



## Informe de Responsabilidad Ambiental

Informe de Responsabilidad N° XLIII-2017  
Período del Informe: Octubre-Noviembre-Diciembre 2017

### Proyecto Geotérmico Las Pailas

Ubicación: Provincia: Guanacaste, Cantón: Liberia,  
Distrito: Curubandé

Nº de Expediente: 0788-2004-SETENA

### Responsable Ambiental

Biól. Farrel Ruiz Pacheco

Inscrito en SETENA bajo el Registro 156-2009 con vencimiento al  
17 de octubre del 2019

Teléfono: 2000-4491. Fax: 2690-4419

  
Responsable Ambiental

Ing. Jorge E. Valverde B. Apoderado General  
Apoderado General Sin Límite de Suma\*  
\*Por poder otorgado según documento adjunto.

Enero 2018

## Índice de Contenido

1. CONTENIDO.....	8
a. Introducción .....	8
b. Plan de Gestión Ambiental.....	8
Medida U2P Nº1. Educación Ambiental.....	8
Medida U2P Nº2. Gestión de Residuos. ....	11
Medida U2P Nº3. Paisaje. ....	14
Medida U2P Nº4. Calidad del aire, emisión de gases por combustión de hidrocarburos en motores.....	16
Medida U2P Nº5. Calidad del aire, emisiones de gases no condensables pruebas de pozos, casa de máquinas y operación de campo.....	17
Medida U2P Nº7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H2S. ....	20
Medida U2P Nº8. Sólidos en suspensión en el aire.....	21
Medida U2P Nº9. Ruido Natural, generado por circulación de vehículos u operación de maquinaria. ....	21
Medida U2P Nº10. Ruido Natural, salud en las personas. ....	22
Medida U2P Nº11. Generación de ruido. ....	23
Medida U2P Nº12. Aguas superficiales, combustibles y lubricantes en Plataformas. ....	25
Medida U2P Nº13. Aguas superficiales, fluidos geotérmicos. ....	26
Medida U2P Nº 14. Efecto sobre la salud de las personas. ....	28
Medida U2P Nº 15. Flora, eliminación de vegetación.....	29
Medida U2P Nº 16. Efectos sobre la Fauna. ....	31
Medida U2P Nº 17. Calidad de aguas de escorrentía superficial.....	33
Medida U2P Nº 18. Residuos, calidad de vida.....	36
Medida U2P Nº 19. Residuos, aceites y combustibles. ....	43
Medida U2P Nº 20. Cambio superficial de suelo.....	49
Medida U2P Nº 21. Calidad de vida, generación de ruido y vibraciones. ....	50
Medida U2P Nº 22. Ecosistemas flora. ....	51
Medida U2P Nº 23. Flora, reducción de cobertura de bosques.....	51
Medida U2P Nº 24. Flora, pastizal arbolado. ....	51
Medida U2P Nº25. Alteración a la fauna silvestre. ....	51
Medida U2P Nº26. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos, Anfibios y Reptiles. ....	51
Medida U2P Nº27. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos y Herpetofauna.....	64
Medida U2P Nº28 Fauna, distorsión del comportamiento por modificación del hábitat. ....	66
Medida U2P N° 29. Ornitofauna y Mastofauna, Alteración del hábitat por eliminación de cobertura vegetal.....	78
Medida U2P N°30. Ornitofauna y Mastofauna, cambios en la diversidad. ....	88
Medida U2P N° 31. Ornitofauna y Mastofauna, modificación de hábitos alimenticios. ....	94
Medida U2P N°32 Ornitofauna y Mastofauna, mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.....	99
Medida U2P N°33. Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos, afectación por luminarias.....	102
Medida U2P N°34 Patrimonio, sitios arqueológicos. ....	103

Medida U2P Nº 35. Componente escombreras.....	105
Medida U2P Nº 36. Servicios Básicos, agua potable para consumo humano. ....	106
Medida U2P Nº 37. Condiciones de trabajo, Salud Ocupacional.....	106
Medida U2P N°38. Social, alteración de la cotidianidad de las Comunidades.....	115
Medida U2P N°39. Social, percepción local. ....	119
Medida U2P N°40. Social, Seguridad vial. ....	119
Medida U2P Nº41. Social, actividad turística.....	122
Medida U2P Nº 42. Paisaje, inserción de Obras. ....	122
c. Otros datos específicos .....	123
 ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO.....	123
Planta de Generación de Electricidad .....	123
 Plazoletas de Perforación.....	124
Tuberías de trasiego de fluidos Geotérmicos .....	125
Estaciones de Separación.....	125
Sistema de Refrigeración en Frío .....	126
Laguna 4 .....	126
Laguna 2 .....	126
Laguna 3 .....	126
Tubería de polietileno para reinyección de lagunas .....	126
Escombrera .....	126
Subestación .....	127
Línea de Transmisión.....	127
Manejo de aguas de caminos internos .....	128
Edificios Administrativos CSRG .....	128
Otras actividades ejecutadas. ....	129
2. NO CONFORMIDADES .....	131
3. CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL PERIODO ANTERIOR .....	131
4. NUEVAS RECOMENDACIONES.....	131
5. ANEXOS .....	132

## Índice de Figuras

Figura 1. Colaboradores capacitados por año en temas ambientales – CSRG .....	9
Figura 2. Charlas impartidas a personal externo durante el año 2017 .....	10
Figura 3. Charlas de educación ambiental impartidas a distintos actores sociales.....	10
Figura 4. Capacitaciones de brigadistas en el 2017 .....	11
Figura 5. Brigada integral del CSRG.....	11
Figura 6. Recipientes utilizados en la clasificación de residuos en PGP-61, PGP-62 respectivamente. ....	12
Figura 7. Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-61.....	12
Figura 8. Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-62.....	12
Figura 9. Vehículos y equipos en mantenimiento. ....	13
Figura 10. Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos.....	14
Figura 11. Vista panorámica PLP-11, PGP-61. ....	14
Figura 12. Vista panorámica PLP-12, PGP-62. ....	15
Figura 13. Vista panorámica PLP-13 al finalizar el traslado del equipo de perforación N°3. ....	15
Figura 14. Maquinaria utilizada para logística de materiales y traslados en las perforadoras National, Cardwell y Kpem. ....	16
Figura 15. Sistemas de escape de equipos de perforación.....	17
Figura 16. Monitoreo de la calidad de lluvias PG Pailas.....	19
Figura 17. Detectores fijos con sistema de alarmas audibles de H2S y CO2. ....	20
Figura 18. Detectores de gases portátiles en equipos de perforación Cardwell y Kpem. ....	21
Figura 19. Registros de monitoreo de ruido en zonas pobladas cercanas al AP .....	24
Figura 20. Despacho de residuos a disposición final.....	26
Figura 21. Lagunas almacenamiento de fluidos geotérmicos y de perforación en PLP-11 y PLP-12. .....	26
Figura 22. Registros relacionados a pH, Cl y conductividad en aguas del AP.....	27
Figura 23. Sitios rotulados para agua potable y no potable.....	29
Figura 24. Resultados análisis microbiológicos del agua. ....	29
Figura 25. Proceso de siembra de árboles en sectores aledaños a las obras. ....	30
Figura 26. Boleta de entrega de arboles, vivero Tronadora. ....	30
Figura 27. Dispositivos para escape de fauna en plazoletas de perforación. ....	33
Figura 28. Sedimentador en el Proyecto Geotérmico Las Pailas II. ....	34
Figura 29. Registros de análisis químicos de las aguas. ....	35
Figura 30. Capacitación en Gestión Integral de Residuos a personal de la Subestación. ....	36
Figura 31. Porcentajes de residuos ingresados al Centro de Acopio durante el IV trimestre. ....	37
Figura 32. Cambios en las cantidades de residuos mayormente reportados.....	38
Figura 33. Proceso de entrega de residuos a gestores autorizados por el Ministerio de Salud. ....	38
Figura 34. Elaboración de Compost con residuos orgánicos. ....	40
Figura 35. Utilización de abono orgánico en reforestación. ....	40
Figura 36. Instalación de Sistema de reutilización de aguas residuales. ....	41
Figura 37. Muestreo de Aguas Residuales en conjunto con miembros de la comunidad. ....	42
Figura 38.Resultados de análisis de laboratorio de las aguas residuales del campamento .....	42
Figura 39. Pruebas de productos biodegradables en limpieza y comedores. ....	43
Figura 40. Charla de Atención de derrames personal de la Subestación. ....	44
Figura 41. Charla de atención de derrames y de Inducción de Gestión Ambiental a contratistas..	44
Figura 42. Entrega de Kit de Atención de derrames en el Taller de Montaje Mecánico.....	45
Figura 43. Aplicación de biorremediador sobre un derrame de hidrocarburos.....	45

Figura 44. Registro de Inspección realizada a una vagoneta.....	46
Figura 45. Inspección de maquinaria ICE y alquilada.....	47
Figura 46. Retiro de Residuos Peligrosos por un Gestor autorizado.....	48
Figura 47. Inspección de camión para el traslado de residuos peligrosos.....	49
Figura 48. Manejo de los taludes de la laguna 3.....	50
Figura 49. Manejo de taludes de la Satélite 4.....	50
Figura 50. Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Río Negro arriba y Río Colorado.....	52
Figura 51. Mediciones directas de parámetros físico químicos para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II, octubre 2017.....	53
Figura 52. Recolecta de macroinvertebrados. Octubre 2017.....	55
Figura 53. Cantidad de individuos de macroinvertebrados por sitios de monitoreo. Octubre, 2017.	59
Figura 54. Larva de <i>Leptonema</i> género más común en octubre 2017.....	60
Figura 55. Monitoreo de peces con técnica de electro-pesca en cuerpos de agua del Proyecto Geotérmico Ampliación Las Pailas. Octubre, 2017.....	61
Figura 56. Única especie capturada en monitoreo de peces, octubre 2017.....	62
Figura 57. Cantidad de individuos por especie en cada uno de los sitios de monitoreo de calidad de agua. Octubre, 2017.....	62
Figura 58. Plan de Mantenimiento de Sedimentadores.....	63
Figura 59. Inspección de sedimentadores en octubre 2017.....	64
Figura 60. Áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas en perforadoras.....	64
Figura 61. Nota emitida por el Centro de Rescate las Pumas donde exponen las condiciones para brindar el servicio médico solicitado.....	67
Figura 62. Nota emitida por la Unidad de Biología donde se solicita al Centro de Rescate Las Pumas los servicios médicos veterinarios.....	68
Figura 63. Sitios de obra en los que se da por finalizado el rescate de flora y fauna, Proyecto Geotérmico Las Pailas II.....	69
Figura 64. Rescates de pizote ( <i>N. narica</i> ).....	69
Figura 65. Cantidad de individuos por especie rescatados en el IV Trimestre 2017.....	70
Figura 66. Transecto ubicado en zona de charral.....	71
Figura 67. Transecto ubicado en zona de parche de bosque.....	71
Figura 68. Transecto ubicado en zona de bosque.....	72
Figura 69. Transecto ubicado en la Quebrada El Yugo.....	72
Figura 70. Ubicación de los transectos para el monitoreo de reptiles dentro del AP del PG Las Pailas II.....	73
Figura 71. Transecto para el monitoreo nocturno de anfibios dentro del AP del PG Las Pailas II... ..	74
Figura 72. Registro de anfibios y reptiles durante monitoreo de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Las Pailas II.....	74
Figura 73. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo, IV Trimestre, 2017.....	75
Figura 74. Avistamiento de la rana de ojos rojos ( <i>D. rufioculis</i> ) y la rana de vidrio ( <i>S. albomaculata</i> ) durante monitoreo nocturno en la quebrada el Yugo.....	75
Figura 75. Charla sobre serpientes venenosas al personal de comedor del Proyecto Geotérmico Las Pailas II, octubre 2017.....	76
Figura 76. Reductor de velocidad ubicado en los accesos a sitios de obra.....	77
Figura 77. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto.....	77
Figura 78. Ubicación de los puntos de conteo para el monitoreo de aves en tres transectos dentro del AP del PG Las Pailas II.....	79
Figura 79. Registros del IV trimestre del 2016 y 2017 de cantidades de aves identificadas mediante puntos de conteo en transectos de monitoreo.....	79

