y detallarse los manejos de aguas y de suelos para la prevención de la perdida de suelo por erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental mediante revegetación de los sitios afectados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo.</li> </ul> <p><b>El monitoreo quinquenal</b> de la química del suelo en el AP durante los primeros 10 años de la fase de operación del proyecto</p>	Al inicio de las obras del PG Borinquen.	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

MFPGB 24	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 14, 15, 18, 20.	Suelos	Contaminación de suelos por vertidos de sustancias peligrosas, residuos sólidos urbanos o de construcción y por contaminación atmosférica con gases que caen sobre el suelo a través de la lluvia, residuos constructivos como cementos, metales, textiles y por residuos urbanos como desechos alimenticios, vidrio, plástico, pinturas, materiales contaminados con sustancias peligrosas, etc.	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, No 7779 y su reglamento, Ley para la Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Uso de protocolos, emitidos por el Sistema Integral de Manejo de Residuos (SIGIR) de la UEN PySA, para el manejo de residuos peligrosos, residuos de la construcción, residuos orgánicos y otros generados por la industria geotérmica, bitácoras e informes relacionados con inspecciones visuales del SIGIR. Diseño de medidas preventivas de tipo constructivo para reducir vertidos líquidos a los suelos. Detalle de focos de contaminación, identificando las sustancias contaminantes de uso en la industria geotérmica. Monitoreo de gases producidos por la industria geotérmica. Un monitoreo del pH, de la fertilidad del suelo y de elementos químicos asociados a un derrame con sustancias peligrosas (un año antes de la entrada de operación y otro cinco años después). Diseño de planos constructivos de obras necesarias para el almacenaje y manipulación de sustancias peligrosas. Construcción de las obras para el almacenaje y manipulación de sustancias y residuos peligrosos, con base a los requerimientos legales. Gestión adecuada de residuos sólidos urbanos y especiales del proyecto. Bitácoras e informes relacionados con inspecciones del SIGIR. No se permitirá enterrar ningún desecho sólido urbano, especial, del proceso constructivo u otro residuo que pueda afectar las condiciones del entorno y del suelo. Se deberá efectuar un muestro de suelo de manera aleatoria dentro el AP para aplicarle un análisis completo un año antes de la entrada de operación de la planta y cinco años después de su entrada en operación Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.5 de este documento.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Proteger la calidad de los suelos para prevenir daños a otros ecosistemas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe y bitácora sobre manejo de residuos sólidos y contaminación de suelo por el personal del SIGIR de la UEN PySA en manejo de residuos de la industria geotérmica. <b>Frecuencia de monitoreo:</b> Una vez al mes.</li> <li>Informe en bitácora sobre inspecciones realizadas por el SIGIR indicando manejo de residuos urbanos, de construcción y peligrosos. <b>Frecuencia de monitoreo:</b> Mensual.</li> <li>Los sitios para almacenaje de sustancias peligrosas, deberán incluir y detallar planos para tal efecto. Los sitios deberán aparecer en los planos constructivos.</li> <li>Informe y bitácora sobre control, limpieza y monitoreo de derrames</li> <li>Las obras deberá coordinar protocolos del SIGIR para atención de derrames, así como depósitos rotulados para el acopio de residuos Peligrosos y. <b>Frecuencia de monitoreo:</b> mensual.</li> <li>Seguimiento a propiedades químicas del suelo. El monitoreo del pH y fertilidad del suelo se realizará un muestreo un año antes y otro muestreo cinco años después de la entrada en operación de la planta en sitios seleccionados y previamente georreferenciados del AP. En relación con un eventual derrame con sustancias peligrosas sobre el suelo, hay que recurrir a sistemas de remediación para aislar y prever que la sustancia peligrosa no se extienda a otros ecosistemas.</li> </ul>	Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 25	Operación de plantas de concreto. Fase Construcción del proyecto.	Agua superficial	Reducción de la calidad del agua por contaminación con agua residual proveniente de la planta de concreto.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64).	<p>1- Utilizar lagunas o estanques de decantación o dispositivos para la retención de sedimentos.</p> <p>2- Llevar a cabo muestreos inmediatamente aguas arriba y 50 metros aguas abajo de la descarga para estimar cualquier efecto sobre la transparencia del agua, el contenido de sólidos suspendidos y los efectos sobre el PH y la alcalinidad del agua.</p> <p>3- En la medida de lo posible, reutilizar el agua en el proceso de fabricación.</p> <p>4- En la medida de lo posible, reutilizar los materiales de sedimento en el proceso de fabricación de concreto o como material constituyente en estructuras de baja resistencia. Por ejemplo en caminos.</p>	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - (equipo de gestión ambiental del Proyecto - del Campo Geotérmico).	Garantizar que la operación de las plantas de concreto no genere contaminación de las aguas superficiales.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto.	<p>1- Informe sobre diseño de sistema para retención de sedimentos. Presencia de estructura o sistema.</p> <p>2- Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis fisicoquímicos. Frecuencia de monitoreo: Mensual durante fase de construcción.</p> <p>3- Informe de reutilización de agua en el proceso de fabricación de concreto. Frecuencia de informe cuatrimestral.</p> <p>4- Informe de reutilización de materiales de sedimento en proceso de concreto o utilización como material constituyente de otras estructuras. Frecuencia de informe cuatrimestral.</p>	Un mes ant es del Inici o de la obr as del PG Borinquen.	Un año despues del fin de la fase de construcción del PG Borinquen.

### COMPONENTE BIOLÓGICO

MBPG 01	<p>Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A y 7. Fase operativa acción 17.</p>	<p>Flora: Bosque maduro y bosque secundario</p>	<p>Reducción de la cobertura de bosque maduro y bosque secundario.</p>	<p>Ley forestal N°7575, y su Reglamento DE N° 25721, Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317 y su Reglamento DE N°32633, Ley de Biodiversidad N°7788 y su Reglamento DE N°34433.</p> <p><b>1. Trazado de rutas de tuberías y trochas de acceso para excavación y montaje,</b> hasta donde sea posible no cortar árboles gruesos de diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 cm, particularmente de especies de mayor importancia ecológica (Ver Cuadro 5.2.1).</p> <p><b>2. Brindar capacitación y emplear personal calificado y técnicas de tala dirigida, además realizar el arrastre de trozas con cable o aserrar in situ para reducir daños al ecosistema.</b></p> <p><b>3. Con el objeto de reducir el área de bosque a cortar, evaluar alternativas en cuanto, técnicas, equipo y maquinaria para reducir el impacto en las labores de excavación, movimientos de escombros, materiales y estructuras y montaje de la tubería y alcantarillado.</b></p> <p><b>4. Elaboración y ejecución de plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento y auditoría para cada obra, con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las medidas ambientales.</b></p> <p><b>5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón).</b></p> <p><b>6. Realizar inventarios de flora, particularmente flora menor y arbórea con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción del área boscosa del AP a intervenir, detallando abundancia y preferencia de hábitat por especie.</b></p> <p><b>7. Elaboración de plan de rescate y reubicación de flora en zonas cercanas de bosques intervenidos o secundarios, considerando el status de protección, la abundancia y preferencia de hábitat por especie.</b></p>	<p>Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra, evitando dañar la vegetación circundante. Utilizar maquinaria, equipo y técnicas constructivas orientadas a causar el mínimo impacto al ecosistema. En el caso de tuberías ajustar la ruta para reducir cortar árboles gruesos de alta importancia ecológica, prioritariamente especies con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción. Rescatar y reubicar la flora menor y reproducir flora arbórea con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción. El costo de implementación de esta medida estará incorporado en presupuesto constructivo (planilla del proyecto)</p>	<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</b></p>	<p>Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto</p>	<p>1. Mapas con la ubicación y dimensiones de las rutas de la tubería y las trochas de acceso para la construcción, incluyendo los árboles a cortar enumerados, los cuales deben utilizar y acatar el personal de campo, los supervisores y encargados de obra, (disponibles tres meses previos al inicio de las labores). 2. <b>Manuales de campo y capacitaciones al personal a cargo de la tala, troceo, aserrío, acopio y secado de madera,</b> al igual que del trazado y construcción de las rutas de tuberías y trochas de acceso y asimismo al personal encargado de las excavaciones, movimientos de tierra y materiales y montaje de la tubería, (disponibles tres meses previos al inicio de las labores). <b>Listas de asistencia firmadas y registro de evaluaciones del aprendizaje.</b> 3. Informes de ajustes al método constructivo, maquinaria y equipo para minimizar el impacto, el área de bosque y árboles gruesos a cortar, (disponibles al menos 1 año previo al inicio de las obras). 4. Plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento por obra (disponibles tres meses previos al inicio de las labores), informes mensuales y bitácoras de seguimiento a emplear por el personal de gestión ambiental, que deben firmar los encargados de obra quienes asumen el compromiso del cumplimiento de las indicaciones consignadas. 5. Áreas boscosas a intervenir delimitadas y árboles a cortar marcados (enumerados en el tronco y el tocón). 6. Inventario de flora con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción en área boscosa del AP a intervenir, detallando la abundancia y la preferencia de hábitat por especie, (disponible al menos 1 año previo al inicio de las labores). 7. Plan de rescate y mapas con información topográfica y</p>	<p>Los indi cad ore s 3, 6 y 7 en el cas o del plan de res cate de flor a 1 año pre vio a las labo res. Los indi cad ore s 1, 2, 4 y 5, 271 mes prono gan hasta la fase operati va y finaliza n al ciere de la planta.</p>
---------	--	---	--	--	---	---	---	--	--

								seguimiento con mapas de reubicación, detallando la cantidad, distribución y ubicación de los individuos por especie rescatada. Informes trimestrales de los resultados de la sobrevivencia, desarrollo y adaptación de las plantas rescatadas.	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

MBPGB 02	<p>Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A, 2, 3 y 7.</p> <p>Fase operativa acción 17.</p>	<p>Flora: Bosque maduro y bosque secundario</p>	<p>Reducción de la cobertura de bosque maduro y bosque secundario.</p> <p>Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en bosque maduro y secundario por acumulación de polvo</p>	<p>Ley forestal N° 7575, su reglamento Decreto Ejecutivo N° 25721 y sus reformas. Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su reglamento Decreto Ejecutivo N° 26435. Ley de Biodiversidad N° 7888 y su reglamento Decreto Ejecutivo N° 34433.</p>	<p>1. Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía y control de erosión, des compactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación.</p> <p>2. Elaboración de planes de reforestación de las escombreras asegurando la conectividad de los sectores aledaños de bosque maduro y secundario, el diseño de plantación deberá ser una mezcla de al menos 8 especies arbóreas de rápido crecimiento, para mayor detalle referirse a la Sección 5.2.8., y al Anexo No. 6.4.1 (Medidas complementarias en flora).</p> <p>3. Elaboración de planes y mapas de reforestación en zonas de protección de ríos y quebradas, mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento.</p> <p>4. Elaboración de plan de selección de plantas y árboles padre para recolección de semillas y/o plántulas de las especies arbóreas y arbustivas de la zona a utilizar en las plantaciones y pantallas vegetales.</p> <p>5. Establecimiento de un vivero de rescate de plantas para la reforestación durante la fase de Construcción, en la fase de Producción se utilizarán los viveros existentes del ICE en la zona.</p> <p>6. Elaboración de planes de establecimiento y manejo de pantallas vegetales para enmascaramiento de obras, en las de mayor altura como casas de máquinas y subestación se deberán utilizar franjas perimetrales de al menos <b>50 metros de ancho</b>, con un diseño de plantación mixta de 6 a</p>	<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico)</p>	<p>Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado mediante la reforestación de las áreas de potreros ocupadas temporalmente por escombreras, al igual que la restauración de sitios deforestados en las zonas de protección de ríos y quebradas, para el establecimiento de corredores biológicos y mejorar la conectividad de bosques. Adicionalmente se compensa el impacto por la alteración de procesos.</p>	<p>1. Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos detallando: actividades de des compactación, sitios de acopio de suelo orgánico y colocación de la capa superior, diseño y ubicación de obras de manejo de escorrentía y control de erosión (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 2. Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y manejo silvicultural (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 3. Planes de reforestación y mapas para establecimiento de corredores biológicos mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 4. Cantidad y ubicación de árboles padres de fenotipo superior y programación de recolección de semilla y/o plántulas (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 5. Diseño del vivero, programación de producción</p>	<p>250</p>	<p>To dos los indi cad ore s exc ept o el 8 de be n est ar listos todos dis po nibl es 273</p>	<p>1 año antes de las labores</p>
----------	---	---	---	---	---	--	---	--	------------	--	-----------------------------------

								<p>previo al inicio de las labores). Programa de seguimiento, informes y bitácoras de seguimiento con indicadores de cumplimiento y desempeño tales como porcentaje de sobrevivencia mayor o igual al 70%, incremento medio anual en altura de al menos 0.75 m para especies de crecimiento medio y 1 m para especies rápidas. (Disponibles tres meses previos al inicio de las labores).</p> <p>7. Plan de manejo silvicultural detallando el programa de control de malezas, plagas y enfermedades, fertilización, podas y raleos (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores).</p> <p>8. Programa de seguimiento de la reforestación de escombreras, corredores biológicos y pantallas vegetales (Disponible tres meses previos al inicio de las labores). Informes y bitácoras de seguimiento con los siguientes indicadores: a) porcentaje de sobrevivencia mayor o igual al 70% con resiembra durante los primeros 2 meses, b) incremento medio anual en altura de al menos 0.75 m para especies de crecimiento medio y 1 m para especies rápidas, con mediciones cada 3 años. En el caso de la reforestación de escombreras y corredores biológicos el indicador de cumplimiento será área reforestada, los indicadores de la efectividad de la restauración ecológica y la conectividad de bosques serán: a) Cantidad y abundancia de especies colonizadoras, tanto heliófilas durables como esciófitas. (Ver Sección 5.2.8) b) Caracterización de la estructura</p>	ros años de est abl eci mien to los info res ser án an uel es; par a eta pas pos teri ore s del des arr ollo de ber án ser cad a 5 años.
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

								vertical y composición florística por estrato.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 03	Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 2, 3, 7 y 11. Fase operativa acción 17.	Flora: Pastizal arbolado	Reducción de la cobertura de pastizal arbolado y alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en pastizal debido a la acumulación de polvo sobre el follaje, flores y frutos.	Ley forestal N° 7575, su reglamento Decreto Ejecutivo N° 25721 y sus reformas.	1. Elaboración de planes de restauración de áreas afectadas por obras temporales, los cuales deben contemplar descompactación del terreno, colocación de una capa de suelo orgánico de 3 a 5 cm de grosor y revegetación del sitio.  2. Elaboración y operación de un programa de seguimiento para corroborar el cumplimiento y la efectividad de las medidas de control ambiental.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Restaurar el área de pastizal arbolado eliminada por las obras temporales. Compensar el área de pastizal arbolado eliminada por obras permanentes y la alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en pastizal debido a la acumulación de polvo sobre el follaje, flores y frutos.	50	1. Planes y mapas de restauración de áreas afectadas por obras temporales, detallando programación de labores, maquinaria, equipo y técnicas para la descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico y revegetación (Disponibles tres meses previos al inicio de las labores). Registro de implementación del programa de seguimiento señalado en esta medida	6 meses anteriores del inicio de las labores	Un año después del fin de la fase de construcción

MBPGOB 04	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1E, 1F, 1G, 1B, 1C, 1D, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13.	Fauna acuática (Peces, crustáceos y macroinvertebrados)	Alteración del ciclo reproductivo y la sobrevivencia de la fauna acuática producido por la generación de lodos.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	<p>El diseño de las obras de construcción debe contemplar los elementos necesarios para la reducción de la carga de arrastre de sedimentos en los ríos y quebradas del AP, <b>antes y durante la fase de construcción</b>, que permita <b>conocer las características y variaciones naturales</b> de éstos indicadores en un contexto natural para poder <b>medir el cambio generado por el impacto de las obras de construcción</b></p> <p>Montar un <b>programa de reducción de la carga de arrastre de sedimentos</b> en los ríos y quebradas del AP, previo y durante la fase de construcción. Diseñar planos constructivos de obras civiles (Sistemas de sedimentación) necesarios para reducir o disminuir la erosión y la carga de sedimentos que llega a los cuerpos de agua superficiales.</p> <p>Para mayor detalle referirse a la Sección 5.2.9.4 y Anexo 6.4.1 medidas complementarias en biología de este documento.</p>		Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir el incremento en la concentración de sedimentos y la afectación de la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del A, por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.	190	<p>(Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto. Solamente son presentados los costos correspondientes a los análisis biológicos, físico-químicos necesarios para cumplir la medida y su seguimiento.)</p> <p>Informe periódico de resultados de Calidad del agua (fase de construcción mensual, operación trimestral): Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras y el resultado del análisis del índice BMWP modificado los cuales, deberán ajustarse a los límites establecidos dentro de la legislación ambiental vigente y no sobrepasar el valor máximo de la concentración máxima permisible (mg/l) de los parámetros: DBO5, OD, DQO, Sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos totales. En lo posible no sobrepasar los valores de sólidos en suspensión registrados en avenidas naturales de los ríos del sitio impactado por las obras dentro del AP.</p> <p>Frecuencia de monitoreo: el establecido por la legislación vigente y en cuanto a sedimentos, en lo posible realizar semanalmente observaciones de fácil medición de campo durante la fase de construcción y mensualmente los demás parámetros.</p> <p>Informe de Diseño de obras de retención de sedimentos: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo.</p>	Un año antes del inicio de la obra	Un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen.
-----------	--	---	---	---	---	--	---	--	-----	---	------------------------------------	---