Figura 80. Monitoreo de aves, octubre 2017. ....	80
Figura 81. Transectos para el monitoreo de mamíferos terrestres. ....	81
Figura 82. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres. Octubre, 2017. ....	82
Figura 83. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos. ....	82
Figura 84. Registro de Danta ( <i>T. bairdii</i> ) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Noviembre, 2017. ....	83
Figura 85. Identificación de mono carablanca y mono araña durante monitoreo diurno de fauna, diciembre 2017. ....	84
Figura 86. Registro de mono congo ( <i>A. palliata</i> ) en monitoreo diurno de mamíferos, diciembre 2017. ....	85
Figura 87. Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de ratones. ....	85
Figura 88. Toma de datos para la identificación de ratones. ....	86
Figura 89. Captura del murciélagos ( <i>A. jamaicensis</i> ). Octubre, 2017. ....	87
Figura 90: Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Campo Geotérmico Las Pailas. Diciembre del 2017. ....	88
Figura 91. Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres. ....	88
Figura 92. Ubicación de los pasos subterráneos dentro del Proyecto. ....	89
Figura 93. Evidencia de un tepezcuíntle ( <i>C. paca</i> ) utilizando el paso subterráneo Nº2. Octubre, 2017. ....	90
Figura 94. Evidencia de un jagua ( <i>P. onca</i> ) utilizando el paso subterráneo Nº1. Febrero, 2017....	90
Figura 95. Paso aéreo para fauna. ....	91
Figura 96. Mono congo ( <i>A. palliata</i> ) utilizando uno de los puentes para fauna arborícola. Octubre, 2017. ....	92
Figura 97. Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía.....	94
Figura 98. Mediciones de ruido efectuadas dentro del Proyecto. Noviembre, 2017 .....	95
Figura 99. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo para monitoreo de aves durante noviembre 2017.....	95
Figura 100. Rótulos instalados en el AP PG Pailas. ....	96
Figura 101. Charla de Inducción donde se indica la prohibición de alimentar animales. ....	97
Figura 102. Cobertura de residuos orgánicos en relleno sanitario. ....	97
Figura 103. Reparación del sarán de la Planta de Compostaje. ....	98
Figura 104. Monitoreo de aves en ruta de la Línea de Transmisión, octubre 2017. ....	99
Figura 105. Identificación de Urracas ( <i>C. formosa</i> ) durante monitoreo de aves en ruta de Línea de Transmisión, diciembre 2017. ....	100
Figura 106. Dispersores para aves instalados en LT.....	101
Figura 107. Láminas antiescalamiento. ....	101
Figura 108. Recolecta de insectos atraídos por las luces artificiales instaladas en los alrededores de la Casa de Máquinas. Noviembre, 2017. ....	102
Figura 109: Resultados de análisis fotométricos de luminarias LED.....	103
Figura 110. Módulos de excavación .....	104
Figura 111.Revisión de la tierra removida. ....	104
Figura 112. Supervisión de movimiento s de tierra Plazoleta 13. ....	105
Figura 113. Siembra de vetiver en capa superior de la escombrera 1. ....	105
Figura 114. Actividades realizadas, horas de capacitación y colaboradores participantes, cuarto trimestre 2017.....	106
Figura 115 Distribución de capacitaciones por proceso, cuarto trimestre 2017 .....	107
Figura 116. Inspecciones planeadas efectuadas y porcentaje de conformidad de aspectos evaluados, cuarto trimestre 2017 .....	107

Figura 117. Inspecciones realizadas por proceso, cuarto trimestre 2017. ....	108
Figura 118. Reuniones de grupo realizadas en el tercer trimestre. ....	109
Figura 119. Actividades de promoción realizadas en el tercer trimestre. ....	109
Figura 120. Inspecciones de maquinaria alquilada, cuarto trimestre 2017. ....	110
Figura 121. Capacitaciones en Seguridad Ocupacional. ....	114
Figura 122: Material informativo al personal sobre temas de salud y seguridad.....	114
Figura 123: Hojas de seguridad en perforadoras.....	115
Figura 124. Reunión Comunal San Jorge (derecha) y Reunión Comunal Curubandé (Izquierda), IV Trimestre 2017. ....	116
Figura 125. Construcción de techo y cielo raso, Escuela San Jorge, IV trimestre, 2017 .....	117
Figura 126. Actividades de Educación Ambiental, IV Trimestre 2017.....	118
Figura 127. Personal contratado por provincia. IV Trimestre, 2017. ....	119
Figura 128. Señalización peatonal, Escuela Curubandé, IV Trimestre 2017 .....	120
Figura 129. Rotulación vehículo alquilado ICE. ....	120
Figura 130. EBAIS, Curubandé.....	121
Figura 131. Rotulación paso maquinaria pesada, ruta de acceso Proyecto. ....	121
Figura 132. Cerca construida para delimitar el paso de turistas.....	122
Figura 133. Avances de trabajos en el sitio de Casa de Máquinas. ....	123
Figura 134. Avance en la cimentación del transformador principal. ....	124
Figura 135. Avance en la torre de enfriamiento. ....	124
Figura 136. Construcción de Canales en PL-13. ....	125
Figura 137. Avance ES-02 (Colocación de válvulas). ....	125
Figura 138. Laguna 02 .....	126
Figura 139. Escombrera Pailas I. ....	127
Figura 140. Tendido de cables.....	127
Figura 141. Cunetas de caminos internos. ....	128
Figura 142. Contrato de regencia forestal para el permiso de corta de la Urbanización del CSRG. ....	128
Figura 143: Adaptación de geotextil en compuerta de vagonetas utilizadas durante el traslado... ....	129
Figura 144: Laguna del PLP-01 durante vaciado de lodos .....	129
Figura 145: Laguna del PLP-10 después del vaciado de lodos.....	130
Figura 146: Rutas de traslado utilizadas para el traslado de cortados provenientes de PLP-13 ...	130

## Índice de Cuadros

Cuadro 1: Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Valores de referencia de la OSHA. ....	18
<b>Cuadro 3.</b> Registros históricos del monitoreo del pH de las lluvias. ....	18
<b>Cuadro 4.</b> Datos de línea base del pH de las lluvias en Pailas.....	20
<b>Cuadro 5.</b> Informe mensual de niveles de ruido.....	22
Cuadro 6. Monitoreo de niveles ruido en área de proyecto y zonas de influencia .....	23
Cuadro 7. Monitoreo de niveles ruido previo a la fase constructiva del PG Pailas .....	25
Cuadro 8. Inventario total de residuos generados mensualmente .....	25
Cuadro 9. Parámetros de calidad de aguas para consumo humano. ....	28
Cuadro 10. Parámetros del vertido de aguas residuales.....	28
Cuadro 12. Cantidad de residuos generados durante el tercer trimestre, 2017 .....	37

<b>Cuadro 13.</b> Residuos del Proyecto despachados por medio de gestores autorizados durante el IV Trimestre 2017 .....	39
Cuadro 14. Residuos despachados por el Centro de Acopio para ser reutilizados por frentes de trabajo del Proyecto durante el IV Trimestre 2017.....	39
Cuadro 15. Residuos peligrosos ingresados al Centro de Acopio durante el IV trimestre, 2017....	47
Cuadro 16. Residuos peligrosos entregados durante el IV trimestre de 2017. ....	49
Cuadro 17. Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al PG Las Pailas II. ....	52
Cuadro 18. Valores obtenidos en octubre del 2017 de análisis fisicoquímico para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II.....	53
Cuadro 19. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en octubre del 2017 para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II. ....	54
Cuadro 20. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en nueve sitios en el PG Las Pailas II. Octubre 2017.....	56
Cuadro 21. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Octubre, 2017.....	60
Cuadro 22. Comparación del Índice Físico-químico Holandés, Índice Biológico BMWP-CR e ICA en nueve sitios de monitoreo, octubre 2017. ....	61
<b>Cuadro 23.</b> Datos de monitoreo químico de aguas superficiales.....	65
Cuadro 24. Charlas impartidas al personal de Proyecto durante el IV trimestres del 2017. ....	76
Cuadro 25. Registro de fauna que utiliza los pasos subterráneos y aéreos. IV Trimestre 2017, Proyecto Geotérmico Las Pailas II. ....	92
Cuadro 26. Registro de fuentes de ruido reportadas en monitoreo del efecto del ruido en fauna. ....	96
<b>Cuadro 27.</b> Programación de actividades de planeamiento y ejecución de investigación. ....	99
<b>Cuadro 28.</b> Aspectos inspeccionados por proceso, cuarto trimestre 2017.....	108
<b>Cuadro 29.</b> Datos obtenidos en muestreo de ruido, cuarto trimestre 2017 .....	110
<b>Cuadro 29.</b> Registros de capacitación en salud y seguridad ocupacional.....	113
Cuadro 27. Registro de Reuniones Comunales IV Trimestre, 2017.....	116
Cuadro 28. Solicitudes comunales, IV Trimestre 2017 .....	116
Cuadro 29. Charlas Educación Ambiental, público interno. IV Trimestre 2017.....	117
Cuadro 30. Actividades de Educación Ambiental, público externo, IV Trimestre 2017.....	118
Cuadro 31. Registro de Charlas de inducción, IV Trimestre 2017.....	118

## Índice de Anexos

Anexo 1. Comprobante de depósito de Garantía Ambiental. ....	132
Anexo 2. Plan de Gestión Ambiental. ....	133
Anexo 3. Bitácora .....	164
Anexo 4. Informe Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental de la Planta Pailas I.....	168

## **1. CONTENIDO**

### **a. Introducción**

Este informe corresponde al estado de avance de los trabajos del Proyecto Geotérmico Las Pailas. El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Guanacaste, cantón de Liberia a 24.6 kilómetros del centro, en el distrito de Curubandé. El mismo se encuentra a una elevación promedio de 737 m.s.n.m., sus coordenadas medias son 353900 Este 1190062 Norte.

El proyecto cuenta con Viabilidad Ambiental por medio de la Resolución N°3688-2005-SETENA, emitido el 12 de diciembre del 2005. Se estableció una periodicidad de 3 meses para la presentación de los informes de regencia. El 26 de setiembre del 2012 se obtiene la Resolución N° 2457-2012-SETENA, en la cual se avala la modificación del proyecto presentada el 19 de julio de 2012. En la fecha del 02 de febrero del 2015 se obtiene la Resolución N° 0168-2015-SETENA, modificación de proyecto presentada a la Secretaría el 17 de diciembre del 2014. La Garantía Ambiental se encuentra vigente hasta el 18 de Febrero del 2018, mediante comprobante de depósito N°178638 emitido el 01 de marzo del 2017 por el Banco Nacional de Costa Rica (Anexo 1).

Se presenta este Informe de Responsabilidad Ambiental que comprende las actividades realizadas entre octubre, noviembre y diciembre 2017. Los detalles específicos sobre el cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental (PGA) se resumen en el apartado b.

La información correspondiente, según el área, es suministrada por la Bióloga Laura Artavia Murillo, la Socióloga Kattia Barker Wright, el Arqueólogo Arturo Hernández Ruíz, el Ingeniero en Manejo Forestal y Vida Silvestre Fernando Pineda Córdoba, el diplomado en Gestión Ambiental Kenneth Villalobos Ramírez, el Ingeniero Eléctrico Didier Ugalde Rodríguez, el Ingeniero en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Greivin Sequeira Hernández. De parte del personal del Centro de Servicio de Recurso Geotérmico el Ingeniero Industrial Johan Valerio Pérez y de parte del personal del Centro de Producción Pailas I el Ingeniero Jorge Vindas Evans.

Se debe terminar de dar uso a la bitácora actual, ya que, está habilitada por la SETENA, una vez finalizada la misma se utilizará una Bitácora, que cuente con las tres hojas copia de carbón, para en los futuros informes entregar la respectiva copia como un anexo del informe, de momento se adjunta imagen de las anotaciones de las páginas 095 a 098 (Anexo 3).

### **b. Plan de Gestión Ambiental**

El Plan de Gestión Ambiental como tal se anexa adelante (Anexo 2), a continuación, se presenta el estado de avance de las medidas del PGA hasta la fecha.

#### **Medida U2P N°1. Educación Ambiental.**

Anualmente se programan espacios de capacitación al personal en temas ambientales, de los cuales en los últimos 4 años suman 1148 colaboradores, lo cual se detalla en la Figura 1.

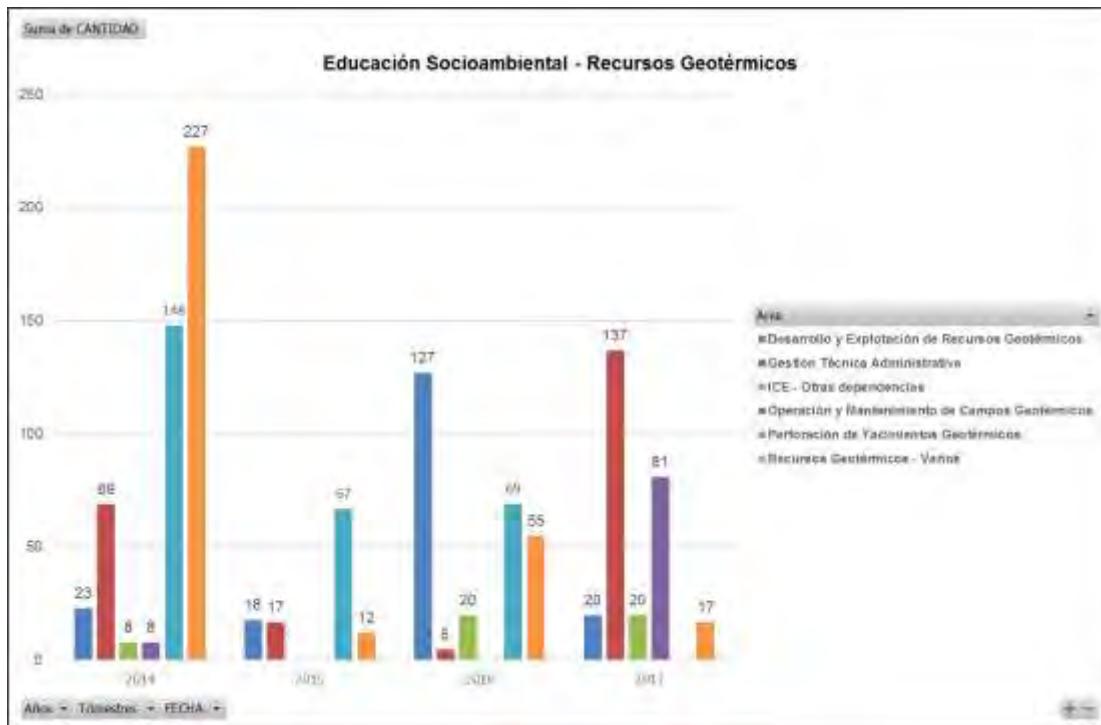


Figura 1. Colaboradores capacitados por año en temas ambientales – CSRG.

Durante el año 2017 se capacitaron 275 colaboradores que incluye personal de Recursos Geotérmicos y de otras dependencias del ICE, que previo a realizar su trabajo deben pasar por un proceso de inducción para ingresar a sitios de obra y garantizar el cumplimiento de compromisos socio-ambientales.

Las capacitaciones han considerado una serie de temas de importancia relacionados a la gestión socio-ambiental que se detallan a continuación:

- Evaluación de impacto ambiental – marco conceptual.
- Impactos ambientales considerados en el plan de gestión ambiental.
- Manejo de integral de residuos.
- Monitoreo de fauna silvestre y hepertofauna.
- Gestión Social.
- Manejo y control de derrames

Complementariamente, el ICE brinda charlas a personal externo a la institución para dar conocer las actividades que se realizan para la exploración, desarrollo y explotación de campos geotérmicos, así como la gestión socio-ambiental asociada. Para el año 2017 se atendieron 703 actores sociales (Figura 2 y Figura 3)

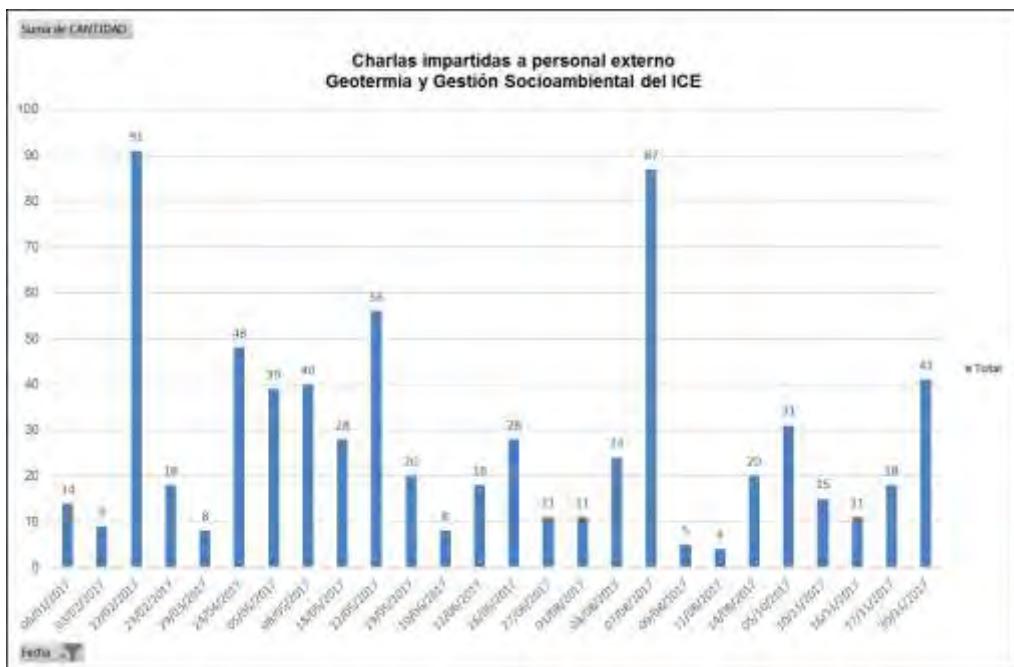


Figura 2. Charlas impartidas a personal externo durante el año 2017.

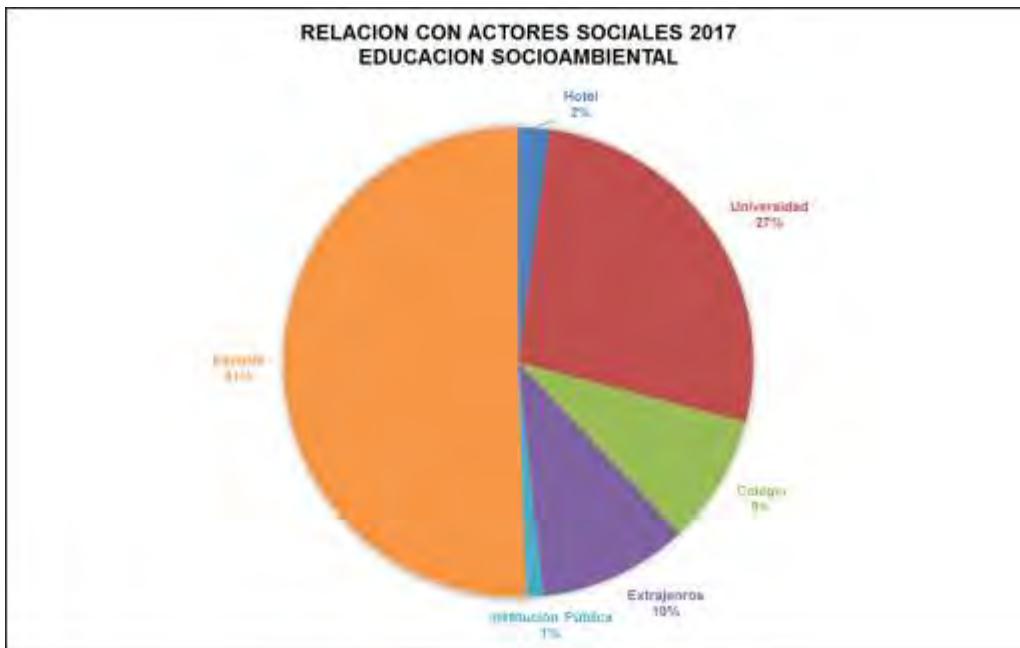


Figura 3. Charlas de educación ambiental impartidas a distintos actores sociales.