MBPG 05	<p>Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 4, 12.</p> <p>Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 9, 14, 15, 18.</p>	<p>Fauna acuática (Peces, crustáceos y macroinvertebrados)</p>	<p>Alteración de la fauna acuática por contaminación de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.</p>	<p>Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, Ley de Aguas.</p>	<p>1 Diseño y operación de un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción, que permita detectar y prevenir afectaciones a la fauna por el uso de aguas jabonosas, productos de limpieza e hidrocarburos.</p> <p>2 Además implementar un programa de monitoreo visual que incluya plan de contingencia el cual detecte, prevenga y atienda eventuales derrames y malas prácticas en el manejo de sustancias químicas peligrosas e hidrocarburos. Así mismo contar con el Kit para la contención de derrames y programa de capacitación al personal sobre su uso.</p> <p>3 Diseñar planos constructivos de obras civiles necesarias para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. Para mayor detalle referirse a la Sección 5. 2. 9. 4 y Anexo 6.4.1 (Medidas complementarias biología) de este documento.</p>	<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</p>	<p>Reducir la contaminación ocasionada por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del AP por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.</p>	25	<p>1 Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis fisicoquímicos (muestra de hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de los límites establecidos por la legislación vigente)</p> <p>Frecuencia de monitoreo: Semestral fase de construcción, hidrocarburos cuando se detecte derrames o una posible contaminación. Informe o bitácora de inspecciones visuales: Resultado de las observaciones realizadas diariamente por todo el AP para detectar malas prácticas y derrames.</p> <p><b>Frecuencia de las inspecciones en los sitios de almacenamiento y manipulación de estas sustancias y áreas de trabajo:</b> Diaria.</p> <p>Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura) deberán incluirse y detallarse los sitios y diseños de las obras para el almacenamiento adecuado de hidrocarburos (planche de cemento, techoado y cercado con muro de retención, y canales perimetrales para la conducción de eventuales derrames a trampas de hidrocarburos, rotulación de equipo para dispensar hidrocarburos rotulación de sustancias mediante NFPA 704 etc.), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo.</p> <p>Informe o bitácora sobre monitoreo de control y limpieza de derrames: Dentro de las obras deberá existir protocolo para atención de derrames, equipo y materiales para atención de derrames (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas</p>	<p>Inicio de obras de construcción n e ingr eso de maquinaria al área de proyecto, PG Bori nqu</p>	<p>Fin de la fase de construcción del PG Borinque</p> <p>278 en.</p>
---------	--	--	---	--	---	---	---	----	---	--	--

								implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto. Solamente son presentados los costos correspondientes a los análisis fisico-químicos necesarios para cumplir la medida y su seguimiento. Además, debe de haber al menos dos personas por frente capacitados en contención de derrames.	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 06	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G. Fase de construcción. Número de acción de la matriz causa-efecto: 11.	Biología – Mamíferos	Alteración del hábitat de la fauna silvestre por eliminación de la cobertura vegetal	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	Reforestación en áreas aledañas y diseño de conformación final de escombreras.  La reforestación debe contemplar especies que se encuentran en el lugar antes de la intervención, para que las especies de fauna tengan acceso a los recursos necesarios para su adecuado desarrollo.  Esta medida debe implementarse en las áreas aledañas a los sitios intervenidos, procurando conectividad con parches de vegetación adyacente.  Se debe dar mantenimiento de las áreas reforestadas, para garantizar el desarrollo exitoso de los individuos plantados.  Debe realizarse monitoreo mensual de mamíferos en las áreas intervenidas, para determinar tanto el impacto real, como la efectividad de la medida propuesta e implementar correcciones de ser necesario y se debe continuar el monitoreo durante una semana, cada seis meses, al menos 5 años después del inicio de la fase operativa del proyecto, cuando las áreas reforestadas hayan alcanzado cierta madurez.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Compensar la eliminación de cobertura vegetal en áreas aledañas que no estarán sujetas a intervención por parte del proyecto, de forma que se garantice la disponibilidad de hábitats similares para las especies de mamíferos presentes en las áreas afectadas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Registro fotográfico de los sitios reforestados, antes y después de la intervención y de la reforestación.  Registros trimestrales de monitoreos para determinar presencia de las diversas especies de mamíferos en las diferentes etapas de desarrollo de los sitios reforestados.	Un año antes del inicio de la obra del PG Borinquen.	Debe continuar se el monitoreo de mamíferos durante una semana, cada seis meses, al menos 5 años después del inicio de la fase operativa del proyecto, cuando las áreas reforestadas hayan alcanzado cierta madurez.

MBPGB 07	Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2, 3 y 7. Fase de operación (mantenimiento). Número de acción de la matriz causa-efecto: 14 y 17.	Biología - Mamíferos	<p>Riesgo de atropello y estrés de mamíferos que se trasladan por las vías de acceso de maquinaria pesada que transporta materiales hacia las escombreras y agregados. Interrupción de paso de grandes mamíferos y establecimiento de barrera permanente para paso de mamíferos debido a la presencia de tubería bifásica y tuberías del sistema de reinyección.</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554</p> <p>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788</p> <p>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE</p> <p>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América,</p> <p>Ley N° 3763</p> <p>Ley N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002</p>	<p>Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos dentro del AP. Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y junto a éstos avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía. Considerar las diferentes especies de fauna presentes en el AP para el Diseño y establecimiento de puentes y túneles de paso para la fauna (pasos aéreos como terrestres). Los pasos para fauna subterráneos serían tipo alcantarilla, dimensionadas según el tipo de fauna en los lugares que se identifiquen críticos, según lo permitan las condiciones topográficas</p> <p>Los puentes de paso aéreos se colocarían en los sitios que se consideren necesarios por el biólogo de planta dentro del bosque maduro en el sector de la plataforma 9, a lo largo del sector de bosque que es intervenido por la tubería, las características de estos puentes, se establecen con base en experiencias exitosas documentadas por le Biólogo Michael Rodríguez R. (com. pers.), para el Proyecto Líneas de Transmisión del Atlántico y son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Longitud de cada puente 50 metros</b></li> <li>- Construido con: mécate sintético de 25 mm y 19 mm de diámetro, tubo de pvc, gazas de metal y manguera verde transparente de 31mm o más</li> </ul> <p>En el siguiente enlace, está disponible un video donde se detalla la elaboración, instalación y operación de dichos puentes: <a href="http://sabpysa01/boletinAmbiental/multimedia/puentesEcológicos.html">http://sabpysa01/boletinAmbiental/multimedia/puentesEcológicos.html</a>.</p> <p>Adicionalmente por debajo de la tubería en la medida de lo posible debe quedar un espacio aproximado de 1,5 metros que facilite el paso de los mamíferos grandes. Esta elevación puede estar dada por la altura que alcanza la tubería al ser colocada sobre los bloques de concreto o bien por excavaciones bajo algunos tramos de la tubería. Bajo la premisa que la longitud de la tubería dentro del área de bosque maduro tendría una longitud aproximada de 1,5 km, se deberían instalar 8 puentes de paso para mamíferos arborícolas, con un costo unitario aproximado de \$358 USA cada uno (tipo de cambio 502c/\$), lo cual tendría un costo estimado total de \$2 869 USA.</p>	<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</b></p>	<p>Reducir la muerte de mamíferos silvestres por atropello a raíz del tránsito vehicular en general y de maquinaria pesada, así como el estrés y desplazamiento ocasionado por estos mismos factores.</p>	<p>10 Puentes de paso aéreos \$2640.39. Cámaras trampa \$6446</p>	<p>Presencia de rótulos restrictivos de velocidad para los vehículos y maquinaria en general por las vías de acceso a las áreas de proyecto.</p> <p>Mantener inspecciones en las vías, que cumplan la función de fiscalización de cumplimiento de las restricciones de velocidad por parte de los conductores</p> <p>Monitoreos semanales a través de la observación de campo por personal del área de biología y a través de la implementación de las medidas más adecuadas.</p> <p>Los monitoreos deben realizarse cada semana durante los tres primeros meses para verificar el uso que le dan los mamíferos (tarea previa a la ubicación de los puentes de paso para mamíferos.)</p> <p>Informe sobre especies de fauna presentes y rutas de paso utilizadas</p>	<p>La fiscalización de la velocidad de tránsito por parte de personal al de campo, al finalizar de la fase de construcción. Los puentes de paso y los rótulos de precaución deben quedar de forma permanente en el lugar.</p>

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 08	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 12.	Biología - Mamíferos	Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos silvestres que se podrían ver atraídos hacia los sitios donde se disponen los desechos, también podría incrementarse la población de roedores (ratas) o especies plaga.	Ley de Bienestar Animal, N° 7451  Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317  Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575  Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convenión para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763  Ley Convenio sobre diversidad biológica,  Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005	Considerar desde el diseño, infraestructura con aislante de ruido.  Durante la fase operativa y en la medida de lo posible en la fase constructiva instalar pantallas aislantes de ruido en los sitios que sean identificados por el biólogo de planta. Mediante el monitoreo de ruido en los sitios donde haya construcción infraestructura, pozos en operación y casas de máquinas  La frecuencia del monitoreo de los niveles de ruido la definirá el biólogo de campo en acuerdo a las necesidades identificadas por éste  Mantener los equipos (maquinaria) en óptimas condiciones para reducir los niveles sonoros, mantener los niveles de ruidos dentro los permitidos en el marco legal  Debe verificarse que se cumpla con la legislación vigente.  Establecer Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios apegado a directrices del SIGIR  El biólogo de planta deberá coordinar las acciones necesarias para la atención y tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obras e implementar el tratamiento clínico básico a individuos rescatados que presente algún signo o síntoma de enfermedad, herida o que sean pichones, neonatos o crías. Aplicar protocolo de aspectos clínicos (en proceso de normalización).	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental – del proyecto - del campo geotérmico – de la planta)	Reducir el estrés y desplazamiento de mamíferos silvestres a causa del ruido y actividad humana.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Contenedores de residuos en lugares cerrados. Registro de firmas de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre.  Registro de animales silvestres encontrados en el área del proyecto (AP) y atendidos por el personal a cargo.  Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados	Inicio de actividad de la fase constructiva del proyecto.	Cierre operativo del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
MBPGB 09	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 15.	Biología - Mamíferos	Desplazamiento de mamíferos no tolerantes a emisión de gases (H <sub>2</sub> S), en sitios donde antes no se presentaban estas emisiones	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575  Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE  Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763  Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	Previo al inicio de la fase operativa se deben revegetar áreas aledañas al sitio de casa de máquinas para que la fauna que requiera desplazarse, y que esta revegetación garantice la conectividad hacia otras áreas con cobertura vegetal.  Realizar un monitoreo mensual durante un año previo a la entrada en operación de la planta, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores.  Realizar un monitoreo mensual (IDEM) durante un año posterior a la entrada de operación, a un año y cinco años después de la entrada en operación de las torres de enfriamiento, recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores y determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por las emisiones gaseosas y si hacen uso de las áreas de conectividad para desplazarse hacia otros sitios.	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – de la planta)	Establecer conectividad de áreas con cobertura vegetal para que los mamíferos que se vean afectados por las emisiones gaseosas (H <sub>2</sub> S), puedan trasladarse de forma segura hacia zonas donde no hay este tipo de emisiones.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico / Cobertura vegetal de área afectada por emisiones.	Cobertura vegetal en las áreas aledañas al perímetro o cercado de las torres de enfriamiento que tengan conectividad con parches de bosque / Cobertura vegetal de área afectada por emisiones.  Registros de datos de monitoreos trimestrales de fauna antes y después de la operación de las torres de enfriamiento.		Un año antes del Inicio de actividad de vida útil de la fase constructiva del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB10	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 19.	Biología - Mamíferos	Contaminación lumínica que afecta los ciclos biológicos de algunos mamíferos que habitan los alrededores del campo geotérmico.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317  Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575  Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763  Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Instalación de luminarias de luz amarilla o la recomendada para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica, o luces de neón (por ser más opacas), los dispositivos de alumbrado (lámparas), deben estar diseñados de forma que la iluminación se dirija hacia el suelo y no hacia arriba ni hacia los lados, para reducir la influencia de la luz hacia áreas alejadas. Según estudio realizado en la ST Cahuita por Arias & Rodríguez (2010), para disminuir este impacto se recomienda el uso de cobertores grandes en forma de campana (produce menor iluminación hacia el ambiente y mejor iluminación hacia el suelo), es decir, dirigir la luz en forma vertical, enfocada hacia el suelo, colocada aproximadamente a 8,5 metros de altura (áro de iluminación aproximado de 33 metros). Instalar las luminarias estrictamente necesarias. Realizar monitoreo mensual durante un año previo a la instalación de luz artificial, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores. Realizar monitoreo mensual durante un año posterior a la instalación de luz artificial, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores y determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por el tipo de iluminación que se está usando, de ser así, implementar medidas correctivas.	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – de la planta)	Disminuir el impacto ocasionado a los mamíferos por la presencia de luz artificial en el área de proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesta.  Registros trimestrales de monitoreo de diversidad y abundancia de mamíferos, antes y después de la instalación de las luminarias.	Un año antes del Inicio de actividades de la fase constructiva y operativa del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

MBPGB 11	<p>Movimientos de tierra para ampliación, construcción y acarreo. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10,11. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13.</p>	<p>Herpetofauna (anfibios y reptiles) y Ornitofauna (aves)</p>	<p>Perdida del hábitat Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por la modificación del paisaje. Migración a otros hábitats Baja de individuos o poblaciones por atropello vehicular, colecta o muerte. Contaminación de aguas, atmosférica y paisaje. Interrupción de paso de fauna (tuberías bifásicas, plataformas, lagunas).</p>	<p>Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente NO 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre No 7317 Ley Forestal No 7575 Ley de Biodiversidad No 7788 Convenio 7513: Convenio Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley General de Salud No 5395 Políticas Ambientales del Instituto Costarricense de Electricidad y Lineamientos Ambientales del Sector Energía del ICE. Ley No 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas. No 276. Reglamento sobre el manejo de basuras No 190440-S Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales No 27001-MINAE Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales No 27000-MINAE</p>	<p>Diseño y monitoreo biológico de herpetofauna y ornitofauna del AP antes y durante la fase de construcción, para identificar los cambios y fases de migraciones faunísticas y efectos antropogénicos en las fases antes y constructivas y de ejecución siendo estos indicadores de medición. Capacitación al personal de Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna. Tener un personal capacitado para el manejo de fauna y debidamente equipado, dentro de las instalaciones y obras del AP en las fases antes, constructivas y de ejecución, el cual debe ser coordinado por un biólogo generalista, de planta. Colocación de reductores de velocidad, señalización vial y capacitación del personal de obra del manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de accidentes.</p>	<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</p>	<p>Reducir la pérdida o desplazamiento de herpetofauna y ornitofauna del Ap debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.</p>	<p>300</p>	<p>Elaboración de un inventario mensual de herpetofauna y ornitofauna para determinar efectos en morfología de la biodiversidad debido a cambios físicos y de forma del hábitat y para determinar en la fase constructiva y de ejecución de proyecto pérdida o efectos en las mismas poblaciones. Informe trimestral que integre los resultados de inventario y monitoreo de la herpetofauna y ornitofauna para determinar efectos antropogénicos en las mismas e iniciar medidas para reducir los posibles efectos negativos. Colocar dispersores de aves para reducir la mortalidad de aves por colisión con cables en el tramo de la LT a modificar por el Proyecto. Monitoreo de la frecuencia del uso de puentes, pasos aéreos y terrestres de la fauna en los períodos señalados en el grupo de los mamíferos. Monitoreo de conectividad inducida por medio de parches de bosque. Monitoreo semestral de grados de contaminación en el entorno de las obras en particular calidad del agua (aceites y sustancias químicas, tratamiento de aguas negras, grises, químicas, escorrentía), atmosférica (ruido, partículas en suspensión, gases) y paisaje (estructuras, desechos, tubería bifásica, lagunas, luminarias).</p>	<p>Continuar con inventario de herpetofauna y ornitofauna un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen. Se debe de continuar con el monitoreo de herpetofauna y ornitofauna del PG Borinquen. Un año antes del inicio de la obra del PG Borinquen.</p>
----------	---	--	---	--	---	---	--	------------	--	--

									operación del proyecto con informes anuales según lo señalado en esta medida
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MBPGB 12	<p>Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 4, 9, 12, 13. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.</p>	<p>Herpetofauna (anfibios y reptiles) y Ornitorfauna (aves)</p>	<p>Perdida del hábitat Ornitorfauna aves, herpetofauna. Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por el cambio del paisaje. Migración a otros hábitats. Baja de individuos o poblaciones por atropello vehicular, colecta o muerte. Colisión de aves por estructuras, edificios, tendido eléctrico. Contaminación de aguas, atmosférica y paisaje. Interrupción de paso de fauna (tuberías bifásicas, plataformas, lagunas).</p>	<p>Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente N° 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre N° 7317 Ley Forestal N° 7575, Ley de Biodiversidad N° 7788</p>	<p>Establecimiento de vías de pasos aéreos y terrestres para la fauna. Sucesión natural asistida con reforestación con especies nativas en sectores propuestos para conectividad de bosques.</p>		<p><b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</p>	<p>Reducir la pérdida o desplazamiento de herpetofauna y ornitorfauna del Ap debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.</p>	30	<p>Monitorear uso de puentes, pasos aéreos y terrestres de la fauna. Monitoreo trimestral de la conectividad inducida por medio de parches de bosque reforestados</p>	<p>Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen. Se debe continuar con el monitoreo de herpetofauna y ornitorfauna hasta el cierre de la fase de operación.</p>	<p>Continuar con inventario de herpetofauna y ornitorfauna un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen.</p>
----------	---	---	---	--	--	--	---	---	----	---	---	--

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
											to con informes anuales según lo señalado en esta medida.