Complementariamente la brigada integral de emergencias constantemente recibe capacitación principalmente en relacionados a prevención y control de incendios o la atención de emergencias y primeros auxilios. En la Figura 4 se ilustran los registros de las actividades realizadas.

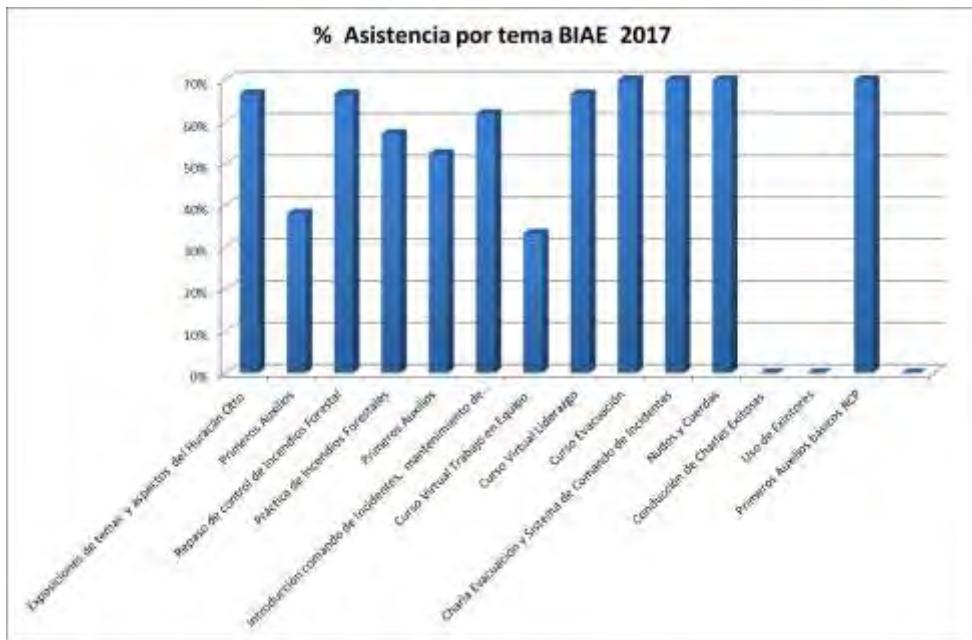


Figura 4. Capacitaciones de brigadistas en el 2017.

En la Figura 5, se ilustran algunas de las actividades realizadas por el grupo de brigadistas del CS Recursos Geotermicos.



Figura 5. Brigada integral del CSRG.

#### Medida U2P Nº2. Gestión de Residuos.

Todos los residuos generados en las perforadoras de pozos profundos de las perforadoras National 110-E y Cardwell KB-700, son acopiadados temporalmente con recipientes plásticos con tapa y rotulados para garantizar una separación de residuos (Figura 6).



Figura 6. Recipientes utilizados en la clasificación de residuos en PGP-61, PGP-62 respectivamente.

Para el manejo y control de derrames en los sitios de perforación se utilizan toallas absorbentes hidrofóbicas y sistemas de trampas para aguas oleaginosas según se muestra en la Figura 7 y Figura 8. Los residuos generados producto del mantenimiento de trampas y equipos son recolectados y enviados al Centro de Acopio para gestionar su disposición final.



Figura 7. Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-61.



Figura 8. Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-62.

Las áreas de mantenimiento vehicular y equipos cuentan con programas que permiten un funcionamiento adecuado, de esta forma reducir la posibilidad que presenten fugas de combustibles o lubricantes. Los programas de mantenimiento se ejecutan de la siguiente manera:

1. Equipos de Perforación Profunda - Responsable: Mantenimiento de Perforación mediante, el software API PRO.
2. Vehículos y Maquinaria - Responsable: Unidad de Transporte Maquinaria y Equipos mediante, el Sistema Gestión de Mantenimiento de Vehículos Institucionales.

El mantenimiento de los equipos de perforación se organiza mediante un manual de mantenimiento para cada perforadora y el mantenimiento preventivo vehicular se detalló en informes anteriores.

En la Figura 9 se muestran algunos vehículos y equipos que forman parte del mantenimiento que realiza el ICE.

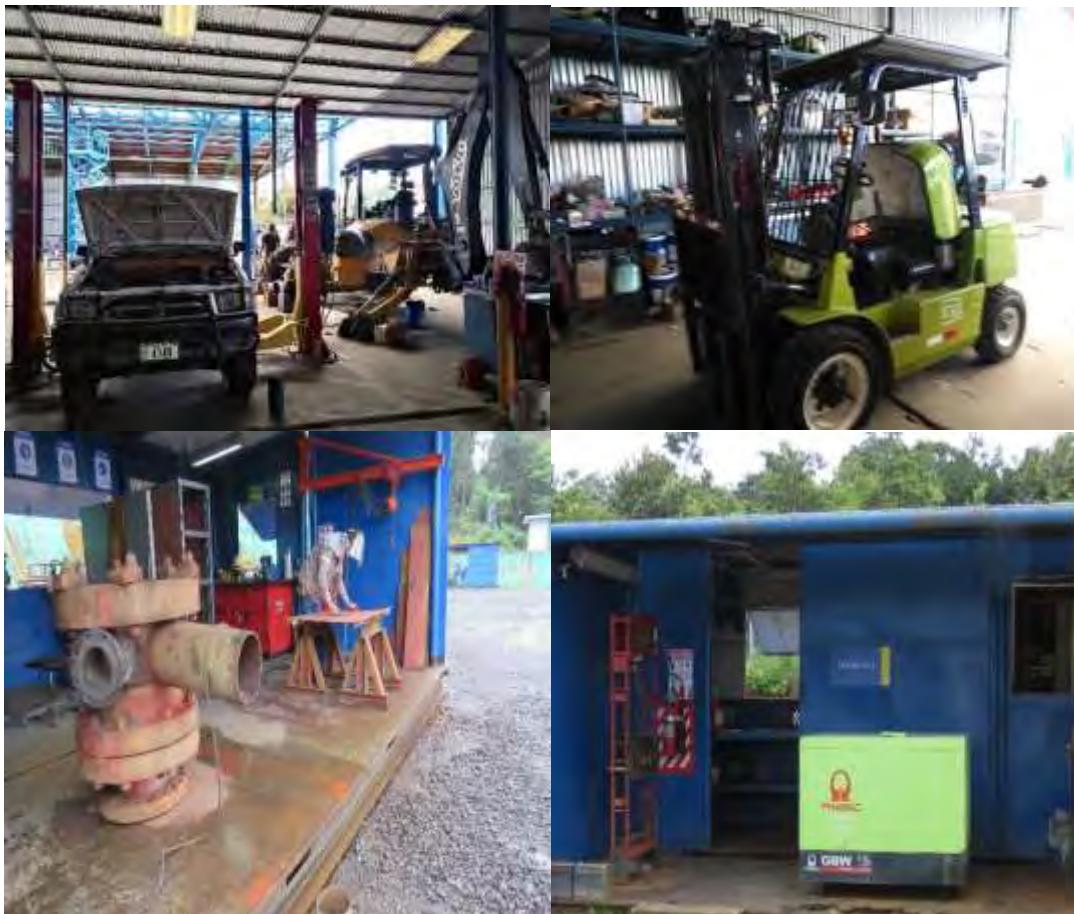


Figura 9. Vehículos y equipos en mantenimiento.

En la Figura 10 se muestran reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos del periodo en curso.

Figura 10. Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos.

## **Medida U2P Nº3. Paisaje.**

Los sitios de perforación permanecen ordenados de esta manera se reducen riesgos de accidentes o derrames según se evidencia en la Figura 11 y Figura 12.



Figura 11. Vista panorámica PLP-11, PGP-61.

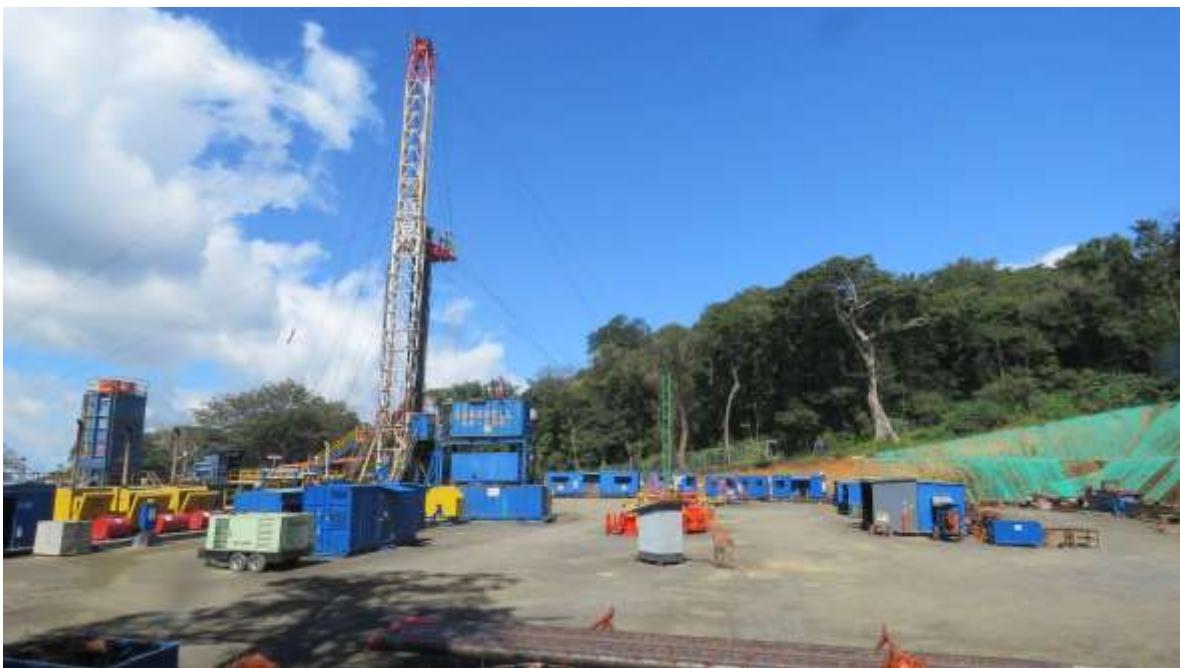


Figura 12. Vista panorámica PLP-12, PGP-62.

Los residuos se mantienen en sitios destinados específicamente para estos, permanecen ordenados y rotulados según se mencionó en la medida U2P N°2.

Al finalizar las labores de perforación la plataforma queda ordenada y todos los elementos de la perforadora son retirados. Para este periodo el equipo de perforación N°3, Kpem, se trasladó de PLP-13 hacia el Campo Geotérmico Miravalles, en Figura 13 la se muestra las condiciones finales de la plazoleta al finalizar la movilización de los equipos.



Figura 13. Vista panorámica PLP-13 al finalizar el traslado del equipo de perforación N°3.

En los sitios donde es factible, se instalan barreras verdes para realizar un enmascaramiento de obras y mejorar la conectividad estructural del bosque; sin embargo, para trimestre no se plantaron árboles y se considera retomarlo hasta la entrada del próximo invierno 2018.

**Medida U2P N°4. Calidad del aire, emisión de gases por combustión de hidrocarburos en motores.**

El C.S.R.G. opera con vehículos institucionales con marchamo y revisión técnica vehicular (RTV) al día. En la Figura 14 se evidencia que los maquinaria asignada para el traslado de colaboradores y materiales en las perforadoras de pozos profundos con sus permisos de circulación pertinentes.



Figura 14. Maquinaria utilizada para logística de materiales y traslados en las perforadoras National, Cardwell y Kpem.

La maquinaria y vehículos cuentan con un programa de mantenimiento, que garantiza un funcionamiento adecuado, de manera que las emisiones sean mínimas según se evidenció en la medida de control ambiental U2P N°2.

No se permite el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presentan fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.

En la Figura 15 se evidencia el estado de los sistemas de escape de los equipos de perforación.



Figura 15. Sistemas de escape de equipos de perforación.

#### **Medida U2P Nº5. Calidad del aire, emisiones de gases no condensables pruebas de pozos, casa de máquinas y operación de campo.**

Se realizan mediciones de gases no condensables en las pruebas de producción ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}^2$ ), en la plataforma de perforación como en las zonas pobladas más cercanas.

A continuación, se detallan los registros de las pruebas de pozo realizadas en este trimestre (Cuadro 1).

Cuadro 1. Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos.

PRUEBAS DE PRODUCCIÓN			ÁREA DE PROYECTO			ÁREA DE INFLUENCIA		
Fecha	Pozo	Área Poblada Cercana	Valor máximo de $\text{H}_2\text{S}$ (ppm)	Valor máximo de $\text{CO}2$ (ppm)	Valor máximo de ruido (dB)	Valor máximo de $\text{H}_2\text{S}$ (ppm)	Valor máximo de $\text{CO}2$ (ppm)	Valor máximo de ruido (dB)
01/10/2017	PGP-12	Hotel RVL - Parque NRV	0.007	350	64	0.004	335	46
11/10/2017	PGP-76	Hotel RVL	0.001	311	65	0	390	47
02/11/2017	PGP-86	Parque NRV	0.002	260	75	0.001	373	76

De la información anterior de concluye que las actividades realizadas por las pruebas de pozos productores no sobrepasan los límites de exposición permitidas para gases como  $\text{H}_2\text{S}$  (20 ppm) y  $\text{CO}^2$  (5000 ppm) en jornadas de trabajo de 8 horas (Cuadro 2). Para validar dicho análisis, no es posible recurrir a legislación nacional, ya que actualmente no hay criterios para este tipo de gases, por tanto, se toma como referencia lo definido por la

Agencia del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, a través de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA). La misión de OSHA es asegurar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres de trabajo mediante el establecimiento y aplicación de normas, mediante la capacitación, divulgación, educación y asistencia.

Cuadro 2. Valores de referencia de la OSHA.

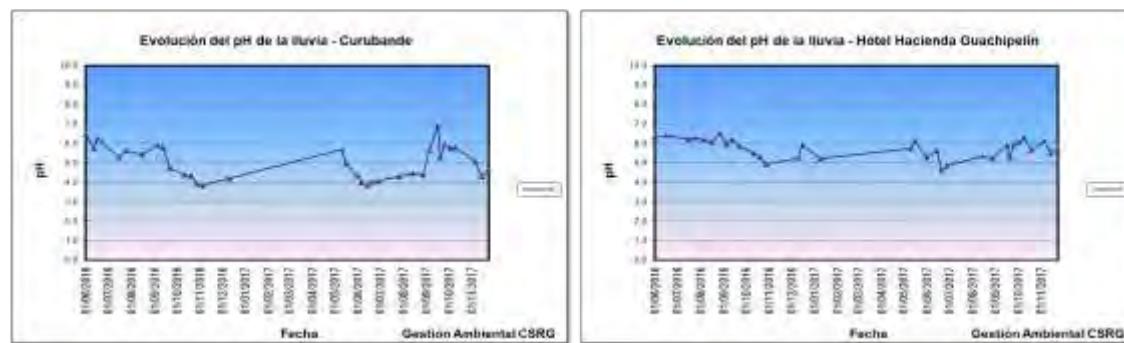
Valores de referencia sobre concentraciones de gases				
Gas	Organización	Referencia	Tiempo de exposición para 8 horas	Tiempo de exposición para 10 minutos
H <sub>2</sub> S	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLAZ-2	20 ppm	50 ppm
CO <sub>2</sub>	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLAZ-1	5000 ppm	-----

#### Medida U2P Nº6. Calidad del aire, efectos sobre el pH de las lluvias.

Se tiene implementado un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias el cual abarca zonas pobladas y áreas de proyecto. En la Figura 16 y Cuadro 3 se muestran los datos relacionados a monitoreo realizado en áreas pobladas y plazoletas.

Cuadro 3. Registros históricos del monitoreo del pH de las lluvias.

pH DE LAS LLUVIAS - CAMPO PAILAS				
		pH		
Descripción	Estación	Mínimo	Máximo	Promedio
CURUBANDE	CUR	3.73	8.03	5.75
SANTA MARIA	SM	3.48	8.72	5.45
HOTEL HACIENDA GUACHIPELIN	HHG	3.83	8.68	5.97
PARQUE NAC. RINCON DE LA VIEJA	PNRV	3.82	8.98	6.00
PLATAFORMA PAILAS 2	PLP-2	3.82	8.98	6.00
PLATAFORMA PAILAS 3	PLP-3	3.45	8.63	5.78
PLATAFORMA PAILAS 5	PLP-5	4.28	7.62	6.02
PLATAFORMA PAILAS 12	PLP-12	3.66	6.66	5.26
PLATAFORMA PAILAS 13	PLP-13	4.00	7.40	5.55
PLATAFORMA PAILAS 15	PLP-15	3.47	6.92	5.43



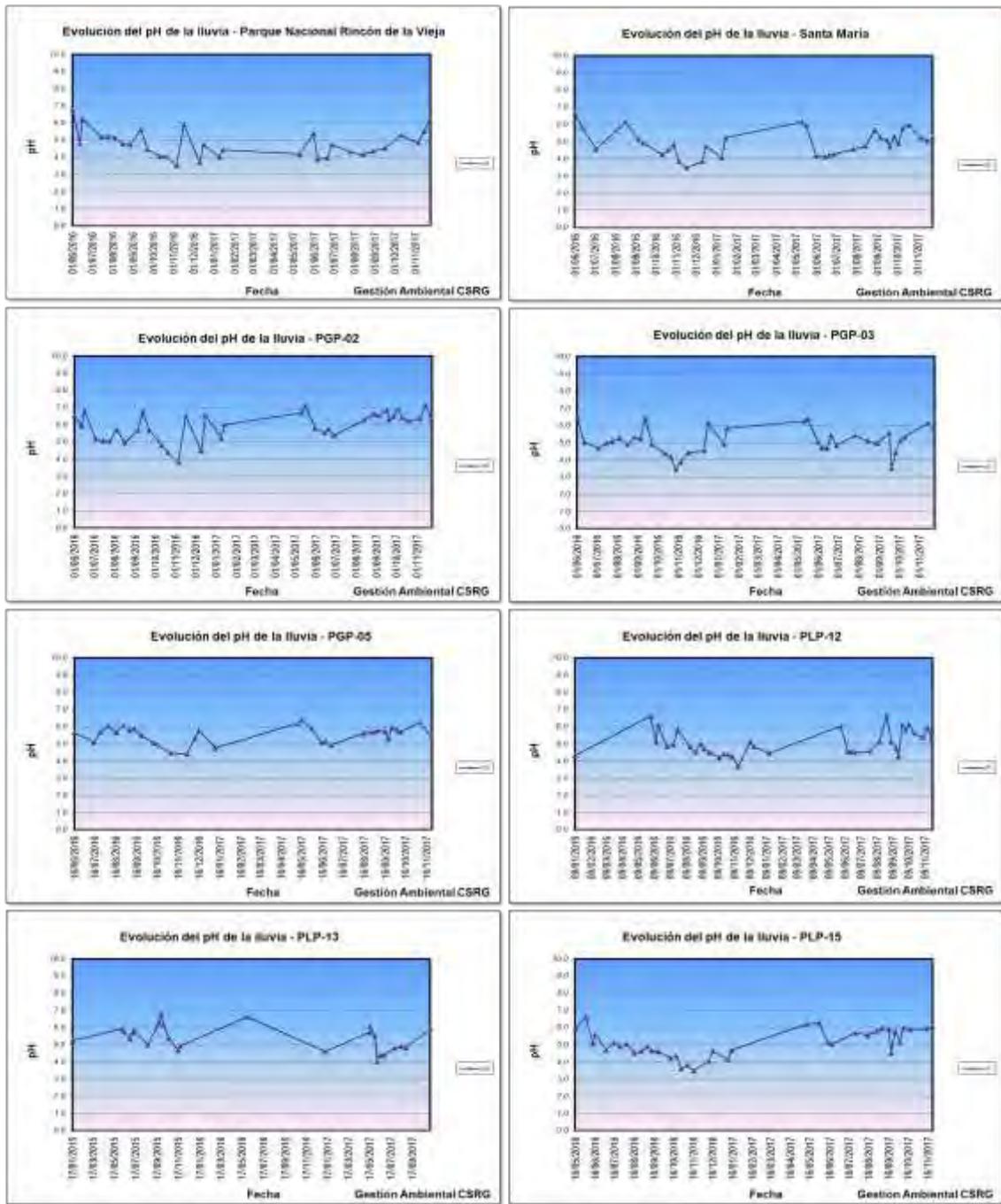


Figura 16. Monitoreo de la calidad de lluvias PG Pailas.

La lluvia normalmente es ácida, ya que se mezcla con óxidos de forma natural en el aire y se considera acida a partir de valores de pH inferiores a 5,6. Las lluvias acidas son generadas principalmente por actividades antropogénicas y fuentes naturales asociadas a la actividad volcánica.

De acuerdo a la información suministrada se evidencia que el área de proyecto y sus áreas de influencia, mantienen valores de pH en las lluvias, dentro de los rangos obtenidos en la etapa previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del campo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Datos de línea base del pH de las lluvias en Pailas.

Línea base previa al desarrollo del yacimiento geotérmico			
pH de las lluvias			
Campo Geotérmico	Mínimo	Máximo	Promedio
Pailas	3.83	8.72	5.84

Por lo anterior, se descarta que la etapa constructiva del PG Pailas, genere algún tipo de alteración en el área de proyecto o áreas de influencia.

**Medida U2P Nº7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H<sub>2</sub>S.**

En los equipos de perforación se cuenta con un sistema para el monitoreo de CO<sup>2</sup> y H<sub>2</sub>S. Estos sistemas cuentan con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sup>2</sup>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para garantizar la integridad de los trabajadores.