**COMPONENTE SOCIAL**

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 01	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E,1F,1G, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 Fase Operativa	Paisaje	Afectación en la calidad visual por cambios: formas, color, textura y trazos lineales del paisaje natural por la intrusión visual de las obras civiles o edificaciones temporales y permanentes .	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	Diseños de las edificaciones ajustados en la medida de lo posible a las formas y color del paisaje natural e implementación de vallas o pantallas vegetales que cumplan un papel de camuflaje o enmascaramiento.  Aprovechar al máximo los trazados lineales ya existentes (accesos) para la construcción de las obras civiles lineales. Para Mayor detalle referirse a la Sección 5.1.11 de este documento.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado por el proceso de preparación de terrenos y construcción de edificaciones (obras civiles). Costo incluido en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del Proyecto	Creación de un registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio. Cantidad de diseños arquitectónicos acorde con paisaje / diseños arquitectónicos totales. Registro de las pantallas perimetrales construidas.	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto

MSPGB 02	<p>Número de acción (es) matriz causa efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (8),(17)</p> <p>Demografía / densidad de población</p> <p>Calidad de vida-salud-seguridad-educación.</p>	<p>Afectación en los patrones culturales y sociales de las comunidades del área de influencia social.</p>	<p>Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 15395; Norma ISO 24000</p>	<p>1. Brindar asesoría técnica-a la comunidad Cañas Dulces para determinar la factibilidad de poner en funcionamiento el pozo perforado en el Colegio de Cañas Dulces.</p> <p>2. Diseño y construcción de plaza de fútbol en la comunidad de Agua Fría, en el terreno de la Asociación de Productores de Agua Fría; la comunidad se encarga de solicitar los permisos de construcción requeridos y el mantenimiento posterior de la plaza.</p> <p>3. Zona de amortiguamiento vial que contempla rediseñar el acceso principal de los estudiantes a la Escuela de Curubandé por el costado oeste, además de la un Parque de juegos para la comunidad de Curubandé, con instalación de juegos infantiles , que se ubicaría a un costado oeste de la Escuela de Curubandé en terrenos de la Asociación de Desarrollo de Curubandé (ADI), para la ejecución de esta medida se requiere la aprobación por parte de la junta directiva de la ADI Curubandé y que realicen las gestiones de requisitos administrativos necesarias para la construcción.</p> <p>4. Instalación de 600 metros de malla perimetral la toma de agua del acueducto de la comunidad de El Cedro, en coordinación con el comité de acueducto.</p> <p>5. Construcción del salón comunal comunidad El Cedro en el terreno de la ASADA edificio de una planta 5 x 15 m.</p> <p>6. Dotar de instalación eléctrica del Salón Comunal de Buena Vista; ya que actualmente el mismo no cuenta con las condiciones para el servicio eléctrico. La comunidad requiere mejorar el espacio para la realización de actividades comunales que fomente la organización comunal, así como facilitar un lugar adecuado para que el ICE realice las reuniones comunales.</p>	<p><b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)</p>	<p>Compensar las condiciones socioeconómicas y necesidades de infraestructural comunal, en las comunidades del área de influencia social para armonizar el incremento en las tasas e índices demográficos, aumento en la demanda de servicios y la presión vial.</p>	<p>300</p>	<p>1. Registro de visitas y gestiones para poner en funcionamiento el pozo perforado del Colegio de Cañas Dulces.</p> <p>2. Porcentaje de avance las actividades de responsabilidad ICE para la cancha de fútbol en la comunidad de Agua Fría -del plan de trabajo.</p> <p>3. Diseño arquitectónico y construcción de parque de juegos, minutas de reunión con ADI Curubandé y Junta directiva de la Escuela de Curubandé.</p> <p>4. Instalación de los 600 metros de malla perimetral del área de la toma de agua de la comunidad de El Cedro.</p> <p>5. Diseño eléctrico e informe de proceso de avance de la instalación del cableado eléctrico salón comunal Buena Vista.</p>	<p>Un año antes del inicio de la construcción de la fase constructiva de las obras del PG Borinquen</p>
----------	---	---	--	--	--	--	------------	---	---

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 03	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7) y (8) Fase operativa	Demografía / densidad de población	Presión sobre la densidad poblacional en las comunidades por la presencia del campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554  Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395.	<p>1. Formular y ejecutar un plan de relación con las comunidades, para ello se debe constituir un <b>Comité de Enlace</b> con representantes de las comunidades del AID asignados por las organizaciones sociales de éstas.</p> <p>2. Se debe contratar un sociólogo/a o profesional en ciencias sociales para llevar a cabo la formulación y ejecución de un plan de relación con las comunidades, con presupuesto anual para ejecutar acciones para el control y prevención de conflictos sociales en la etapa de construcción y especialmente de operación del proyecto y especialmente de operación del proyecto.</p> <p>3. Se dispondrá de un equipo técnico y social preparado para atender los impactos acumulativos y sinergéticos del medio social de los proyectos geotérmicos en la zona</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Propiciar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades del área e influencia social, propiciando el bienestar de su salud física, psicológica, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos de su entorno. Costo asociado al proyecto	Costo asociado al proyecto	<p>1. Formulación de un plan de relación con las comunidades previo al inicio de la fase de construcción.</p> <p>2. Contratación de un profesional en ciencias sociales</p> <p>3. Recursos básicos: transporte, equipo técnico y humano necesario para atender las denuncias e impactos acumulativos y sinergéticos del medio social del proyecto geotérmico Borinqueñ.</p> <p>4. Llevar una bitácora de las actividades comunales atendidas</p>	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinqueñ	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 04	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8)	Demografía / densidad de población Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Aumento de percepción de riesgo en las comunidades del área de influencia social por el incremento del flujo vehicular y personal del proyecto por las diversas acciones en la fase constructiva.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000	1. Realizar giras educativas con grupos comunales y centros educativos del área de influencia social a campos geotérmicos en operación en la zona.  2 Marcar paso peatonal frente a la escuela de Cañas Dulces. Construcción de un tramo de acera en tramo de 50 m en la salida lateral de la escuela.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica	50	1. Planes anuales de giras educativas.  2. Registro fotográfico, temarios y listas de asistencia a las giras educativas  3. Registro fotográfico de la ejecución de las obras civiles señaladas en esta medida.	Un año antes del inicio de la construcción del PG Borinquen	1.Fin de la fase de construcción del PG Borinquen  2. Inicio de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 05	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7)	Demografía / densidad de población Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Modificación de las dinámicas sociales por caminos de acceso al área del proyecto.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT.	<p>1. Diseñar y ejecutar una campaña de educación vial en los centros educativos del área de influencia social para prevenir accidentes de tránsito.</p> <p>2. Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento).</p> <p>3. Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento)</p> <p>4. Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento).</p> <p>5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge 170 metros de malla por 2.4 metros de altura y portones frontales. Para mayor detalle referirse a la Sección 8.2.1 este documento.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir en a las comunidades la posibilidad de ocurrencia de accidentes u otro tipo de riesgos asociados al aumento vehicular y de maquinaria pesada relacionada con el proyecto.	100	<p>1. Informe de la implementación de las campañas de educación diseñada y su ejecución de previo a la fase constructiva del proyecto.</p> <p>2. Construcción de las aceras, registro fotográfico.</p> <p>3. Colocación de reductores de velocidad.</p> <p>4. Colocación de la señalización y reductor de velocidad, registro fotográfico.</p> <p>5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge, registro fotográfico. (Para ello se debe respetar los planos señalados en la sección 5.3.11)</p>	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Inicio de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 06	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Percepción de riesgo en la población de la comunidad de Curubandé por la presión y demanda de servicios públicos para el uso en el campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 Ley General de Salud, N°5395	1. Elaborar e implementar un Plan de Ahorro Energético y uso eficiente del recurso hídrico para la operación del campamento.  2. Instalación de medidores de consumo hídrico en el campamento.  3. Reuniones con los representantes de la comunidad de Curubandé en el Comité de Enlace.  4. Diseñar e implementar un plan de gestión integral de residuos en el campamento y frentes de trabajo.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Promover la cultura ambiental en la población del campamento del Proyecto y brindar información clara a la comunidad de Curubandé. Costo asociado al proyecto	200	1. Informe de implementación del Plan de Ahorro Energético y uso eficiente del recurso hídrico.  2. Registros de consumo de agua potable del campamento, acciones correctivas realizadas.  3. Listas de asistencia y minutos de reuniones con el comité enlace.  4. Plan de gestión integral de residuos. Centros de acopio de residuos (sólidos, ordinarios, peligrosos, otros).	Un año antes del inicio de la construcción del PG Borinquen	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 07	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Expectativas de las comunidades del área de influencia social hacia el Proyecto y el ICE sobre la solución de problemas asociados a la infraestructura comunal.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley General de Salud, N°5395,	Como parte del plan de las relaciones con las comunidades señalado en la medida MSPGB 03 en la medida de lo posible debe:  1 Colaborar con las mejoras de la infraestructura comunal de esta manera compensar a las comunidades del área de influencia social con acciones concretas, estudios, mejoras de centros educativos, salones comunitarios, centros o áreas recreativas o de otro tipo, según previa solicitud, estudio y la respectiva aprobación de la misma con un espíritu de buena relación entre vecinos y responsabilidad social	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social de la institución.  Prevenir potenciales conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las expectativas y necesidades comunitarias, con respecto a la infraestructura vial y comunal.	100	1. Elaborar un protocolo para la atención de solicitudes comunitarias, donde se establezcan criterios de priorización de solicitudes. 1. Listado de recepción de solicitudes comunitarias.  2. Informe de análisis y resultados de las solicitudes comunitarias.  3. Informe de las solicitudes comunitarias aprobadas y memoria sobre su ejecución.	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 08	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Presión en la infraestructura comunal y red vial por el aumento del flujo vehicular y presencia institucional en las comunidades de influencia social directa.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N°5395, Ley de Caminos Públicos. No 5060	<p>1. Mejorar la infraestructura vial de cada una de las comunidades, en los trayectos utilizados por el proyecto. Lo cual incluye valoración estructural y geotécnica de los puentes y su eventual reparación o reconstrucción, cambio de alcantarillas y mantenimiento de la carpeta asfáltica.</p> <p>2. Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría.</p> <p>3. Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Tizate de 15 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre la comunidad El Pital y Hoteles Buena Vista y Borinquen.</p> <p>4. Construcción de un tramo de acera de un 1 km de longitud en la ruta principal que atraviesa la comunidad de Cañas Dulces entre la salida del EBAIS en dirección a la localidad de Buena Vista (Figura 8.2.1)</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura comunal y vial de las comunidades del área de influencia social directa que serán impactadas por la presencia del proyecto.	315	<p>1. Informe de valoración técnica de la infraestructura vial, mejoras realizadas según las rutas utilizadas por el proyecto.</p> <p>2. Avance de las obras de construcción del puente sobre el río Blanco, registro fotográfico.1</p> <p>3. Bitácora con los planos o diseños del avance de la construcción de la infraestructura vial señalada en esta medida.</p>	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 09	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Alteración a la paz y tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.3.4.5 de este documento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley General de Salud, N° 5395, Ley de Construcciones, No. 833	<p>1. Gestionar y colaborar en campañas informativas en conjunto con otras instituciones y empresas privadas, para incentivar la comercialización de productos locales y la prestación de servicios, a fin de volver más competitivos a los productores y negociantes de las comunidades del área de influencia social.</p> <p>2. Coordinar con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) la realización de un diagnóstico de necesidades de capacitación para las comunidades del área de influencia social.</p> <p>3. Formular y ejecutar un programa de fortalecimiento de las capacidades locales en las comunidades de influencia social directa del proyecto.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Fomentar el desarrollo local.	50	<p>1. Minutas de reunión con otras instituciones para coordinar acciones conjuntas, informe de actividades realizadas.</p> <p>2. Resultados del diagnóstico realizado por el INA, planes de capacitación comunal.</p> <p>3. Resultados del programa de fortalecimiento de las capacidades locales</p>	Inicio de las obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 10	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Aumento en la demanda de servicios como educación, salud, financieros, emergencias, seguridad, por parte del Proyecto en los distritos de Cañas Dulces y Curubandé.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley de Construcciones, No. 833	<p>1. Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados para la Escuela de Curubandé, para que pueda dar respuesta a la demanda de nuevos estudiantes; esta medida está sujeta a la aprobación de la Junta de Educación y la Dirección de la Escuela de Curubandé, así como a la gestión de los permisos constructivos por parte de la comunidad.</p> <p>2. Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados y dotar de iluminación el salón multi-usos de la Escuela Buena Vista</p> <p>3. Elaborar e implementar un plan de educación ambiental para los centros educativos ubicados en las comunidades del área de influencia social.</p> <p>4. Implementar un plan de capacitación en los centros educativos de Cañas Dulces, Buena Vista, Curubandé respecto a la gestión de residuos sólidos</p>	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir cambios significativos en las comunidades del área de influencia social, con respecto a expectativas positivas en cuanto a la mejora en la prestación de servicios básicos como a la demanda.	75	<p>1. Planos, plan de trabajo e informe del proceso de avance de la construcción del aula para la Escuela de Curubandé. Minutas de reuniones y seguimiento acuerdos con los representantes o junta de educación de la Escuela de Curubandé.</p> <p>2. Planos, plan de trabajo y diseños del proceso de avance de la construcción del aula para la Escuela Buena Vista , minutos de reunión con los representantes de la Escuela de Buena Vista o la junta de educación.</p>	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen.
MSPGB11	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Demanda por prestación de servicios de electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley Constitutiva del ICE, No 449	1. Atender la solicitud de servicios por parte de la comunidad de Las Lilas, de manera que se asegure los servicios de telecomunicaciones que presta el ICE, de previo al inicio de la fase constructiva.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Generar las condiciones necesarias para que el ICE pueda brindar el servicio de telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas. Costo asociado al proyecto	25	<p>1.Colaborar en la gestión con la FONATEL la instalación del servicio de internet en la Escuela Las Lilas</p> <p>2.Colaborar en la gestión con la FONATEL para la instalación del servicio de telefonía pública en la comunidad Las Lilas</p>	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Inicio de fase construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 12	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16), (17), (18), (19) y (20)	Poder Adquisitivo	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo generadas en las comunidades cercanas al sitio de campamento y área del proyecto, tanto para la fase de construcción como de operación.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002.	<p>1. Contratar en la medida de lo posible no menos del 60% de mano de obra local, específicamente de las comunidades del área de influencia social. Se fomentará la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres.</p> <p>2. Coordinar las capacitaciones necesarias con el INA para promover entre los estudiantes de colegio, oportunidad de ingreso como mano de obra calificada al proyecto en su fase de construcción y operación.</p> <p>3. Realizar al menos dos ferias de empleo en las cabeceras de los distritos: Cañas Dulces y Curubandé.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar la igualdad de oportunidades en el acceso a las fuentes de empleo del proyecto, y a la contratación de bienes y servicios, para las comunidades del área de influencia social.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	<p>1. Aplicación de las normas y procedimientos de selección de personal de la Institución. Registro de la mano de obra contratada en las comunidades del área de influencia social.</p> <p>2. Capacitaciones coordinadas y ejecutadas por el INA para suplir los requerimientos técnicos del proyecto.</p>	Inicio de la obra del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 13	(Fase constructiva) Ampliación de accesos y construcción de accesos (1A)	Industria del turismo	Alteración de la actividad turística por cambios en el paisaje natural del sitio.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Reglamento para el control de la contaminación por ruido. DE 28718-S  Reglamento de Transporte de Automotores de Carga Local. No. 15624	<p>1. Negociación con los representantes del Hotel Borinquen para coordinar el cambio de rutas de los tour turísticos, con el objetivo de reducir el paso por frentes de construcción. Así como coordinación de acciones informativas que para advertencia a los visitantes y empleados de los hoteles de las actividades constructivas.</p> <p>2. Colocar rotulación en las áreas cercanas a las instalaciones de los hoteles Borinquen y Buena Vista que indique los trabajos que se están realizando y la advertencia de la entrada y salida de vehículos y maquinaria pesada. La señalización debe estar traducida al idioma inglés debido a que muchos turistas son extranjeros.</p> <p>3. En la fase operación del proyecto diseñar y coordinar con los Hoteles Borinquen y Buena Vista la implementación de una "Ruta de la Geotermia" como parte de un nuevo producto turístico, tomando en consideración los protocolos de operación de la planta geotérmica y la seguridad de los visitantes. Para mayor detalle referirse a la Sección 8.2.1 de este documento.</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Prever la no ocurrencia de accidentes y fomentar las buenas relaciones con los actores sociales de la zona. Dar un valor agregado a la explotación geotérmica.	10	<p>1. Minutas de la reuniones de negociación con los encargados de los hoteles Borinquen y Buena Vista, que evidencien el seguimiento a los acuerdos establecidos con los Hoteles Borinquen y Buena Vista.</p> <p>2. Señalización instalada en idioma español e inglés, registro fotográfico en sitios propuestos.</p> <p>3. Diseño de la "ruta de la geotermia", documento de propuesta, registro de reuniones del proceso de negociación y acuerdos con los encargados de los hoteles Borinquen y Buena Vista. Se requiere de acuerdos formales con las partes para su implementación en la etapa operativa de la Planta Geotérmica.</p>	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Fin fase de operación del PG Borinquen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 14	Fase constructiva. Acción: traslado y acopio de agregados- movimiento de maquinaria pesada.	Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Aumento de afecciones respiratorias en la población de las comunidades presentes en la ruta principal de acarreo de materiales (agregados).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley General de Salud, N° 53950	<p>1. Elaboración e implantación de una guía con las normas de comportamiento correcto en las comunidades y frentes de trabajo.</p> <p>2. Los vehículos y maquinaria alquilada e institucional deben presentar rotulación visible que permita a los vecinos y usuarios de las vías poder denunciar el no acatamiento de las regulaciones.</p> <p>3. Las vagones que circulen por las comunidades tendrán obligatoriamente utilizar cobertores para minimizar el polvo.</p> <p>4. Solicitar semestralmente los registros de las afecciones respiratorias en los EBAIS del área influencia social.</p> <p>5. En las vías sin pavimento asfáltico que transite la maquinaria, (en zonas pobladas) el encargado de obra deberá gestionar para que se rocíe agua durante la época seca y días de mucho viento, para reducir las emanaciones de polvo y porvenir problemas respiratorios en la población.</p>	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Mitigar la afectación de la calidad de vida de la población del área de influencia social directa.	15	<p>1. Documento normativo y la implementación de un plan de capacitación al personal y contratistas del P.G. Borinque para educar respecto al comportamiento correcto en las comunidades.</p> <p>2. Informe de la divulgación comunal respecto a los medios para denuncias, quejas o sugerencias respecto a las conductas o acciones del personal y contratistas en las comunidades, registro de denuncias y medidas correctivas implementadas.</p> <p>3. Monitoreos aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida.</p> <p>4. Informe de los registros epidemiológicos de los Ebais de la zona, frecuentados por los vecinos de las comunidades de influencia social directa del P.G. Borinque.</p> <p>5. Informes de control de riego implementado (diario semanal).</p>	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinque.	Fin de la fase de construcción del PG Borinque.

MSFGB15	(Fase construcción) Acción: Traslado y acopio de escombros- movimiento de maquinaria pesada (2)	Seguridad Vial.	Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades presentes en la ruta de acarreo de agregados desde el sitio de extracción (tajo).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Reglamento de circulación por carretera con base en peso y las dimensiones del vehículo de carga. Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT, Ley de Caminos Públicos. No 5060	<p>1. Construcción de tres reductores de velocidad en la comunidad El Cedro (Sección 8.2.1).</p> <p>2. Implementar charlas de respeto de los límites de velocidad y normas de conducta en las comunidades al personal interno y contratistas, así como procurar la rotulación de los vehículos y maquinaria oficial y alquilada.</p> <p>3. Gestionar con el Concejo Nacional de Vialidad (CONAVI) charlas de educación vial en las escuelas ubicadas en el área de influencia social.</p> <p>4. Elaborar e implementar un Plan de Control de Velocidad que incluya habilitar un canal de comunicación telefónica y electrónica para la denuncia de comportamientos inadecuados por personal interno y contratistas por parte de los habitantes de las comunidades.</p> <p>5. Comunidad de Buena Vista a) construcción de aceras 125 metros de longitud. b) colocación de dos reductores de velocidad c) señalización peatonal para el paso de estudiantes. (Sección 8.2.1).</p> <p>6. Elaboración de un programa de seguridad y salud ocupacional que contemple la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para el proyecto geotérmico.</p> <p>7. Diseñar y construir una ruta alterna para evadir el paso vehicular por el centro de la localidad del El Cedro (Acarreo de agregados)</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura comunal y vial de las comunidades del área de influencia social directa que serán impactadas por la presencia del proyecto	300	<p>1. Registro fotográfico de los reductores de velocidad.</p> <p>2. Plan de capacitación e informe de implementación.</p> <p>3. Listas de asistencia y memoria de las actividades.</p> <p>4. Implementación del plan de control de velocidad, registro de quejas, consultas y sugerencias por parte de habitantes de las comunidades, protocolos de atención de las mismas.</p> <p>5. Informe y registro fotográfico de la implementación de medidas de seguridad vial en Buena Vista. Informes semestrales</p> <p>6. Implementación del programa de seguridad y salud ocupacional, informes semestrales.</p>	Inici o de la obr as del PG Borinq uen.	Fin de la fase de constr ucción del PG Borinq uen.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 16	(Fase constructiva) Acción: Construcción plataformas de perforación (5)	Calidad de vida-salud-seguridad-educación	Generación de riesgo de accidentes, posible surgimiento de molestias en los empresarios y habitantes de las comunidades presentes en la ruta principal de acceso para el traslado del equipo de perforación y electromecánico.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002y 2013, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Código Civil	<p>1. Utilizar mecanismos de divulgación para informar a los grupos interesados, centros educativos, Asociaciones de Desarrollo, hoteles que estén dentro la ruta de paso cuando se vaya a realizar traslado de equipos (máquinas de perforación y equipo electromecánico) por las rutas de las comunidades.</p> <p>2. El traslado de los equipos se debe realizar con las medidas de seguridad pertinentes que solicita el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Para prever no alterar o dañar la propiedad privada, en caso de tener que realizar modificaciones a la propiedad privada, se debe tener el consentimiento del dueño de manera escrita y definida la manera en que se compensará el daño.</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Prever la no ocurrencia conflictos sociales con las comunidades de influencia social del proyecto. Costo asociado al proyecto	5	<p>1. Informe mensuales de la implementación de mecanismos de divulgación</p> <p>2. Informe de implementación de las regulaciones del MOPT en cuanto al traslado de este tipo de maquinaria y equipo pesado en vías públicas.</p>	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen.
MSPGB 17	Fase construcción. Número de la acción de la matriz causa - efecto: (1A), (7), (8), (10), (11). Fase de operación. Número de la acción de la matriz causa - efecto: (13).	Elementos históricos y culturales	Interacción cultural entre la población local aledaña al Área del Proyecto con los trabajadores foráneos provenientes de diferentes partes de la zona y del resto del país; debido al mutuo contacto y comunicación	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	<p>1) El plan de relaciones con las comunidades deberá contemplar la implementación de un programa de charlas para inducción a los trabajadores y contratistas sobre cómo debería ser su comportamiento en relación con la población comunal.</p> <p>2) Ofrecer a los trabajadores espacios de esparcimiento dentro del Campamento.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	<p>1. Prever que el disfrute del tiempo de ocio de los trabajadores temporales no interfiera o altere lo cotidiano de la vida de la comunidad.</p> <p>2) Prevenir que la interacción cultural entre los trabajadores temporales y la comunidad sea positiva y armoniosa. Asociado al costo del Proyecto.</p>	Costo asociado al proyecto	<p>1) Programación de charlas para los trabajadores (cronogramas, temarios, listas asistencia).</p> <p>2) Construcción de espacios para el disfrute del tiempo de ocio en el campamento.</p>	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

MSPGB 18	Patrimonio Arqueológico	Patrimonio Arqueológico	Alteración del patrimonio arqueológico por movimientos de tierra para la construcción de obras PG Borinqueñ.	Ley Patrimonio Arqueológico Nacional, No. 6703, Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos Decreto Ejecutivo No. 28174-MP-C-MINAE-MEIC, Normativa Institucional "Procedimientos sobre trabajos arqueológicos en terrenos adquiridos o utilizados por el GRUPO ICE". Código 58.00.001.2009	<p>Implementación del siguiente Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos:</p> <p>I Etapa 1- Contratación de personal calificado para realizar estudios arqueológicos y cuadrillas de campo.</p> <p>a- Acondicionamiento de un laboratorio en el campamento para procesar las muestras recolectadas.</p> <p>b- El proyecto suministrará los materiales necesarios para las labores de campo y laboratorio, así como el equipo de cómputo.</p> <p>c- Capacitación al personal del proyecto con respecto al procedimiento a seguir durante los estudios y hallazgos arqueológicos.</p> <p>II Etapa 1. Se deberán realizar evaluaciones arqueológicas en aquellos terrenos destinados a la construcción de obras donde se identificaron sitios arqueológicos.</p> <p>a. Una vez definido el diseño final del campo geotérmico se deberá realizar una prospección arqueológica en aquellas obras que no fueron contempladas en este estudio y se darán las recomendaciones según sea el caso.</p> <p>b. Si durante los movimientos de tierra aparecen restos arqueológicos se deberá proceder según lo establece el artículo 11 de la Ley 6703.</p> <p>c. Se deberá elaborar una estrategia de divulgación de la labor arqueológica mediante charlas informativas (con material didáctico-brochures, posters, etc.) en las comunidades cercanas o incorporando a los estudiantes (escuelas) mediante visitas guiadas a las excavaciones que se realicen con el propósito de conozcan, valoren y cuiden el Patrimonio Arqueológico Nacional. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.3.12 en su apartado Medidas Mitigación y Compensación al final de esa Sección.</p>	<b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</b>	Prevenir, mitigar y compensar el deterioro que la construcción del proyecto pueda ocasionar al Patrimonio Arqueológico	300	(Coordinador en arqueología PG Borinqueñ) Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto. (Arqueólogos contratados) Elaboración de propuestas de evaluación arqueológica de cada obra que deberán ser aprobadas por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico. Monitoreo por parte de la CAN de las investigaciones que se realicen en el proyecto (visitas de campo y laboratorio), revisión y aprobación (oficios) de recomendaciones de cada informe final por obra evaluada. Estrategia de divulgación de labor arqueológica a implementar en las comunidades del área de influencia social.	Un año de antelación a los movimientos de tierra	Conclusión de fase constructiva o en el caso de que se declare alguna área como reservaria arqueológica deberá extenderse a la fase operativa

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 19	Ampliación y construcción de accesos (1 A). "Movimientos de tierra, limpieza, excavación, nivelación", de la Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A.	Actividad Agro	Cambios en el acceso a mercados y abastecimiento de insumos agropecuarios (Ampliación y construcción de accesos).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N°29375. Ley Forestal No. 7575.	1 El plan de relaciones con las comunidades deberá contemplar la implementación de una estrategia de divulgación e información sobre las implicaciones en el mercado agropecuario que conllevará la obra (s) e inicio de la misma, a nivel comunal.  2- Se deberá implementar un plan de acción para el monitoreo de la erosión en los sitios de obra "ampliación y/o construcción", que permitan la implementación de acciones correctivas en caso que se acelere el proceso erosivo en los terrenos colindantes. Para lo cual, se deben implementar técnicas de retención y/o medición de sedimentos con "Barreras Silt-Fence", para la estabilización de taludes entre otros (Tales obras de ampliación y construcción de accesos, pueden generar alta producción de sedimentos con arrastre hacia los ríos o quebradas, las cuales).	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa ambiental. Participación ciudadana. Y, manejo de suelos (microcuenca).	20	1 Verificar la implementación del programa "estrategia" de divulgación e información comunal, antes del inicio de las obras (pormenores e implicaciones). El programa busca la mayor participación ciudadana en el desarrollo de sus comunidades.  2 Llevar registro de asistencia a reuniones de divulgación e información comunal.  3 Llevar registro de medición de sólidos en suspensión de los ríos o quebradas dentro del área de influencia directa (AID).	1. Un año antes del inicio de la construcción de las obras y durante ésta s. 2 Fase de Construcción .  Básico B: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen	Con el cierre de la Fase de Construcción .

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 20	Preparación de las plazoletas de perforación, preparación terrenos estaciones de separación. Sitios: Lagunas de reinyección, de las edificaciones CM, subestación y escombreras (1B, 1C, 1D, 1E, 1F, y 1G). Movimiento de tierras (limpieza, excavación, nivelación), de la Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, y 1G.	Actividad Agro	Afectación del libre pastoreo del ganado en los sitios de obras civiles por la creación de barreras.	Ley de uso manejo y conservación de suelos, No 7779 y si Reglamento DE N° 29375.  Ley Forestal 7575 y su Reglamento	1. Facilitar el paso del ganado en los trazados de las tuberías trasmisión de fluidos;  2. Estabilización de taludes en los sitios de preparación de plazoletas, escombreras y lagunas.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Uso, manejo y conservación de los suelos. Manejo y cuidado de los animales (ganado), así como el resguardo laboral (Vaqueros).	40	1 Verificar la construcción de los pasos del ganado en los puntos que requieran.  2 Llevar registro de la estabilización de taludes en el área del proyecto en particular en las colindancias de las áreas de pastoreo.	Un mes antes de la identificación de los sitios de obras y durante éstas. Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 21	Traslado y acopio de escombros - Movimiento de maquinaria pesada, Traslado y acopio de agregados - Movimiento de maquinaria pesada (2i, 3e). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2 y 3.	Actividad Agro	Competencia en el uso de la red vial, referente al traslado de insumos, productos y del ganado	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No.7779 Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos y su Reglamento DE N° 29375. Ley Forestal 7575.	1. Debe implementarse un programa de divulgación-coordinación del movimiento de maquinaria pesada (acarreo) a nivel local, así como dentro del área del AP con los administradores de las haciendas Borinqueñ y Buena Vista.  2. Debe implementarse un plan de acción para la rutina del movimiento de maquinaria pesada "acarreos", que permita consensuar con los finqueros una estrategia de uso de la red de caminos dentro el área del proyecto (AP).	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Manejo de sustancias peligrosas.	20	1. Implementación del programa de divulgación del movimiento de la maquinaria entre los finqueros - coordinación, para prever la no ocurrencia de accidentes en animales y/o personas (vaqueros).  2. Llevar registro de implementación de la estrategia consensuada con los finqueros referentes al uso de la red de caminos.	Un mes antes del inicio de la actividad de acarreo ". A: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Con cierre en la Fase de Construcción