Figura 17. Detectores fijos con sistema de alarmas audibles de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>.

Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación de pozos geotérmicos, el ICE utiliza equipos portátiles con alarmas audibles para la medición de gases (H<sub>2</sub>S y CO<sup>2</sup>). Estos equipos son calibrados periódicamente y controlados en sistema metrológico que garantizan confiabilidad de los datos obtenidos. Los rangos de máximos de medición de los equipos son de 10 ppm para H<sub>2</sub>S y 5000 ppm para CO<sup>2</sup>.



Figura 18. Detectores de gases portátiles en equipos de perforación Cardwell y Kpem.

De manera complementaria, en las perforadoras de pozos profundos se cuenta con sistemas de respiración asistida y el personal se encuentra debidamente capacitado para que en casos de emergencias puedan enfrentar y controlar la situación. Por otra parte, la unidad de Seguridad Ocupacional realiza inspecciones rutinarias y no rutinarias en los sitios de obra para garantizar el cumplimiento de medidas de seguridad.

#### **Medida U2P Nº8. Sólidos en suspensión en el aire.**

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 y se generan procesos disciplinarios al personal en caso de incumplimiento o reincidencia. Para el siguiente trimestre se tiene programado capacitar a los conductores de vehículos según se indicó en la medida U2P #1 y este tema se incluye en la charla de gestión social.

#### **Medida U2P Nº9. Ruido Natural, generado por circulación de vehículos u operación de maquinaria.**

En sitios poblados, se solicita a los conductores de vehículos circular a velocidades de 25 km/h como máximo. Todos los conductores están informados sobre estas restricciones según se ha mencionado en reportes anteriores.

En la medida de lo posible todos los vehículos, maquinaria y equipo se mantienen en buenas condiciones de funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido y se realizan chequeos mensuales según se indicó en medida U2P N°2.

### Medida U2P N°10. Ruido Natural, salud en las personas.

El C.S. Recursos Geotérmicos implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en los sitios de trabajo, en estas áreas los trabajadores cuentan con equipos de protección personal normalizados por Salud Ocupacional, según se indicó en el IRA anterior.

El área de Salud Ocupacional cuenta con un programa de control de los niveles de ruido generados por los equipos de distintos grupos operativos, se lleva un control de los registros de las mediciones, así como de las medidas de mejora realizadas para atenuar el ruido (Cuadro 5).

Cuadro 5. Informe mensual de niveles de ruido.

Distancia (m)	dB(A)	
	Bomba Centrifuga de combustión activo 699980 a 1m	
1	102.18	
Distancia (m)	Tiempo de exposición (min)	
	Bomba Centrifuga de combustión activo 699980 a 1m	
1	41.92	
Distancia (m)	Atenuación de EPP (dB(A))	
	Bomba Centrifuga de combustión activo 699980 a 1m	
1	84.18	
Distancia (m)	dB(A)	
	Esquina A Piso Perforadora K-PEM	
1	91.0	
Distancia (m)	Tiempo de exposición (min)	
	Esquina A Piso Perforadora K-PEM	
1	121.01	
Distancia (m)	Atenuación de EPP (dB(A))	
	Esquina A Piso Perforadora K-PEM	
1	73.0	

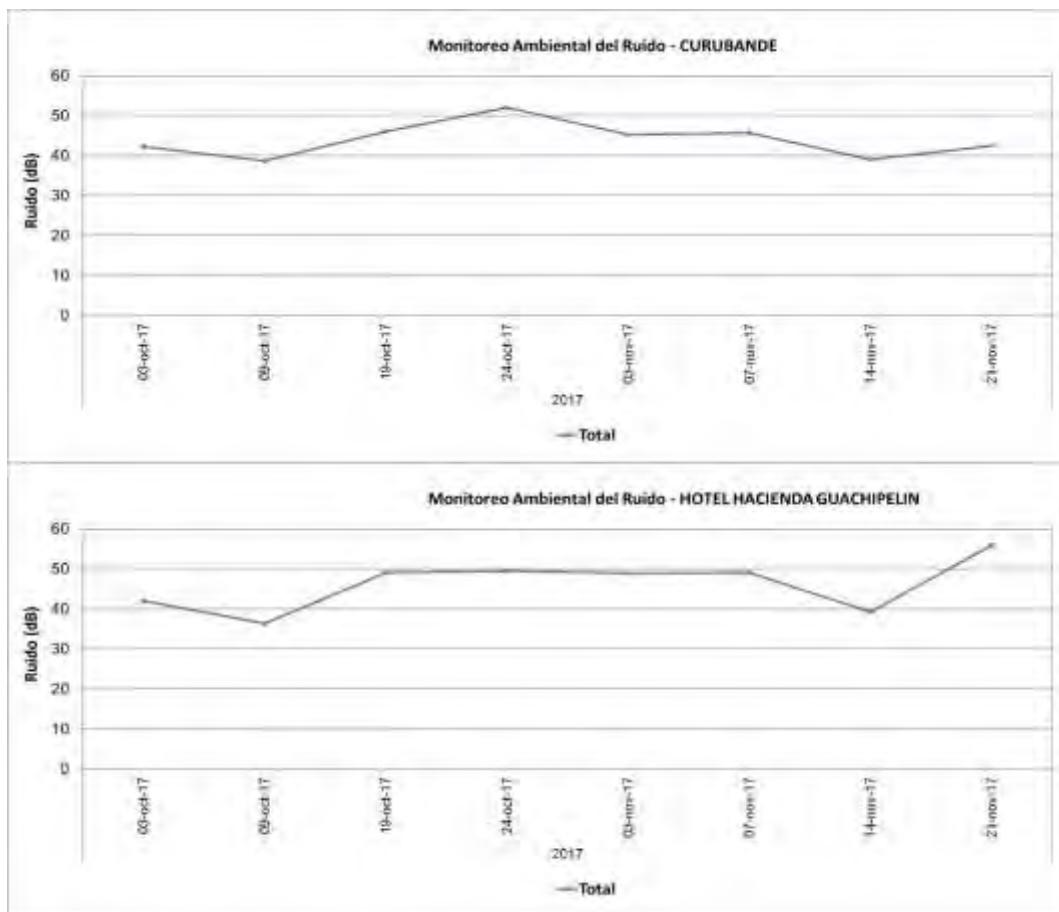
Conforme se adquieren equipos nuevos se definen especificaciones técnicas que incluyen niveles máximos de ruido, los cuales son validados en las fichas técnicas y posteriormente el área de Salud Ocupacional del CSRG junto con el área técnica y proveedor adjudicado valida el cumplimiento de los parámetros 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.

## Medida U2P Nº11. Generación de ruido.

Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo (plataformas de perforación) según se evidencia en el Cuadro 6 y Figura 19.

Cuadro 6. Monitoreo de niveles ruido en área de proyecto y zonas de influencia

	Min Ruido (dB)	Prom Ruido (dB)	Max Ruido (dB)
CAMPO GEOTERMICO PAILAS	18	46	75
CURUBANDE	31	44	58
HOTEL HACIENDA GUACHIPELIN	29	39	56
PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA	18	40	58
SANTA MARÍA	23	39	63
HOTEL RINCÓN DE LA VIEJA LODGE	29	42	55



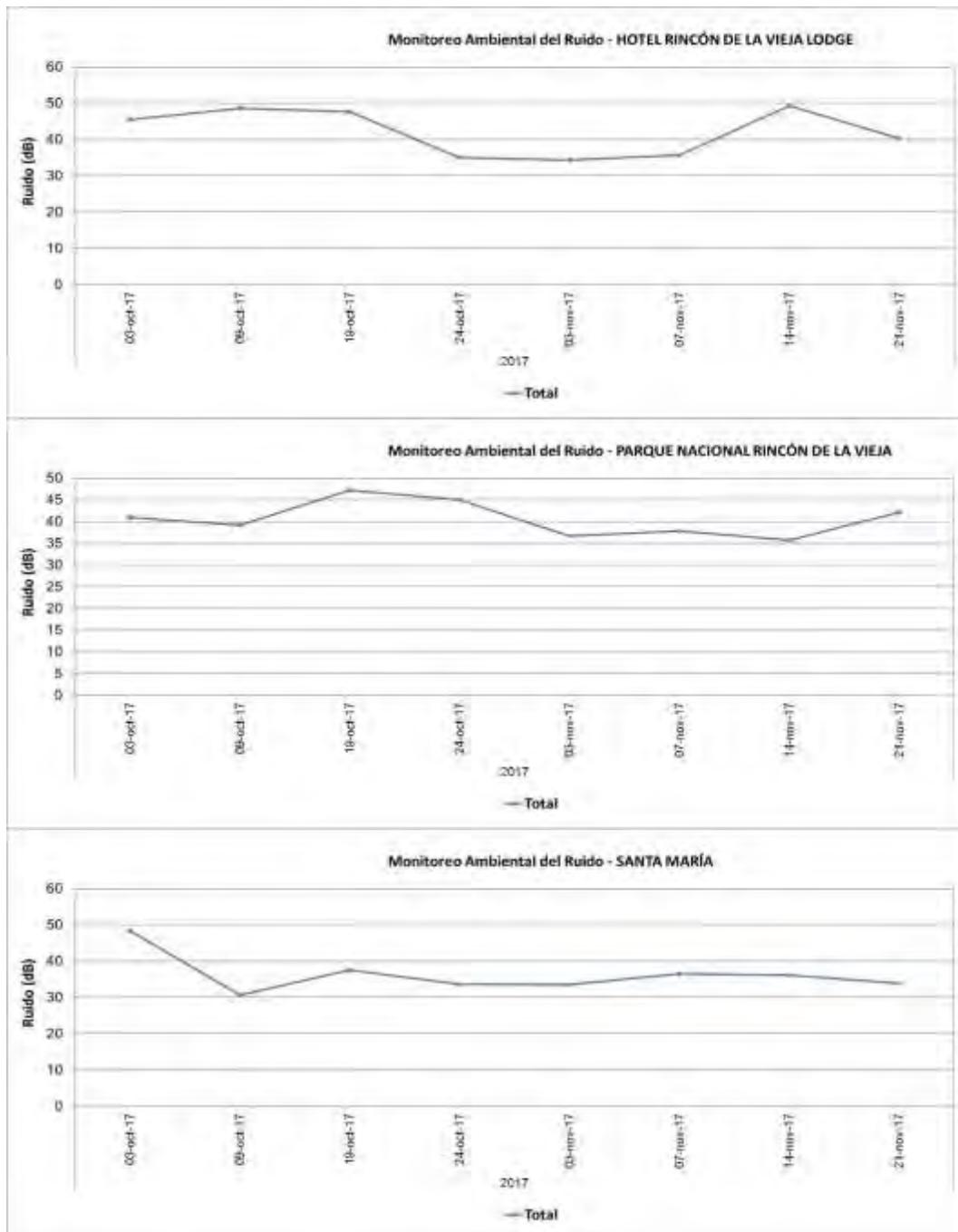


Figura 19. Registros de monitoreo de ruido en zonas pobladas cercanas al AP.