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 22	Manejo de sustancias peligrosas: aditivos - explosivos (4). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto. Fase Operación	Actividad Agro	Pérdida potencial de suelos por contaminación con sustancias químicas no controladas (Manejo de sustancias peligrosas).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N°29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395,	1) Debe implementarse el protocolo de manejo de sustancias peligrosas (aditivos - explosivos). Comunicar e informar sobre la acción a los entes interesados; Áreas agropecuarias de las Hdas. Borinque y Buena Vista (actividad ganadera), y administradores de los Complejos Hoteleros: Borinque y Buena Vista Lodge (actividad eco-turística).  2) Debe implementarse un plan de acción (fecha y hora), de traslado de esas sustancias. Para estar atentos a una eventualidad y/o accidente. Tomar acciones tanto en sitios ubicados dentro del AP, como del AID.	Director del Proyecto - Director del CS  Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Manejo de sustancias peligrosas.	40	1) Verificar la implementación del protocolo de manejo de sustancias peligrosas. Para reducir accidentes en animales y personas.  2) Llevar registro de implementación de la estrategia para el manejo o transporte de sustancias peligrosas en los sitios de obra del AP.  3) Responsable, el gestor ambiental del proyecto.	Un mes antes del inicio del traslado de sustancias peligrosas. A: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 23	Construcción de plataformas de perforación. Construcción de estaciones separadoras y lagunas de reinyección. Construcción edificios de la CM, Montaje de obras electromecánicas y Construcción subestación compacta (5, 6, 8, 9 y 10). Fase Construcción. Número de acción (es) de matriz causa-efecto: 5, 6, 8, 9, 10.	Actividad Agro	Pérdida de productividad pecuaria por sometimiento de stress al ganado.	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N°29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395	1. Elaborar e implementar un protocolo con las medidas necesarias para aislar al ganado de las áreas en construcción. Informar de previo a los administradores de las haciendas Borinque y Buena Vista del inicio de la construcción de las obras civiles.  2. Montar vallas perimetrales para prever el estrés en el ganado.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Reglamento del bienestar de los animales.	60	1. Verificar la implementación del protocolo preventivo para reducir accidentes en el ganado.  2. Llevar bitácora con registro fotográfico de implementación de la estrategia en los sitios de obra del AP.	Tres meses antes del inicio de las obras de construcción del Proyecto.	Fin de la fase de operación

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 24	Torre de enfriamiento - emisión de gases no condensables H <sub>2</sub> S (15). Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 15.	Actividad Agro	Potencial pérdida de productividad agropecuaria por exposición a gases no condensables H <sub>2</sub> S.	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N°29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395	<p>1. Se deberá implementar un plan de monitoreo mensual (medición y seguimiento) del pH de la lluvia, así como de la presencia de H<sub>2</sub>S en el aire.</p> <p>2. Los registros de las concentraciones de los gases no condensables emitidos en las torres de enfriamiento deben estar a disposición pública cuando sean así solicitados.</p> <p>3. Efectuar un muestreo y análisis completo del tejido foliar en pastos y especies frutales representativas en el AP un año previo a la entrada de operación de la planta y cinco años después de su puesta en marcha.</p>	<b>Director del Proyecto</b> <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental del Proyecto - Campo geotérmico - de la Planta)	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Reglamento del bienestar de los animales.	60	<p>1. Registros del plan monitoreo del pH de la lluvia y calidad del aire en el AP.</p> <p>2. Registros de las concentraciones de los gases no condensables emitidos en las torres de enfriamiento</p> <p>3. Registros de los resultados de los análisis foliares de los dos muestreos un año antes del inicio fase de construcción y otro cinco años después de la entrada en operación</p>	Un año antes del inicio de la fase de operación.	Con el cierre de la fase de operación.
MSPGB 25	Ampliación y construcción de accesos (1 A). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A.	Habitacional (Tenencia de la tierra).	Cambio en la tenencia de la tierra por mejora en los accesos. (Ampliación y construcción de accesos).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N°29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5396	<p>1. Como parte del plan de relaciones con las comunidades (MSPGB03) se debe implementar una estrategia para el asesoramiento, comunicación y participación sobre las implicaciones que conllevarán la mejora y construcción de accesos en la plusvalía de las tierras con el fin de reducir la expulsión de sus propietarios por motivos de especulación y venta de propiedades.</p>	<b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa la ambiental. Participación ciudadana	20	<p>1 Estrategia de comunicación señalada</p> <p>2. Registros de las reuniones con el Comité de Enlace en las que se abordó la estrategia de comunicación.</p> <p>3. Llevar registro de asistencia a reuniones de divulgación e información comunal en tema de la tenencia de la tierra.</p>	Un año antes del inicio de la construcción.	Con el cierre de la Fase de Construcción.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 26	Fase de Operación. Número de acción, (17) y (18)	Red suministro servicios: agua, luz, tel., etc.	Aumento en la demanda del servicio básico de agua potable	Ley de Aguas No. 276 Ley General de Agua Potable No.1634 Ley General de Salud, No. 5395 Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 Reglamento para la Calidad del Agua Potable DE-32327-S	1) Establecer una política interna con el fin de reducir el consumo de agua para reducir su desperdicio. Según la instrucción técnica PE-80-IT-92-001. En procura de un consumo óptimo y mediante monitoreos garantizar la calidad de agua para consumo humano y para las actividades productivas.  2) Construcción de un acueducto para el abastecimiento de agua para el consumo en las instalaciones de la planta geotérmica	Director del Proyecto – Director Centro de Generación (equipo de gestión ambiental del proyecto y de la planta)	Monitorear el agua utilizada para consumo del personal con el fin de que su calidad no represente riesgo para la salud de los trabajadores del Centro de producción. Garantizar la reducción en el consumo evitando el desperdicio verificando la calidad del agua para consumo humano. Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta.	300	Acueducto habilitado previo a la entrada en operación de la planta geotérmica Borinquen. Monitoreos de la calidad del agua de consumo, de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional. Política interna para economizar el uso del agua.	Inicio fase construcción	Medida 1 Fase de abandono de la planta (final de la vida útil). Medida 2) Cierre de la fase de construcción
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>											
MTPGB 01	(11) Construcción del enlace de transmisión tramo LT a 230 Kv	Paisaje	Intrusión visual al paisaje por la presencia de las estructuras de soporte del tendido	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto, Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC Reglamento para prevención de la contaminación visual. DE No. 35860-MINAET	Uso de estructuras tipo Poste para atenuar el impacto visual	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar el impacto sinético en el paisaje por la presencia de nuevas estructuras de transmisión mediante uso de postes para estructuras de apoyo de las derivaciones de LT Orosi – Pailas	8	Número de postes instalados. / Número de estructuras instaladas	Diseno Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 02	(11) Construcción del enlace de transmisión tramo LT a 230 Kv	Suelo, atmósfera, red hídrica local	Generación polvo o sedimentos (accesos y excavaciones de los cimientos).	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	Maquinaria en buen estado, dispositivos de retención de suelo, cubrir depósitos temporales de suelo con toldos: Diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de retención de sedimentos	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar impactos por emisiones de maquinaria, aporte de polvo a la atmósfera y/o sedimentos a la red hídrica local. Instalación de cabinas sanitarias en frentes de trabajo.	Costo considerado en el presupuesto de construcción del proyecto	Existencia de sistemas de retención de sedimentos o sedimentadores.	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo
MTPGB 03	(20) Recolección, disposición de desechos sólidos y líquidos - Operación de la subestación	Suelo, red hídrica local	Contingencia o riesgo de derrames de aceite aislante de transformadores que contamine el suelo o la red hídrica.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley Conservación y uso de suelos No. 7779, Ley General de Salud No 5395, Ley de Aguas No. 276	Se deberán incluir una pileta colectora en el cimiento de cada transformador y un tanque recolector diseñado con un volumen que tenga la capacidad para contener la totalidad del volumen del aceite del transformador. Cada tanque debe ser diseñado de tal manera que en el caso de fuego durante el derrame el aceite no se inflame.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir aportes de aceite dieléctrico al suelo o red hídrica, los tanques recolectores de aceite deben estar aislados del sistema de drenaje de aguas pluviales de la subestación para disminuir aportes de agua contaminada la red hídrica local.	Costo asociado al diseño standart de una ST ICE	Diseño y montaje de los dispositivos colectores de aceites.	Diseno Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción
MTPGB 04	(20) Recolección, disposición de desechos sólidos y líquidos - Operación de la subestación	Suelo, red hídrica local	Contaminación por vertido de sustancias químicas y gases (Aguas-atmósfera)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Ley de Aguas No. 276	Materiales contaminantes tales como gas SF <sub>6</sub> , combustibles, lubricantes, aceite aislador para transformadores entre otros, deben almacenarse en un lugar cuyo piso sea impermeable y guarde las condiciones necesarias para el almacenaje, las cuales se especificarán en el diseño de la obra.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir aportes al suelo o red hídrica	Costo asociado al diseño standart de una ST ICE	Diseño y construcción del sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas acorde con lo establecido en la legislación nacional y el SIGIR. Instalación de detectores de fugas del gas SF <sub>6</sub> . Bitácora seguimiento del mantenimiento del sistema de monitoreo del manejo de los compuestos señalados en esta medida	Diseno Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción Operación de la ST

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 05	(16 ) Equipo electromecánico - Presencia de la ST	Paisaje	Intrusión visual en el paisaje por la construcción de la subestación (complejo de generación).	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	Dado lo sensible que la variable paisajística es en el entorno del proyecto y las condiciones propias de una central geotérmica que propicia la corrosión, se recomienda que la subestación (ST) eléctrica de PG Borinque sea de tipo compacto y encapsulada.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar el impacto sinético generado por la presencia de la subestación. Al reducir los costos de mantenimiento provocados por la invasión de la fauna silvestre al plantel (El sitio posee una lata abunda	Costo considerado en el presupuesto de construcción	Diseño y Construcción de subestación eléctrica tipo GIS	Diseno Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción
MTPGB 06	(16 ) Equipo electromecánico - Presencia de la Línea de transmisión	Medio social	Creación de expectativas en las comunidades a nivel local. Generación de campos eléctricos y magnéticos	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	Incorporar al plan de Comunicación y Relación con las Comunidades un encargado de Relaciones con el Entorno para asegurar que la población cercana tenga información clara en materia de los campos electromagnéticos antes del inicio de las obras y aclare todas las dudas que le sean externadas.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prever la ocurrencia de temores infundados/rechazo a las obras de transmisión	2	Incluir el tema de los campos electromagnéticos dentro el plan de comunicación y relación con las comunidades. Registró documental de Organizaciones y Líderes comunales. Registros documentales de la relación comunal (minutas, listas de asistencia, convenios, finiquitos etc.)	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo
MTPGB 07	(12) Producción de desechos campamentos e instalaciones.	Suelo, red hídrica local, medio social.	La disposición inadecuada de los desechos en la fase de construcción (papel, plástico, sobrantes de pintura, escombros etc.)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley para la Gestión integral de residuos, No. 8839 y Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos DE 37567-S-MINAET-H	El Constructor deberá diseñar y presentar para aprobación por parte Ingeniero Inspector la dirección del proyecto un plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo, enfatizando en la recuperabilidad y reciclaje de la fracción que cumpla esta condición. Elaboración y ejecución de Plan de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales. Capacitación de Residuos sólidos	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	El manejo no adecuado de desecho constituye un riesgo moderado para la calidad del entorno, la población cercana y/o la actividad turística pueden verse afectada.	2	Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo. Diseño y Construcción de Centro de acopio de residuos y desechos. Registros de acopio y procesamiento de residuos. Ejecución de capacitación en la temática de Plan manejo de residuos sólidos.	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 08	Acciones (11) , (12) Construcción subestación y línea de transmisión y la (19) empleo de iluminarias	Fauna local	Afectación de la fauna local por efectos constructivos y operativos de la infraestructura e iluminación usados en una ST convencional .	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	Sustituir el tipo de subestación convencional por un sistema GIS o encapsulado como una medida preventiva para la protección de la fauna silvestre y para reducir interacciones en el sistema eléctrico por invasión de ésta lo que reduce los costos de operación y mantenimiento de la ST • Optimizar el uso de las instalaciones físicas de la ST para otras actividades tipo administrativo de la planta (reducción del espacio ocupado) • Modificaciones al uso del sistema de iluminación, empleando luminarias con luz amarilla reducir la atracción de insectos. Medida general: instalar en las ventanas de la o los edificios dispositivos de visualización e instalar dispersores de aves en los enlaces de transmisión	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir incidentes de electrocución de fauna por invasión al área de subestación, así como daños a la infraestructura por la misma causa. Dismuir incidentes de colisión de aves en ventanales de los edificios y enlaces de transmisión. Lo anterior implicará duplicar el costo de la ST al sustituirla por una de modalidad GIS por lo que se agrega como un costo ambiental el monto adicional que implicará su construcción que es un 50 % mayor a la de una ST convencional.	Costo considerado en el presupuesto de construcción. Lo anterior implicará duplicar el costo de la ST al sustituirla por una de modalidad GIS por lo que se agrega como un costo ambiental el monto adicional que implicará su construcción que es un 50 % mayor a la de una ST convencional.	Diseño y construcción de subestación tipo GIS. Número de dispositivos de protección de fauna implementados. Registros de monitoreo de fauna (Registro de accidentabilidad)	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo

**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 01	Construcción de Línea de Servicio Propio: excavaciones e izado de postes (Cod LD-1) _Interacción con propietarios/daños leves a inmuebles (Cod-LD-2)	Social	Riesgo de afectación de infraestructura de la red de acueductos rurales mediante el proceso de excavación de sitios de poste.	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 Ley General de Agua Potable, No. 1634 Ley de Aguas, No. 276 Ley Constitutiva de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726	Elaborar e implementar Plan de relación con los propietarios. Desarrollar un proceso de y coordinación con las ASADAS y con los responsables o encargados de acueductos locales para la ubicación de tuberías. Las cuadrillas de campo deberán estar informadas de las características de los acueductos, contar con material y herramienta para refaccionar averías. El diseño final deberá contemplar la ubicación de infraestructura como abrevaderos, corrales, etc. En la fase de diseño se deberá identificar los sitios de poste que afectarán propiedad privada por efecto de instalación de anclas y arriostres.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Reducir daños a la infraestructura comunal producto del proceso constructivo	5	1 Plan de comunicación con propietarios y ASADA. 2 Documentación de relación con propietarios y ASADA (listas de asistencia a reuniones , convenios , finiquitos)	Planeamiento y diseño	Fin de proceso y constructivo
MLDPGB 02	Presencia del proyecto/posible afectación a la continuidad del servicio (Cod LD-3)	Social	Posible afectación a servicios públicos/comercio por cortes de energía	Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Electricidad, No. 449 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Elaborar plan de comunicación con instituciones presentes en la zona .Identificar la infraestructura de servicio sensible ante una posible falla en la continuidad del servicio eléctrico (Clínicas, estaciones de bombeo, etc.) para informarles de esta posibilidad y coordinar el procedimiento ante: 1. Un corte de energía programado 2. Un corte de energía accidental durante el proceso constructivo 3. Establecer Convenio de cooperación con empresa proveedora del servicio eléctrico.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Minimizar el impacto en los servicios públicos locales y comercio por cortes en el servicio de energía	5	1 Plan de acción para atención de eventuales cortes eléctricos. 2 Convenio de cooperación con instituciones proveedoras del servicio eléctrico. Registros sobre comunicaciones, cortes accidentales y cortes programados.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso y constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 03	Apertura del carril de servidumbre: (cod LD-4) (cod LD-7) (cod LD-5) (cod LD-8)	Flora/Fauna/Social	Alteración a la flora: Afectación a bosque de galería por efecto de apertura de carril de servicio - Corta de árboles para tendido- Posible corta de especímenes forestales de valor particular - Pérdida de hábitats para especies vegetales arbóreas	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley Forestal 7575, y su reglamento DE 25721-MINAE, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	Elaborar Inventario de Flora y Fauna a ser reubicados- En fase de diseño identificar e inventariar los árboles hospederos de especies vegetales de poblaciones amenazadas o protegidas - Ajustar el diseño de la línea para minimizar la corta de árboles al paso por estas formaciones (preferencia áreas abiertas) - Aplicar podas y desramas en los casos que técnicamente se prevea la coexistencia de los con la línea (presencia del Regente Forestal a cargo) .Implementar técnicas apropiadas de manejo forestal incluyendo la corta dirigida.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Minimizar el impacto en las formaciones de Bosque de Galería y posibles corredores biológicos, así como especímenes forestales hospederos y pasos arbolados del camino.	10	1 Plan de selección de ruta avalado por Biólogo y Forestal Inventario de flora y Fauna.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 04	Producción de desechos del proceso constructivo y apertura de trocha (Fitomasa (cód. LD-9 y 11))	Medio social	La disposición inadecuada de los desechos en la fase de construcción (papel, plástico, sobrantes de pintura, escombros, madera, etc.)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley para la Gestión Integral de Residuos No. 8829, y su Reglamento No.37567-S-MINAET-H, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar e implementar Plan de manejo de residuos.</li> <li>2. Los residuos del proceso constructivo serán clasificados y separados acordes a su recuperabilidad o re-uso.</li> <li>3. Se coordinará con el Sistema de Gestión Integral de Residuos del ICE (SIGIR) la disposición final de estos elementos.</li> <li>4. Desechos ordinarios producto de la alimentación en campo del personal será colectados a diario y transportados a centro laboral para su disposición adecuada.</li> <li>5. Desechos de fitomasa serán trozados y apilados en estibas en sitios que no representen riesgo de incendio.</li> <li>6. No se permitirá el vertido de solventes, lubricantes, pinturas, etc., en campo o en drenajes.</li> <li>7. No se permitirá el quemado de desechos de papel o madera en campo</li> </ul>	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Gestionar adecuadamente los desechos del proceso constructivo.	5	Plan de manejo de residuos. Registros de acopio y tratamiento de residuos.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado ) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 05	Puesta en operación de la línea de distribución	Medio social	Peligro de electrocución de fauna por la presencia del tendido trifásico energizado.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	En base a los estudios de fauna definir y establecer los sitios y dispositivos a implementar para reducir la electrocución de fauna. Implementar el uso de cables semi aislados en pasos de ríos y quebradas, mantener el carril de la servidumbre libre de ramas	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Reducir la pérdida de espécimen de fauna por electrocución	10	Diseño de línea de distribución incluyendo los tramos donde se implementará el uso de cable aislado.  Registros de electrocución de la fauna a lo largo de la línea.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso y constructivo
MLDPGB 06	Ejecución de trabajo en vía pública y áreas urbanos-rurales. (cód. LD-10)	Medio social	Presencia temporal de obstáculos viales, posible caída de herramientas o herrajes, corta y derrame de árboles etc.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	1. A través del Plan de Comunicación se informará a las comunidades de la ejecución de la obra y sus implicaciones en el tránsito vehicular y la seguridad peatonal.  2. Se colocarán señales preventivas en cada sitio de trabajo.  3. Al momento de ejecutar operaciones riesgosas como izado de postes, corte de árboles u otras, se dispondrá de personal que regule el tránsito en la vía.  4. No se dejarán obras riesgosas sin demarcar por las noches, por ejemplo agujeros de poste, maquinaria estacionada, etc.	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Velar por la seguridad del personal y población local a la hora de ejecutar los trabajos en vía pública.	5	Plan de comunicación y relación con las comunidades según lo señalado en esta medida  Registro de eventos ocurridos y comunicados.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso y constructivo

## COMPONENTE FÍSICO

**Anexo 3.** Sistema de mantenimiento preventivo de vehículos, maquinaria y equipos.



#### **Anexo 4. Ejemplos de reportes de mantenimiento preventivo de maquinaria.**

## Anexo 5. Informativo sobre restricciones de velocidad en vehículos institucionales.



Buen dia compañeros

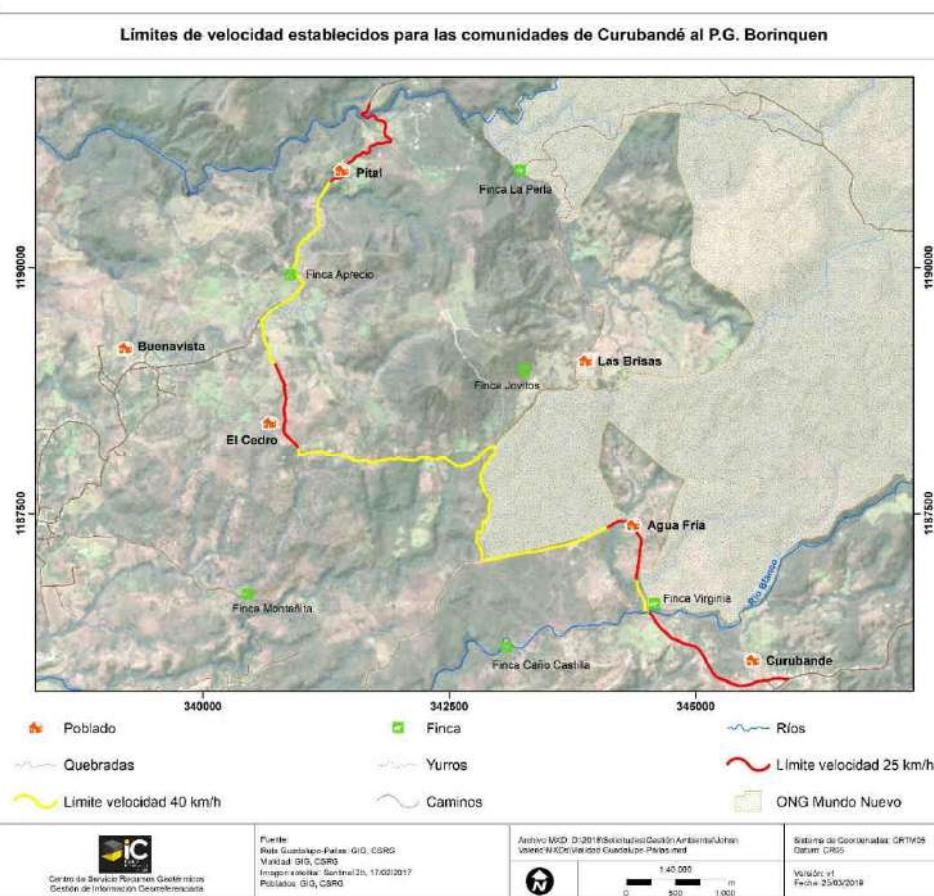
Por este medio se le recuerda a todos los conductores de vehículos institucionales, ajustarse a los límites de velocidad definidos en la señalización vial de las rutas transitadas.

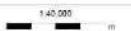
Por otra parte, dentro de las **medidas de control socioambiental definidas en Plan de Gestión Ambiental del PG Pailas y PG Borinquen la institución se comprometió** en reducir el levantamiento de polvo en áreas pobladas (caminos en lastre), definiendo como límite velocidad 25 km/h.

Algunos centros de población con estas restricciones son los siguientes:

- ↳ Curubandé (Ruta Curubandé - Vado del Río Blanco)
- ↳ Agua Fria (Tramos de camino poblados)
- ↳ El Cedro (Tramos de camino poblados)
- ↳ Pital (Tramos de camino poblados)

**Limites de velocidad establecidos para las comunidades de Curubandé al P.G. Borinquen**



 Centro de Servicio Pioneros Geotermicos Gestión de Información Geotermalizada	<b>Punto:</b> Baja Guatapé-Pailas: GIG, CSRG Maridad: GIG, CSRG Imagen actual: SistemiDo, 17/02/2017 Poblados: GIG, CSRG	Anexo NRD D-301 Regulaciones Declaración Ambiental Volante NRD De Velocidad Coordinada Paises.mxd  Escala de Coordenadas: GIGIVOS Datum: GRS
		 Variación: v1 Fecha: 25/03/2019

Anexo 6. Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Acopio.

	PERMISO SANITARIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MINISTERIO DE SALUD	
Nº: 88385		
REGIÓN RECTORA DE SALUD: CHOROTEGA		
ÁREA RECTORA DE SALUD: BAGACES		
En cumplimiento a lo que establece la Ley General de Salud (6038) y el Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento otorgados por el Ministerio de Salud (DE.88472-S), así como demás normativas vigentes, se extiende el presente permiso de funcionamiento a:		
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS DEL CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTÉRMICOS, ICE.		
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO		
RAZÓN SOCIAL: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		
REPRESENTANTE LEGAL: ALEXANDER GERARDO DE LA TRINIDAD QUIJERA BARROZA		
CEDULA JURIDICA: 4000042139	CÉDULA DE IDENTIDAD: 106770043	
TIPO DE ACTIVIDAD: CENTRO DE ACOPIO		
DIRECCIÓN: GUANACASTE	BAGACES	LA FORTUNA
PROVINCIA:	CANTON	DISTRITO
OTRAS SEÑAS: 5KM AL NORTE DE IGLESIA EVANGÉLICA EL BUEN PASTOR		
CLASIFICACIÓN CIIU:	3830	TIPO DE RIESGO: A
DADO EN LA CIUDAD: BAGACES A LOS DIAS: 02 DÍAS DEL MES: 07 DEL: 2020		
El presente permiso es válido exclusivamente para la actividad y lugar arriba indicado por el periodo correspondiente, salvo que las condiciones de éste o de su funcionamiento, o las infracciones que cometan a la legislación ameriten la suspensión o cancelación anticipada del mismo, o la clausura del establecimiento para garantizar la salud de los trabajadores, de la población y del ambiente general.		
Tiene validez de: 5 años.		
Debe de ser renovado el: 03 de 07 del 2025		
Los alcances y condiciones bajo las cuales se otorga este permiso se establecen en la Resolución N°: RP6F-065-2021		
BETZaida MARIA BARRANTES FONSECA		
NOMBRE:	FIRMA	
DIRECTOR (A) ÁREA RECTORA DE SALUD	DIRECTOR (A) ÁREA RECTORA DE SALUD	
Original Interesado	CC: Expediente de ARB62-21	
COLÓQUESE EN LUGAR VISIBLE		

**Anexo 7. Certificados de gestión de residuos.**



**Anexo 8. Gestores de residuos autorizados.**

NUMERO DE IDENTIFICACIÓN (CÉDULA FÍSICA o JURÍDICA o DIMEX)	GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADOS REGISTRADOS ANTE EL MINISTERIO DE SALUD	PSF./CV O No.	CÓDIGO DE REGISTRATORIO	NOMBRE DEL PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL	NÚMERO TELEFÓNICO	DESCRIPCIÓN DE RESIDUOS	VIGENCIA DEL REGISTRO Desde	VIGENCIA DEL REGISTRO Hasta
3101625830	WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.	ARSG-PR-059-2017	DPAH-UASSA H-RGA-028-2015	Luis Diego Mena Jara	2201-6867 2201-6869	Residuos peligrosos	28-may-20	28-may-25
3101405054	MANEJO INTEGRAL TECNOAMBIENTE S.A.	PC-ARS-MO-PSF-00265-2021	DPAH-UASSA H-RGA-002-2014	Carlos López Alvarado	2639-3758 26539-3858	Ordinarios y Biosólidos	30-ene-19	30-ene-24
203180901	LEONEL ARRIETA VARGAS (RECILLANTAS DE OCCIDENTE)	PSF-SR-035-2021	DPAH-UASSA H-RGA-087-2014	Leonel Arrieta Vargas	8422-7646 4082-6457	Llantas	23-oct-19	23-oct-24
3102535052	QUANTUM LIFECYCLE PARTNERS, S.R.L. (anteriormente GEEP)	ARSC-0519-04-2021	DPAH-UASSA H-RGA-014-2013	George Faeth Araya	2201-9595 2201-8990	Especiales, peligrosos y ordinarios	24-feb-21	11-dic-23
3101597678	AGREP FORESTAL S.A.	PFS-ARSC Q-542-2015	DPAH-UASSA H-RGA-097-2014	Juan Sauma Rossi	2474-7025	Aserrín y leña	22/10/2019	22/10/2024