De la información obtenida se evidencia que los valores reportados para este periodo se mantienen dentro de los rangos registrados previo a la fase constructiva del PG Pailas (Cuadro 7), por tanto, se descarta que las actividades asociadas al proyecto generen alteraciones significativas a las condiciones normales de ruido en las áreas pobladas más cercanas.

Cuadro 7. Monitoreo de niveles ruido previo a la fase constructiva del PG Pailas

Línea base previa al desarrollo del yacimiento geotérmico			
Ruido (dBA)			
Campo Geotérmico	Mínimo	Máximo	Promedio
Pailas	36	97	46

En la medida de lo posible las pruebas de producción, se realizan en horario diurno, asimismo, se considera para todas las pruebas de pozos la instalación de silenciadores, los cuales permiten, disminuir los niveles de ruido. Complementariamente, durante la realización de estas actividades se realizan mediciones de ruido en zonas pobladas cercanas. En el

Cuadro 3 de la medida U2P N°5, se detallan las pruebas de pozos realizadas en este periodo y los niveles de ruido registrados en áreas pobladas.

#### **Medida U2P N°12. Aguas superficiales, combustibles y lubricantes en Plataformas.**

Todos los equipos, maquinaria y vehículos, están incluidos dentro de un programa de mantenimiento y control para asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes según se mencionó en la medida de control ambiental U2P N°2.

Los sitios de almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, cuentan con diques de contención que garantizan que cualquier derrame será manejado de manera adecuada según se mostró en la Figura 7 y Figura 8.

Los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros y otros se manejan en recipientes cerrados, y son dispuestos por medios adecuados, según se indicó en la medida de control ambiental U2P N°2 (Figura 6).

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 el Cuadro 8 se detalla el volumen de residuos manejados mensualmente en este año 2017.

Cuadro 8. Inventario total de residuos generados mensualmente.





Figura 20. Despacho de residuos a disposición final.

**Medida U2P N°13. Aguas superficiales, fluidos geotérmicos.**

Los fluidos geotérmicos son enviados a lagunas que se encuentran diseñadas con sistemas de impermeabilización por medio de geomembrana según se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Lagunas almacenamiento de fluidos geotérmicos y de perforación en PLP-11 y PLP-12.

El ICE cuenta con un programa para el monitoreo del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto (Figura 22).

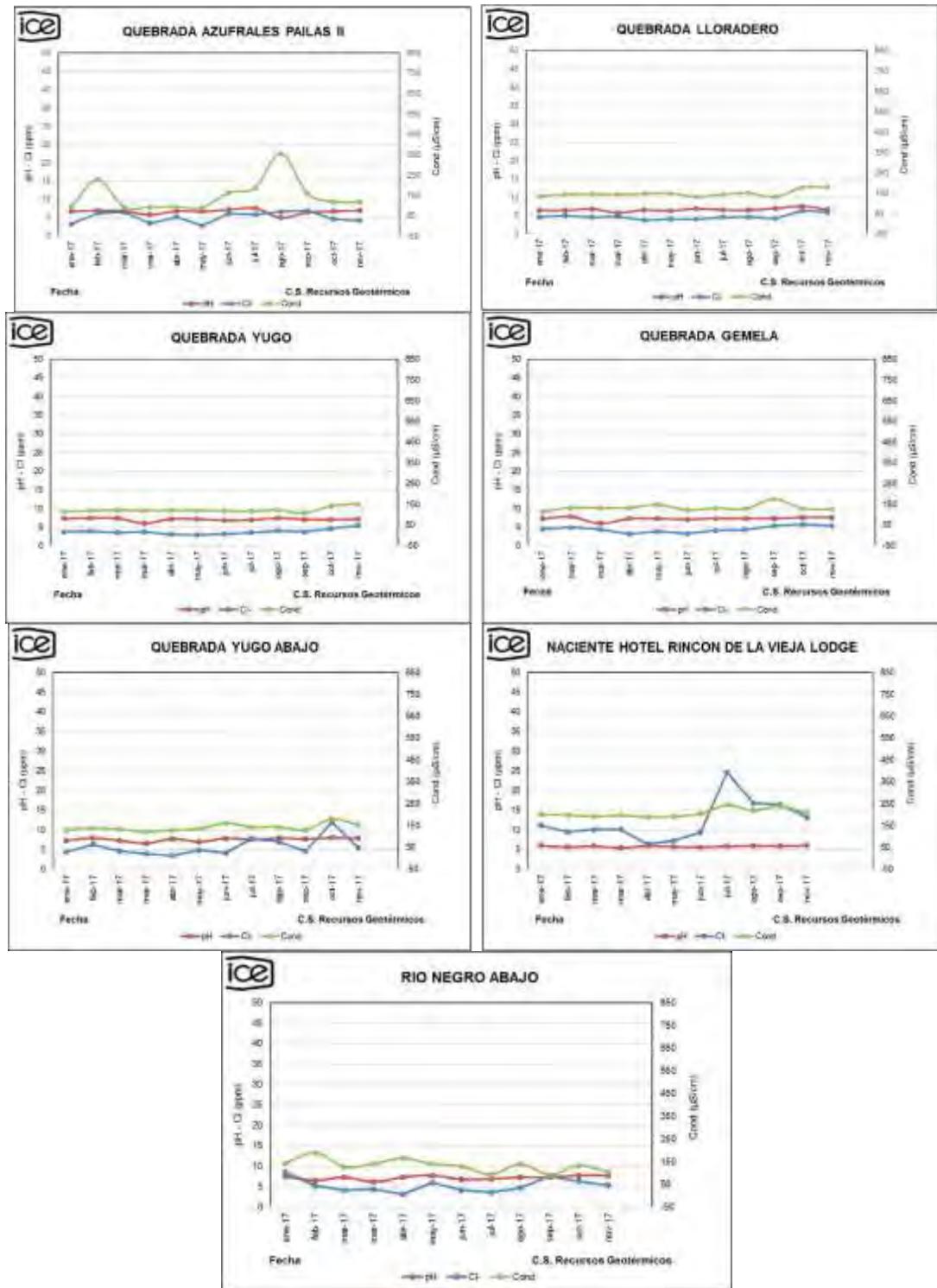


Figura 22. Registros relacionados a pH, Cl y conductividad en aguas del AP.

De acuerdo a la información suministrada anteriormente se evidencia que las aguas superficiales en el área de proyecto mantienen valores estables durante el año, por otra parte, de manera comparativa se evalúan los valores obtenidos con la legislación nacional de calidad del agua para consumo humano (Cuadro 9) o reglamento de vertido de aguas residuales 33601 (Cuadro 10). Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas, no es utilizada para consumo humano, ni se vierten a cuerpos de agua. Lo anterior, se realiza como referencia, ya que la principal comparación es la que se realiza de manera histórica a través del tiempo y es de esa forma que se reporta trimestralmente las gráficas con los valores obtenidos trimestralmente de los monitoreos realizados en estos informes.

Cuadro 9. Parámetros de calidad de aguas para consumo humano.

Parámetro	Parámetro para aguas superficiales de consumo humano							
	pH		Conductividad (µS/cm)		Cloruro - Cl <sup>-</sup> (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	6.5	8.5	400	----	25	250	<1	5 <sup>2</sup>

Cuadro 10. Parámetros del vertido de aguas residuales.

Parámetro de referencia	PH	Cloruro - Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Sulfatos - SO <sub>4</sub> (mg/L)	Arsénico (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Hidrocarburos (mg/L)	SAM (mg/L)	Cromo (mg/L)
Reglamento 33601: Vertido de aguas residuales	Valores aceptables	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo
Valor	5 a 9	500	500	0.1	50	150	10	5	1.5

Complementariamente, el personal de Gestión Ambiental realiza inspecciones visuales semanalmente en las lagunas para verificar la presencia de fugas.

#### Medida U2P N° 14. Efecto sobre la salud de las personas.

Se realizan análisis semestrales de la calidad bacteriológica de las aguas de consumo humano usadas por el personal de las perforadoras.

En dichos sitios de trabajo se tiene rotulado los puntos que están habilitados con agua potable (consumo humano) y no potable (actividades de limpieza) según se evidencia en la Figura 23.

En la Figura 24 se evidencia que todos los sitios de consumo en Pailas cumplen con los valores permisibles por la legislación asociada al decreto nacional 39824-S.



Figura 23. Sitios rotulados para agua potable y no potable.

INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGICOS		INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGICOS	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> Dirección: CDE - Centro de Desarrollo Agropecuario, Municipio: Páez Contenedor: Bidón de plástico rojo Muestra: Agua de riego Unidad Ejecutora: Centro Agropecuario - Centro de Desarrollo Agropecuario, Municipio: Páez Fecha: 01/02/2018 Punto de muestreo: Páez Técnico: Páez Punto de recolección: Páez Lugar de recolección: Páez Punto de muestra: CDE-AIA Proyecto Agua para el Riego Páez Lugar de muestra: Páez		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> Dirección: CDE - Centro de Desarrollo Agropecuario, Municipio: Páez Contenedor: Bidón de plástico rojo Muestra: Agua de riego Unidad Ejecutora: Centro Agropecuario - Centro de Desarrollo Agropecuario, Municipio: Páez Fecha: 01/02/2018 Punto de muestreo: Páez Técnico: Páez Punto de recolección: Páez Lugar de recolección: Páez	
<b>DETALLE REPORTO DE RESULTADOS ANALISIS DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICOS</b> UU: A PESQUERIA: MUESTRAS: UNIDAD: LIT: LC: MUESTRAS: REC 24 * Cafetera Taza: Agua: 1000 ml: 3: 0: 3: 144.0000 25 * Cafetera Receta: Agua: 1000 ml: 3: 0: 2: 108.0000 26 * Electrodoméstico: Agua: 1000 ml: 3: 0: 2: 108.0000  <small>(UU):Uso de la muestra en la formulación para un 50% de muestra            (LC): Unidad de medida en la muestra en: mililitros analizada            (UN): Lugar de Colecta/muestra de la muestra en: el recipiente analizado            * Punto de recolección: CDE-AIA Proyecto Agua para el Riego Páez            ** Punto de muestra: CDE-AIA Proyecto Agua para el Riego Páez</small>			
<b>DETALLE REPORTO DE RESULTADOS ANALISIS DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICOS</b> UU: A PESQUERIA: MUESTRAS: UNIDAD: LIT: LC: MUESTRAS: REC 27 * Lata/bote: Agua: 1000 ml: 3: 0: 3: 144.0000 28 * Cafetera Receta: Agua: 1000 ml: 3: 0: 2: 108.0000 29 * Electrodoméstico: Agua: 1000 ml: 3: 0: 2: 108.0000  <small>(UU):Uso de la muestra en la formulación para un 50% de muestra            (LC): Unidad de medida en la muestra en: mililitros analizada            (UN): Lugar de Colecta/muestra de la muestra en: el recipiente analizado            * Punto de recolección: CDE-AIA Proyecto Agua para el Riego Páez            ** Punto de muestra: CDE-AIA Proyecto Agua para el Riego Páez</small>			
Ustedes tienen que: Firmar: _____ Nombre: _____ Lugar: _____ Fecha: _____		Ustedes tienen que: Firmar: _____ Nombre: _____ Lugar: _____ Fecha: _____	

Figura 24. Resultados análisis microbiológicos del agua.