## COMPONENTE BIOLÓGICO

### Anexo 9. Análisis de Hidrocarburos y SAM en cuerpos de agua superficiales en el AP.

<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>INFORME DE RESULTADOS</b> CHEM-PT-018-1 Version 22</p> <p><b>DATOS DE LA MUESTRA</b></p> <p>Cliente: ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTÉRMICO) Proc. muestreo: Muestreado por: Cliente Contacto: Ing. Johani Valerio Pérez Matrícula: Agua Superficial Dirección: Juanacaste, Guayaboc Fecha de Muestreo: 08-feb-22 Teléfono: (506) 2-000-1181 Fax: Fecha de Análisis: 08-feb-22 e-mail: jvalerio@ice.gob.cr Fecha de Reporte: 27-feb-22 Tipo de Análisis: Nitro Lugar de muestreo y de mediciones Instal(1): PG Bonriquen, Río Fazote Abajo Condiciones Ambientales:</p> <p><b>DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID CÍEN A</th> <th>PARÁMETRO</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>INCERT</th> <th>LO</th> <th>LC</th> <th>MÉTODO</th> <th>RIF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>Conductividad</td> <td>µS/cm</td> <td>&gt;10</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2510</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Oxígeno (S2H)</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>CHEM-PT-039</td> <td>SAN-5220</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>DQO</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;1</td> <td>2</td> <td>CHEM-PT-037</td> <td>SAN-5220</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Fosfato</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,02</td> <td>0,01</td> <td>0,03</td> <td>CHEM-PT-048</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Alcalinidad Total</td> <td>mg/l</td> <td>1,0</td> <td>0,01</td> <td>0,05</td> <td>CHEM-PT-048</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Nitrato</td> <td>mg/l</td> <td>0,091</td> <td>0,005</td> <td>0,010</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Nitrogeno Ammoniacal</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,3</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Salinidad</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,3</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Soldos Disueltos Totales</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;1</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>CHEM-PT-036</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Soldos Sulfatadas</td> <td>mg/L h</td> <td>&lt;10</td> <td>0,05</td> <td>0,15</td> <td>CHEM-PT-030</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Soldos Fluoradas Totales</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>CHEM-PT-039</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Turbiedad</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;10</td> <td>0,05</td> <td>0,10</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2130</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Turbofil</td> <td>NTU</td> <td>=0,50</td> <td>0,20</td> <td>0,70</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2130</td> </tr> </tbody> </table> <p>INCERT: Corresponde a la incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza en las unidades del parámetro analizado LO: Límite de detección (el límite de los resultados del parámetro analizado) N.D.: No detectado (señal bajo el límite de detección) Nota: * Ensayo Acreditado (RIF-020/02/C 1/25/2017) con el Dpto. Costarricense de Acreditación, sin * Ensayo no acreditado, con ** Ensayo indirecto o no verificado Medición inst(1): Client Resultado-#1 Temperatura-Conductividad-Oxígeno Disuelto-muestras antigua</p> <p><b>Observaciones:</b></p> <p>Se autoriza la reproducción de este documento en forma total o parcial por la autoridad competente. Los resultados se relacionan conforme con los temas mencionados a continuación.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: right;">Señal Armando Rodríguez Jefe del Laboratorio</p> <p style="text-align: center;">Página 10 de 18</p> </div>	ID CÍEN A	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INCERT	LO	LC	MÉTODO	RIF	20	Conductividad	µS/cm	>10	6	10	CHEM-PT-040	SAN-2510	21	Oxígeno (S2H)	mg/l	<2	2	1	CHEM-PT-039	SAN-5220	22	DQO	mg/l	<1	2	CHEM-PT-037	SAN-5220	23	Fosfato	mg/l	<0,02	0,01	0,03	CHEM-PT-048	SAN-4500	24	Alcalinidad Total	mg/l	1,0	0,01	0,05	CHEM-PT-048	SAN-4500	25	Nitrato	mg/l	0,091	0,005	0,010	CHEM-PT-040	SAN-4500	26	Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	<0,3	0,01	0,02	CHEM-PT-040	SAN-4500	27	Salinidad	mg/l	<0,3	0,1	0,2	CHEM-PT-040	SAN-4500	28	Soldos Disueltos Totales	mg/l	<1	1	15	CHEM-PT-036	SAN-2540	29	Soldos Sulfatadas	mg/L h	<10	0,05	0,15	CHEM-PT-030	SAN-2540	30	Soldos Fluoradas Totales	mg/l	<5	10	15	CHEM-PT-039	SAN-2540	31	Turbiedad	mg/l	<10	0,05	0,10	CHEM-PT-040	SAN-2130	32	Turbofil	NTU	=0,50	0,20	0,70	CHEM-PT-040	SAN-2130	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>INFORME DE RESULTADOS</b> CHEM-PT-018-1 Version 22</p> <p><b>DATOS DE LA MUESTRA</b></p> <p>Cliente: ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTÉRMICO) Proc. muestreo: Muestreado por: Cliente Contacto: Ing. Johani Valerio Pérez Matrícula: Agua Superficial Dirección: Juanacaste, Guayaboc Fecha de Muestreo: 08-feb-22 Teléfono: (506) 2-000-1181 Fax: Fecha de Análisis: 08-feb-22 e-mail: jvalerio@ice.gob.cr Fecha de Reporte: 27-feb-22 Tipo de Análisis: Nitro Lugar de muestreo y de mediciones Instal(1): PG Bonriquen, Quebrada Gata Abajo Condiciones Ambientales:</p> <p><b>DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID CÍEN A</th> <th>PARÁMETRO</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>INCERT</th> <th>LO</th> <th>LC</th> <th>MÉTODO</th> <th>RIF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>Conductividad</td> <td>µS/cm</td> <td>&gt;10</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2510</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Oxígeno (S2H)</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>CHEM-PT-039</td> <td>SAN-5220</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>DQO</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;1</td> <td>1</td> <td>CHEM-PT-037</td> <td>SAN-5220</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Fosfato</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,02</td> <td>0,01</td> <td>0,03</td> <td>CHEM-PT-048</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Alcalinidad Total</td> <td>mg/l</td> <td>1,0</td> <td>0,03</td> <td>0,10</td> <td>CHEM-PT-048</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Nitrato</td> <td>mg/l</td> <td>0,098</td> <td>0,005</td> <td>0,010</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Nitrogeno Ammoniacal</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,2</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Salinidad</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-4500</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Soldos Disueltos Totales</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;1</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>CHEM-PT-036</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Soldos Sulfatadas</td> <td>mg/L h</td> <td>&lt;10</td> <td>0,05</td> <td>0,15</td> <td>CHEM-PT-030</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Soldos Fluoradas Totales</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>CHEM-PT-039</td> <td>SAN-2540</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Turbiedad</td> <td>mg/l</td> <td>&lt;10</td> <td>0,05</td> <td>0,10</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2130</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Turbofil</td> <td>NTU</td> <td>=0,50</td> <td>0,20</td> <td>0,70</td> <td>CHEM-PT-040</td> <td>SAN-2130</td> </tr> </tbody> </table> <p>INCERT: Corresponde a la incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza en las unidades del parámetro analizado LO: Límite de detección (el límite de los resultados del parámetro analizado) N.D.: No detectado (señal bajo el límite de detección) Nota: * Ensayo Acreditado (RIF-020/02/C 1/25/2017) con el Dpto. Costarricense de Acreditación, sin * Ensayo no acreditado, con ** Ensayo indirecto o no verificado Medición inst(1): Client Resultado-#1 Temperatura-Conductividad-Oxígeno Disuelto-muestras antigua</p> <p><b>Observaciones:</b></p> <p>Se autoriza la reproducción de este documento en forma total o parcial por la autoridad competente. Los resultados se relacionan conforme con los temas mencionados a continuación.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: right;">Señal Armando Rodríguez Jefe del Laboratorio</p> <p style="text-align: center;">Página 10 de 18</p> </div>	ID CÍEN A	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INCERT	LO	LC	MÉTODO	RIF	20	Conductividad	µS/cm	>10	4	6	1	CHEM-PT-040	SAN-2510	21	Oxígeno (S2H)	mg/l	<2	2	1	CHEM-PT-039	SAN-5220	22	DQO	mg/l	<1	1	CHEM-PT-037	SAN-5220	23	Fosfato	mg/l	<0,02	0,01	0,03	CHEM-PT-048	SAN-4500	24	Alcalinidad Total	mg/l	1,0	0,03	0,10	CHEM-PT-048	SAN-4500	25	Nitrato	mg/l	0,098	0,005	0,010	CHEM-PT-040	SAN-4500	26	Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	<0,2	0,01	0,02	CHEM-PT-040	SAN-4500	27	Salinidad	mg/l	<0,2	0,1	0,2	CHEM-PT-040	SAN-4500	28	Soldos Disueltos Totales	mg/l	<1	1	15	CHEM-PT-036	SAN-2540	29	Soldos Sulfatadas	mg/L h	<10	0,05	0,15	CHEM-PT-030	SAN-2540	30	Soldos Fluoradas Totales	mg/l	<5	10	15	CHEM-PT-039	SAN-2540	31	Turbiedad	mg/l	<10	0,05	0,10	CHEM-PT-040	SAN-2130	32	Turbofil	NTU	=0,50	0,20	0,70	CHEM-PT-040	SAN-2130
ID CÍEN A	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INCERT	LO	LC	MÉTODO	RIF																																																																																																																																																																																																																										
20	Conductividad	µS/cm	>10	6	10	CHEM-PT-040	SAN-2510																																																																																																																																																																																																																											
21	Oxígeno (S2H)	mg/l	<2	2	1	CHEM-PT-039	SAN-5220																																																																																																																																																																																																																											
22	DQO	mg/l	<1	2	CHEM-PT-037	SAN-5220																																																																																																																																																																																																																												
23	Fosfato	mg/l	<0,02	0,01	0,03	CHEM-PT-048	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
24	Alcalinidad Total	mg/l	1,0	0,01	0,05	CHEM-PT-048	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
25	Nitrato	mg/l	0,091	0,005	0,010	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
26	Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	<0,3	0,01	0,02	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
27	Salinidad	mg/l	<0,3	0,1	0,2	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
28	Soldos Disueltos Totales	mg/l	<1	1	15	CHEM-PT-036	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
29	Soldos Sulfatadas	mg/L h	<10	0,05	0,15	CHEM-PT-030	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
30	Soldos Fluoradas Totales	mg/l	<5	10	15	CHEM-PT-039	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
31	Turbiedad	mg/l	<10	0,05	0,10	CHEM-PT-040	SAN-2130																																																																																																																																																																																																																											
32	Turbofil	NTU	=0,50	0,20	0,70	CHEM-PT-040	SAN-2130																																																																																																																																																																																																																											
ID CÍEN A	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INCERT	LO	LC	MÉTODO	RIF																																																																																																																																																																																																																										
20	Conductividad	µS/cm	>10	4	6	1	CHEM-PT-040	SAN-2510																																																																																																																																																																																																																										
21	Oxígeno (S2H)	mg/l	<2	2	1	CHEM-PT-039	SAN-5220																																																																																																																																																																																																																											
22	DQO	mg/l	<1	1	CHEM-PT-037	SAN-5220																																																																																																																																																																																																																												
23	Fosfato	mg/l	<0,02	0,01	0,03	CHEM-PT-048	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
24	Alcalinidad Total	mg/l	1,0	0,03	0,10	CHEM-PT-048	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
25	Nitrato	mg/l	0,098	0,005	0,010	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
26	Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	<0,2	0,01	0,02	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
27	Salinidad	mg/l	<0,2	0,1	0,2	CHEM-PT-040	SAN-4500																																																																																																																																																																																																																											
28	Soldos Disueltos Totales	mg/l	<1	1	15	CHEM-PT-036	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
29	Soldos Sulfatadas	mg/L h	<10	0,05	0,15	CHEM-PT-030	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
30	Soldos Fluoradas Totales	mg/l	<5	10	15	CHEM-PT-039	SAN-2540																																																																																																																																																																																																																											
31	Turbiedad	mg/l	<10	0,05	0,10	CHEM-PT-040	SAN-2130																																																																																																																																																																																																																											
32	Turbofil	NTU	=0,50	0,20	0,70	CHEM-PT-040	SAN-2130																																																																																																																																																																																																																											

**D1-8715-2012-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

INFORME DE RESULTADOS									
CEN-PT-015B-1									
Version 12									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
Cliente:		ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTERMICO)							
Contacto:		Ing. John Valero Perez							
Dirección:		Guatire, Guárico							
Teléfono:		(595) 2-800-1191   Fax:							
e-mail:		jvalero@ice.gob.ve							
Tipo de Análisis:		Total							
Lugar de muestreo y de mediciones Inst(1):		PG Borinquen, Rio Salmero Abajo							
Condiciones Ambientales:									
DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS									
ID C.I.A.	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INCERT	LO	LC	METODO	REF	
32	* Conductividad	µS/cm	90	4	10	CHEM-PT-040	SM-1510		
32	* pH	mpH	7.0	0.2	1	CHEM-PT-040	SM-1510		
32	- DOG	mg/l	<1	1	2	CHEM-PT-037	SM-520		
32	* Fosfato	mg/l	<0.02	0.01	0.02	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* Metacromato Total	mg/l	0.000	0.001	0.001	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* Nitrito	mg/l	0.700	0.005	0.03	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	<0.3	0.01	0.03	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* SALT	mg/l	0.000	0.001	0.001	CHEM-PT-055	SM-3540		
32	* Solubles Disueltos Totales	mg/l	<0.2	0.1	0.2	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* Solubles Sedimentables	mg/l	<0.10	0.05	0.10	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* Solubles suspendidos Totales	mg/l	<5	10	15	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	* TDS	mg/l	0.00	0.01	0.01	CHEM-PT-048	SM-4500		
32	- Trifluoruro	mg/l	<0.10	0.05	0.10	CHEM-PT-048	SM-4500		

INCERT: Corresponde a la incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza.  
 LO: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado.  
 LC: Límite de Cantidad que se considera menor del parámetro analizado.  
 ND: No detectado/level bajo el límite de detección.  
 INCERT: Correspondiente al límite de detección en las unidades del parámetro analizado.  
 CEN-PT-015B-1: INTE-05015B-1 V10/05/2017 ante el Ette Conferencia de Acreditación, en \* \* Ensayo no acreditado, con \*\* ensayos subsumidos ver alcance en www.setena.gob.ve  
 Mediciones Inst(1): Cloro-Acidul-pH-Temperatura-Conductividad-Oxígeno Disuelto cuando aplicable

SEAL OF THE CHEM LABS

Se pide la reproducción de este documento en forma total o parcial con la autorización del Laboratorio.  
 Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Final del Informe

Página 12 de 12

### Anexo 10. Resultado de análisis de agua de consumo humano.

INFORME DE RESULTADOS									
CEN-PT-015B-1									
Version 24									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
Cliente:		ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTERMICO)							
Contacto:		Ing. John Valero Pérez							
Dirección:		Guatire, Guárico							
Teléfono:		(595) 2-800-1191   Fax:							
e-mail:		jvalero@ice.gob.ve							
Tipo de Análisis:		Microbiología							
Lugar de muestreo y de mediciones Inst(1):		Pantel Curialito, Comedor							
Condiciones ambientales:									
DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS									
ID C.I.A.	PARAMETRO	RESUMEN	INDICACIONES	LO	LC	INCERT	REF		
10	* Coliformes Totales	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		
10	* Coliformes Fecales	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		
10	* Escherichia coli	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		

INCERT: Corresponde a la incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza.  
 LO: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado.  
 LC: Límite de Cantidad que se considera menor del parámetro analizado.  
 ND: No detectado/level bajo el límite de detección.  
 INCERT: Correspondiente al límite de detección en las unidades del parámetro analizado.  
 CEN-PT-015B-1: INTE-05015B-1 V10/05/2017 ante el Ette Conferencia de Acreditación, en \* \* Ensayo no acreditado, con \*\* ensayos subsumidos ver alcance en www.setena.gob.ve  
 Mediciones Inst(1): Cloro-Acidul-pH-Temperatura-Conductividad-Oxígeno Disuelto cuando aplicable

Dr. Andrés Hernández Bonilla  
Laboratorio Microbiología  
CEN-PT-015B-1

Se pide la reproducción de este documento en forma total o parcial con la autorización del Laboratorio.  
 Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Final del Informe

INFORME DE RESULTADOS									
CEN-PT-015B-1									
Version 24									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
Cliente:		ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTERMICO)							
Contacto:		Ing. John Valero Pérez							
Dirección:		Guatire, Guárico							
Teléfono:		(595) 2-800-1191   Fax:							
e-mail:		jvalero@ice.gob.ve							
Tipo de Análisis:		Microbiología							
Lugar de muestreo y de mediciones Inst(1):		Pantel Curialito, Comedor							
Condiciones ambientales:									
DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS									
ID C.I.A.	PARAMETRO	RESUMEN	INDICACIONES	LO	LC	INCERT	REF		
10	* Coliformes Totales	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		
10	* Coliformes Fecales	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		
10	* Escherichia coli	0	UF/CF/100 mL	0	0	0	SM-9220		

INCERT: Corresponde a la incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza.  
 LO: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado.  
 LC: Límite de Cantidad que se considera menor del parámetro analizado.  
 ND: No detectado/level bajo el límite de detección.  
 INCERT: Correspondiente al límite de detección en las unidades del parámetro analizado.  
 CEN-PT-015B-1: INTE-05015B-1 V10/05/2017 ante el Ette Conferencia de Acreditación, en \* \* Ensayo no acreditado, con \*\* ensayos subsumidos ver alcance en www.setena.gob.ve  
 Mediciones Inst(1): Cloro-Acidul-pH-Temperatura-Conductividad-Oxígeno Disuelto cuando aplicable

Dr. Andrés Hernández Bonilla  
Laboratorio Microbiología  
CEN-PT-015B-1

Se pide la reproducción de este documento en forma total o parcial con la autorización del Laboratorio.  
 Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Final del Informe

Página 10 de 10

**D1-8715-2012-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

 <b>INFORME DE RESULTADOS</b> CHEM 10-00003-2023 Versión 23		 <b>INFORME DE RESULTADOS</b> CHEM 10-00003-2023 Versión 23							
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
Cliente: ICE (CENTRO DE SERVICIO DE RECURSO GEOTÉRMICO) Proc. muestra: Muestreado por: Cliente: Contacto: Ing. Juan Francisco Pérez Dirección: Guanacaste, Guayabito Matrícula: - Fecha de Recolección: 08-Feb-23 Fecha de Análisis: 08-Feb-23 Fecha de Reporte: 27-Feb-23 Teléfono: (506) 2-000-1191 Fax: - E-mail: jfpv@ice.gob.gt Tipo de Análisis: Prueba N° 4-N2 Lugar de muestreo y de mediciones instituto: Panteón Garibaldino, Comedas									
Condiciones Ambientales:									
<b>DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS</b>									
ID CLIENTE	A.	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	REHAB.	INCERT.	ID	LC	REF
* - Segundo nivel de control									
6	*	Aluminio	mg/L	<0.011	0.2	0.000	0.020	0.010	SMWW
6	*	Cobre	mg/L	11,538	100	0.002	0.011	0.017	SMWW
6	*	Cincos	mg/L	1,079	25-250	0.015	0.010	0.020	HPLC
6	*	Cromo	mg/L	<0.011	0.000	0.000	0.011	0.017	SMWW
6	*	Cronio Total	mg/L	33,0	40-500	0.2	0.2	0.7	SMWW
6	*	Fluorato	mg/L	0.14	0.2-1.5	0.005	0.020	0.010	HACH
6	*	Hierro	mg/L	<0.011	0.3	0.002	0.011	0.017	SMWW
6	*	Magnesio	mg/L	1,015	30-50	0.002	0.011	0.017	SMWW
6	*	Manganese	mg/L	<0.011	0.1-0.5	0.000	0.011	0.017	SMWW
6	*	Potasio	mg/L	2,493	25-200	0.000	0.011	0.015	SMWW
6	*	Sodio	mg/L	7,439	25-200	0.004	0.010	0.040	HPLC
6	*	Sulfato	mg/L	3,891	25-250	0.004	0.010	0.040	HPLC
6	*	Zinc	mg/L	<0.011	3,0	0.002	0.011	0.018	SMWW
** Tercer nivel de control									
6	*	Amonio	mg/L	<0.0015	0.5	0.01	0.02	0.06	SMWW
6	*	Arsenico	mg/L	<0.00011	0.005	0.0000	0.0011	0.0018	SMWW
6	*	Aranico	mg/L	<0.00011	0.01	0.0000	0.0011	0.0017	SMWW
6	*	Cadmio	mg/L	<0.00013	0.000	0.0000	0.0011	0.0015	SMWW
6	*	Cromo	mg/L	<0.00011	0.000	0.0000	0.0011	0.0015	SMWW
6	*	Mercurio	mg/L	<0.00011	0.02	0.0000	0.0011	0.0013	SMWW
6	*	Niquel	mg/L	<0.00011	0.02	0.0000	0.0011	0.0018	SMWW
6	*	Amonio	mg/L	1,076	25-250	0.015	0.011	0.02	HPLC
6	*	Nitato	mg/L	<0.010	0.1	0.005	0.010	0.020	HPLC
6	*	Plomo	mg/L	<0.00011	0.01	0.0000	0.0011	0.0018	SMWW
6	*	Selena	mg/L	<0.00011	0.01	0.0000	0.0011	0.0017	SMWW
En caso de tener algún RECLAMO-DUDA-CONSULTA sobre los servicios brindados o resultados de los análisis, favor dirigirlos a la dirección: <a href="http://www.ice.gob.gt">www.ice.gob.gt</a>									
Solución Total a los Problemas Ambientales									
Página 9 de 9									
  El cliente de tener algún RECLAMO-DUDA-CONSULTA sobre los servicios brindados o resultados de los análisis, favor dirigirlos a la dirección: <a href="http://www.ice.gob.gt">www.ice.gob.gt</a>									
  Solución Total a los Problemas Ambientales									
Página 10 de 10									

**Anexo 11.** Listado de fauna silvestre identificada en monitoreos diurnos y nocturnos en el periodo noviembre 2022-marzo 2023.  
Proyecto Geotérmico Borinquen.

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana verde de ojos rojos, rana calzonuda	3
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Ranita, sapito	2
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Craugastor megacephalus</i>	Rana de lluvia de cabeza ancha	2
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Craugastor mimus</i>	Ranita, sapito	3
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo golfeño	4
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana verdadera	7
2022	Diciembre	Anfibios	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	7
2022	Diciembre	Aves	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí, gorrión, amazilia rabirrufa	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Pinzón aceitunado	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Reinita cabecicastaña	22
2022	Diciembre	Aves	<i>Brotogeris jugularis</i>	Catano, zapoyolito, perico, periquito barbinaranja	7
2022	Diciembre	Aves	<i>Calocitta formosa</i>	Piapia azul, urraca, urraca copetona	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Colibrí, gorrión, ala de sable violáceo	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Cantorchilus modestus</i>	Chinchiriguí, soterrey chinchirigüí	19
2022	Diciembre	Aves	<i>Cathartes aura</i>	Noneca, viuda, zonchiche, zoncho, zopilote, zopilote cabecirrojo	7
2022	Diciembre	Aves	<i>Chiroxiphia linearis</i>	Toledo, saltarín toledo	11
2022	Diciembre	Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepador rojizo	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepador barreteado	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquerito vientriamarillo	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Aguío, caciquita, eufonia gorgiamarilla	5
2022	Diciembre	Aves	<i>Euphonia luteicapilla</i>	Agüío, monjita, eufonia coroniamarilla	3

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2022	Diciembre	Aves	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón cuelliblanco	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar colirrufo	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Antifacito coronigrís	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorgirroja	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Heliomaster constantii</i>	Colibrí pochotero	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Hylocharis eliciae</i>	Colibrí colidorado	2
2022	Diciembre	Aves	<i>Hylophylax naevioides</i>	Hormiguero moteado	3
2022	Diciembre	Aves	<i>klais guimeti</i>	Colibrí, gorrión, colibrí cabeciazul	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador cabecirrayado	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Leptotila verreauxi</i>	Yuré, coliblanca	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquerón picudo	5
2022	Diciembre	Aves	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Carpintero, carpintero de Hoffmann	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Microcerulus philomela</i>	Soterrey ruiseñor	2
2022	Diciembre	Aves	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero aceitunado, mosquerito de buche acanelado o atrapamoscas ocráceo	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Mniotilla varia</i>	Reinita trepadora	5
2022	Diciembre	Aves	<i>Momotus lessonii</i>	Bobo, pájaro bobo, momoto común	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Guía león, horera, cuclillo sabanero	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Bobillo, copetón crestoscuro	10
2022	Diciembre	Aves	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuyeo, pucuyo, tapacamino común	17
2022	Diciembre	Aves	<i>Pachysylvia decurtatus</i>	Verdillo menudo	7
2022	Diciembre	Aves	<i>Phaethornis longirostris</i>	Colibrí, gorrión, ermitaño colilargo	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Piaya cayana</i>	Bobo chizo, cuco ardilla	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Piranga rubra</i>	Cardenal, cardenal veranero, tangara veranera	4
2022	Diciembre	Aves	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola, oropéndula de Montezuma	1

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2022	Diciembre	Aves	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Curré negro, tucán, tucán pico iris	5
2022	Diciembre	Aves	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Setophaga petechia</i>	Cazadora, cazadorcilla, reinita amarilla	1
2022	Diciembre	Aves	<i>Thryophilus rufalbus</i>	Soterrey rufo y blanco	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo pechiamarillo	3
2022	Diciembre	Aves	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Alouatta palliata</i>	Congo, mono aullador	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Artibeo jamaiquino	18
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono colorado, araña	10
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Carollia castanea</i>	Murciélagos castaño de cola corta	2
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Carollia perspicillata</i>	Carolia transparente	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Carollia sowelli</i>	Carolia de cola corta	12
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélagos de Heller	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	Murciélagos bigotudo de Parnell	1
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla, chiza	3
2022	Diciembre	Mamíferos	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélagos bilobulados	1
2022	Diciembre	Reptiles	<i>Holcosus festivus</i>	Ameiva de Centroamérica	2
2022	Diciembre	Reptiles	<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra bejuquillo cabezona, dormilona común	1
2022	Diciembre	Reptiles	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Lagartijera olivácea, corredora común	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana verde de ojos rojos, rana calzonuda	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Ranita, sapito	10
2023	Enero	Anfibios	<i>Craugastor megacephalus</i>	Rana de lluvia de cabeza ancha	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Craugastor mimus</i>	Ranita, sapito	2

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Grupo</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Total</b>
2023	Enero	Anfibios	<i>Diasporus diastema</i>	Martillito, ranita, sapito, rana campanilla común	9
2023	Enero	Anfibios	<i>Engystomops pustulosus</i>	Rana túngara	2
2023	Enero	Anfibios	<i>Lithobates taylori</i>	Rana leopardo	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana verdadera	3
2023	Enero	Anfibios	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	1
2023	Enero	Anfibios	<i>Smilisca sordida</i>	Rana arborícola parda	6
2023	Enero	Anfibios	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana, rana lechosa	1
2023	Enero	Aves	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí, gorrión, amazilia rabirrufa	2
2023	Enero	Aves	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí, gorrión, colibrí garganta de rubí	4
2023	Enero	Aves	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Pinzón aceitunado	1
2023	Enero	Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Reinita cabecicastaña	18
2023	Enero	Aves	<i>Brotogeris jugularis</i>	Catano, zapoyolito, perico, periquito barbinaranja	19
2023	Enero	Aves	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán, gavilán pollero, gavilán gris	2
2023	Enero	Aves	<i>Calocitta formosa</i>	Piapia azul, urracá, urracá copetona	28
2023	Enero	Aves	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero cabeza roja, carpintero chiricano, dos golpes, carpintero picoplata	1
2023	Enero	Aves	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Colibrí, gorrión, ala de sable violáceo	1
2023	Enero	Aves	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Chico piojo, saltapiñuelas, soterrey nuquirrufo	2
2023	Enero	Aves	<i>Cantorchilus modestus</i>	Chinchiriguí, soterrey chinchirigüí	13
2023	Enero	Aves	<i>Cathartes aura</i>	Noneca, viuda, zonchiche, zoncho, zopilote, zopilote cabecirrojo	2
2023	Enero	Aves	<i>Chiroxiphia linearis</i>	Toledo, saltarín toledo	5
2023	Enero	Aves	<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Lechuza blanco y negro	1
2023	Enero	Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro	4
2023	Enero	Aves	<i>Crax rubra</i>	Granadera, pavón, pavón grande	1
2023	Enero	Aves	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo, zopilotillo, garrapatero piquiestriado	13

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2023	Enero	Aves	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquerito vientriamarillo	2
2023	Enero	Aves	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís	3
2023	Enero	Aves	<i>Eumomota superciliosa</i>	Bobo, pájaro bobo, momoto cejiceleste	1
2023	Enero	Aves	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Aguío, caciquita, eufonia gorgiamarilla	2
2023	Enero	Aves	<i>Euphonia luteicapilla</i>	Agüío, monjita, eufonia coroniamarilla	7
2023	Enero	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Catano, periquito, zapoyol, perico frentinaranja	2
2023	Enero	Aves	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Antifacito coronigrís	3
2023	Enero	Aves	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorgirroja	1
2023	Enero	Aves	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco	2
2023	Enero	Aves	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco	2
2023	Enero	Aves	<i>Hylocharis eliciae</i>	Colibrí colidorado	3
2023	Enero	Aves	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Reinita verdilla	3
2023	Enero	Aves	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador cabecirrayado	1
2023	Enero	Aves	<i>Leptotila verreauxi</i>	Yuré, coliblanca	1
2023	Enero	Aves	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquerón picudo	2
2023	Enero	Aves	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Carpintero, carpintero de Hoffmann	2
2023	Enero	Aves	<i>Mniotilla varia</i>	Reinita trepadora	1
2023	Enero	Aves	<i>Momotus lessonii</i>	Bobo, pájaro bobo, momoto común	3
2023	Enero	Aves	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Bobillo, copetón crestoscuro	7
2023	Enero	Aves	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón crestipardo	2
2023	Enero	Aves	<i>Myiozetetes similis</i>	Pecho amarillo, mosquero cejiblanco	2
2023	Enero	Aves	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuyeo, pucuyo, tapacaminos común	16
2023	Enero	Aves	<i>Pachysylvia decurtatus</i>	Verdillo menudo	4
2023	Enero	Aves	<i>Passerina caerulea</i>	Picogruoso azul, alondra	2
2023	Enero	Aves	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava, pava granadera o pava crestada	3

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2023	Enero	Aves	<i>Peucaea ruficauda</i>	Albarda nueva, ratoncillo, sabanero cabecilistado	4
2023	Enero	Aves	<i>Phaethornis guy</i>	Colibrí, gorrión, ermitaño verde	2
2023	Enero	Aves	<i>Phaethornis striigularis</i>	Colibrí, gorrión, ermitaño enano	1
2023	Enero	Aves	<i>Piaya cayana</i>	Bobo chizo, cuco ardilla	8
2023	Enero	Aves	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristofué, pecho amarillo, bienteveo grande	2
2023	Enero	Aves	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola, oropéndula de Montezuma	17
2023	Enero	Aves	<i>Psilorhinus morio</i>	Piapia, urraca parda	1
2023	Enero	Aves	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Curré negro, tucán, tucán pico iris	5
2023	Enero	Aves	<i>Setophaga petechia</i>	Cazadora, cazadorcilla, reinita amarilla	4
2023	Enero	Aves	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Soterrey de costado barreteado	11
2023	Enero	Aves	<i>Trogon melanocephalus</i>	Viuda amarilla, trogón cabecinegro	1
2023	Enero	Aves	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo pechiamarillo	5
2023	Enero	Aves	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojirrojo	3
2023	Enero	Aves	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Alouatta palliata</i>	Congo, mono aullador	2
2023	Enero	Mamíferos	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Artibeo jamaiquino	6
2023	Enero	Mamíferos	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélagos cara listada	2
2023	Enero	Mamíferos	<i>Artibeus tolteca</i>	Artibeo Tolteca	2
2023	Enero	Mamíferos	<i>Artibeus watsoni</i>	Artibeo de Watson	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono colorado, araña	23
2023	Enero	Mamíferos	<i>Carollia castanea</i>	Murciélagos castaño de cola corta	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Carollia sowelli</i>	Carolia de cola corta	23
2023	Enero	Mamíferos	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	2
2023	Enero	Mamíferos	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélagos musaraña	4
2023	Enero	Mamíferos	<i>Marmosa mexicana</i>	Zorricí	1

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2023	Enero	Mamíferos	<i>Myotis albescens</i>	Myotis de cabello plateado	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélagos de Heller	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	Murciélagos bigotudo de Parnell	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla, chiza	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Tapirus bairdii</i>	Danta	1
2023	Enero	Mamíferos	<i>Tylomys watsoni</i>	ratón watsoni	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Boa imperator</i>	Boa constrictor, bécquer	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Coleonyx mitratus</i>	Gecko bandeado tropical	2
2023	Enero	Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	3
2023	Enero	Reptiles	<i>Enulius flavitorques</i>	Cabeza puntiaguda	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Micruurus nigrocinctus</i>	Coral macho, coral centroamericana	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Norops cupreus</i>	Lagartija, anolis	2
2023	Enero	Reptiles	<i>Norops oxylophus</i>	Lagartija, anolis de río	1
2023	Enero	Reptiles	<i>Sphenomorphus cherriei</i>	Esquinco de bosque café	1
2023	Febrero	Anfibios	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana verde de ojos rojos, rana calzonuda	1
2023	Febrero	Anfibios	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Ranita, sapito	4
2023	Febrero	Anfibios	<i>Diasporus diastema</i>	Martillito, ranita, sapito, rana campanilla común	2
2023	Febrero	Anfibios	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana verdadera	2
2023	Febrero	Anfibios	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	1
2023	Febrero	Anfibios	<i>Smilisca sordida</i>	Rana arborícola parda	14
2023	Febrero	Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Kan-kan, lora, loro frentiblanco	2
2023	Febrero	Aves	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí, gorrión, colibrí garganta de rubí	1
2023	Febrero	Aves	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Pinzón aceitunado	2
2023	Febrero	Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Reinita cabecicastaña	9

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2023	Febrero	Aves	<i>Brotogeris jugularis</i>	Catano, zapoyolito, perico, periquito barbinaranja	1
2023	Febrero	Aves	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán, gavilán pollero, gavilán gris	4
2023	Febrero	Aves	<i>Calocitta formosa</i>	Piapia azul, urracá, urracá copetona	4
2023	Febrero	Aves	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Colibrí, gorrión, ala de sable violáceo	1
2023	Febrero	Aves	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Chico piojo, saltapiñuelas, soterrey nuquirrufo	2
2023	Febrero	Aves	<i>Cantorchilus modestus</i>	Chinchiriguí, soterrey chinchirigüí	1
2023	Febrero	Aves	<i>Cathartes aura</i>	Noneca, viuda, zonchiche, zoncho, zopilote, zopilote cabecirrojo	3
2023	Febrero	Aves	<i>Chiroxiphia linearis</i>	Toledo, saltarín toledo	1
2023	Febrero	Aves	<i>Ciccaba virgata</i>	Hú de león, lechuza, lechuza café	2
2023	Febrero	Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro	2
2023	Febrero	Aves	<i>Crax rubra</i>	Granadera, pavón, pavón grande	1
2023	Febrero	Aves	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquerito vientriamarillo	2
2023	Febrero	Aves	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Aguío, caciquita, eufonia gorgiamarilla	1
2023	Febrero	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Catano, periquito, zapoyol, perico frentinaranja	2
2023	Febrero	Aves	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Antifacito coronigrís	1
2023	Febrero	Aves	<i>Leptotila verreauxi</i>	Yuré, coliblanca	2
2023	Febrero	Aves	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Carpintero, carpintero de Hoffmann	1
2023	Febrero	Aves	<i>Mniotilla varia</i>	Reinita trepadora	2
2023	Febrero	Aves	<i>Momotus lessonii</i>	Bobo, pájaro bobo, momoto común	1
2023	Febrero	Aves	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Guía león, horera, cuclillo sabanero	1
2023	Febrero	Aves	<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viajero	1
2023	Febrero	Aves	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Bobillo, copetón crestoscuro	2
2023	Febrero	Aves	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón crestipardo	4
2023	Febrero	Aves	<i>Myiozetetes similis</i>	Pecho amarillo, mosquero cejiblanco	3
2023	Febrero	Aves	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca, pájaro palo	1

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común	Total
2023	Febrero	Aves	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuyeo, pucuyo, tapacaminos común	12
2023	Febrero	Aves	<i>Pachysylvia decurtatus</i>	Verdillo menudo	1
2023	Febrero	Aves	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava, pava granadera o pava crestada	2
2023	Febrero	Aves	<i>Piaya cayana</i>	Bobo chizo, cuco ardilla	2
2023	Febrero	Aves	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Curré negro, tucán, tucán pico iris	4
2023	Febrero	Aves	<i>Setophaga petechia</i>	Cazadora, cazadorcilla, reinita amarilla	2
2023	Febrero	Aves	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepadorcito aceitunado	1
2023	Febrero	Aves	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Soterrey de costado barreteado	1
2023	Febrero	Aves	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Piquiplano azufrado	1
2023	Febrero	Aves	<i>Trogon melanocephalus</i>	Viuda amarilla, trogón cabecinegro	1
2023	Febrero	Aves	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pecho amarillo, tirano tropical	2
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Alouatta palliata</i>	Congo, mono aullador	3
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Artibeo jamaiquino	3
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Carollia perspicillata</i>	Carolia transparente	1
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Carollia sowelli</i>	Carolia de cola corta	2
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Glossophaga commissarisi</i>	Murciélagos policía	1
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Nasua narica</i>	Pizote	8
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélagos de Heller	1
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Vampyriscus nympaea</i>	Vampiresa Nimfia	1
2023	Febrero	Reptiles	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	1
2023	Febrero	Reptiles	<i>Norops cupreus</i>	Lagartija, anolis	1
2023	Febrero	Reptiles	<i>Tantilla vermiciformis</i>	Cabeza plana de bosque seco	1
Total general					798

**Anexo 12.** Listado de quirópteros identificados en monitoreos mensuales de murciélagos en el periodo noviembre 2022-marzo 2023. Proyecto Geotérmico Borinqueñ.

Año	Mes	Grupo	Especie	Nombre común
2023	Enero	Mamíferos	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatuza, cherenga
2023	Enero	Mamíferos	<i>Didelphis virginiana</i>	Zorro pelón
2023	Enero	Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2023	Enero	Mamíferos	<i>Puma concolor</i>	Puma, león de montaña
2023	Enero	Mamíferos	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatuza, cherenga
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Didelphis virginiana</i>	Zorro pelón
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo, ocelote
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Nasua narica</i>	Pizote
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Pecari tajacu</i>	Sáino
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Puma concolor</i>	Puma, león de montaña
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte
2023	Febrero	Mamíferos	<i>Tapirus bairdii</i>	Danta