### Medida U2P N° 15. Flora, eliminación de vegetación.

Durante el periodo se llevó a cabo el proceso de resiembra de árboles en las áreas sometidas a procesos de reforestación y en los sectores aledaños a las plazoletas de perforación, tuberías, satélites y escombrera. Figura 25.



Figura 25. Proceso de siembra de árboles en sectores aledaños a las obras.

En total se plantaron 1300 árboles de especies como Lorito, aceituno, almendro de montaña, ronrón, uruca, laurel, etc. Los árboles fueron solicitados al vivero Tronadora del Instituto Costarricense de Electricidad. Figura 26.

DIRECCIÓN BIFRES-IMMUEBLES: PROCESO DE GESTIÓN FORESTAL				Orden número:
BOLETA DE SALIDA DE ÁRBOLES DEL VIVERO				14898
VIVERO FORESTAL:		Orden número:		
CACHÍ	LA CARITA	TRONADORA		
FREE HOLD - SIQUIRRES			Tipo de orden: Internia ICE Externa	
Fecha:	AutORIZADO POR:			
20/10/2012	Ing. [Signature]			
Nombre completo del solicitante:		Nombre de persona autorizada e nitida:		
Teléfono:	Celular:	Nombre:	CHAMIE	
Lugar de destino donde los árboles serán plantados:				
Provincia:	Capital:	Dirección:	Calle 100	
Dirección con señas exactas:				
ESPECIE FORESTAL:	CANTIDAD	ESPECIE FORESTAL	CANTIDAD	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Lorito	100	Lorito	100	
Total de árboles autorizados para autorizar:	1300			
Nombre del funcionario que entrega:		Firma:		
Nombre de quien recibe los árboles:		Firma:		
Técnico de campo que realizó el control:		Firma:		
Cedula número:		Cedula número:		

Figura 26. Boleta de entrega de árboles, vivero Tronadora.

## **Medida U2P Nº 16. Efectos sobre la Fauna.**

Se mantiene las actividades de revisión y reposición de dispositivos para escape de fauna en fosas de las plazoletas de perforación para garantizar la existencia y funcionalidad de estos dispositivos, también se mantiene la vigilancia semanal en fosas de plazoletas con actividad de perforación.

Actualmente se encuentran en actividad de perforación las plazoletas PLP-11 y PLP-12, sitios en los cuales es menor el riesgo de caída de fauna silvestre por la presencia constante de personal.







Figura 27. Dispositivos para escape de fauna en plazoletas de perforación.

Durante el período actual no se reporta el rescate de fauna en plazoletas de perforación (fauna atrapada o lesionada).

#### **Medida U2P Nº 17. Calidad de aguas de escorrentía superficial.**

##### **Alteración de la calidad de agua por escorrentía.**

###### **a) Sedimentadores, disipadores de energía.**

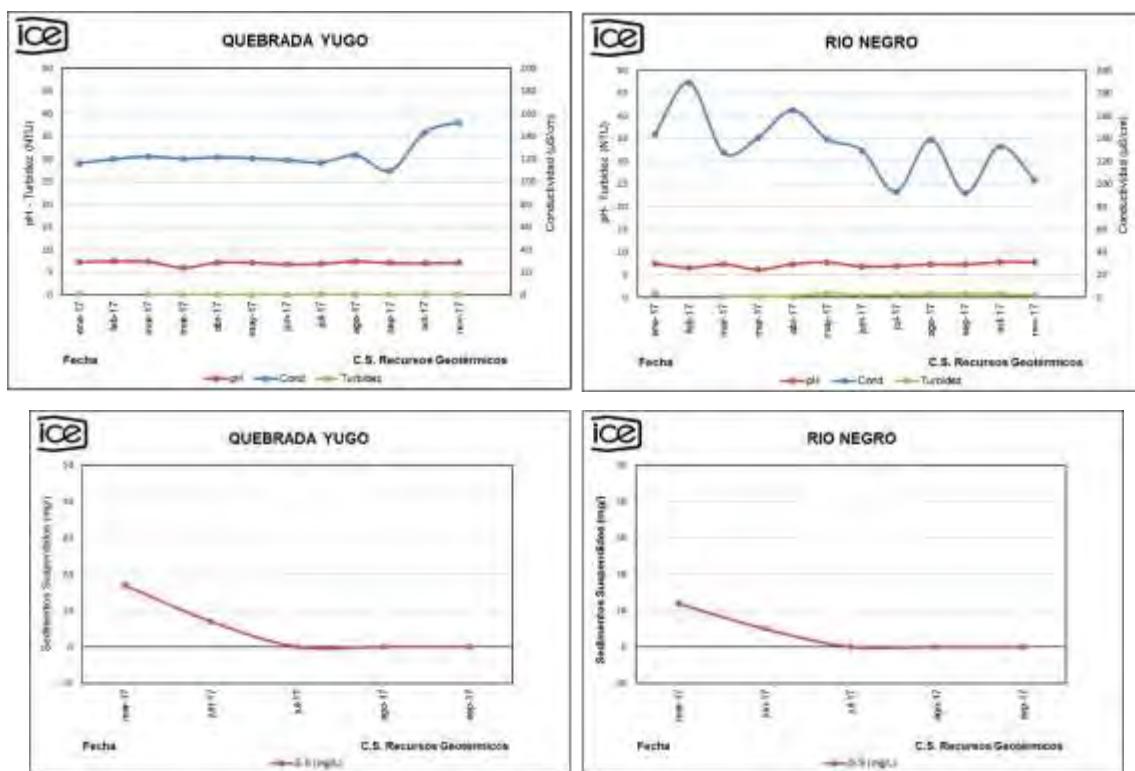
Mensualmente se llevan a cabo inspecciones para determinar la existencia de larvas en aguas estancadas en estas estructuras y reducir de esta manera los focos de transmisión de enfermedades. Hasta el momento, en ninguna de las inspecciones se ha observado la presencia de larvas.

En la medida ambiental Nº 26 se detalla el plan de mantenimiento de sedimentadores que se está implementando para el seguimiento de la efectividad de dichas estructuras (Figura 28).



Figura 28. Sedimentador en el Proyecto Geotérmico Las Pailas II.

El ICE realiza un monitoreo de calidad de aguas que permite el seguimiento del arrastre de sedimentos suspendidos en las aguas (SS), pH, conductividad eléctrica (CE), Turbiedad, DBO, DQO, Cromo, Mercurio, Arsénico, Grasas y aceites en Q. Yugo y Río Negro durante fase constructiva.



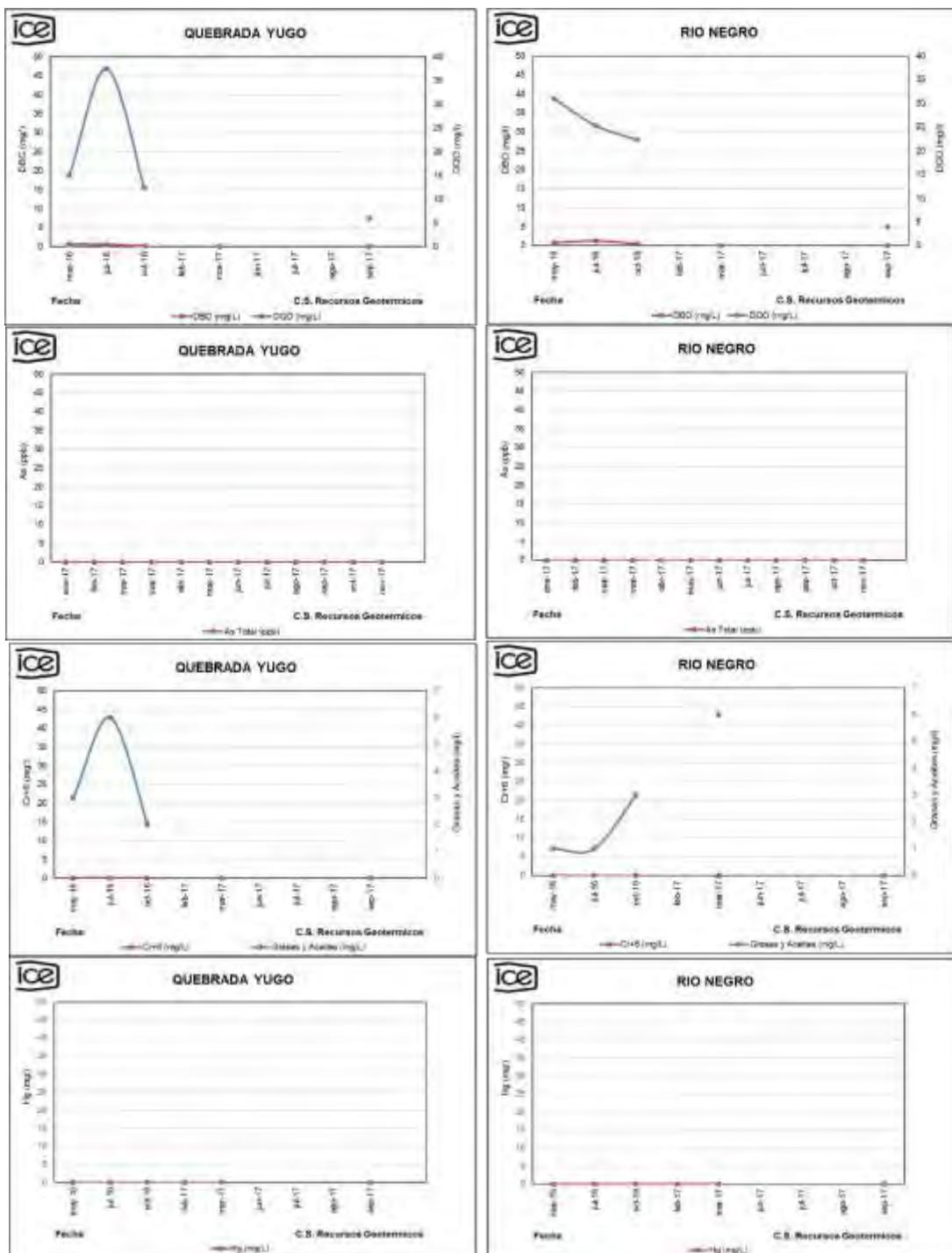


Figura 29. Registros de análisis químicos de las aguas.

Por lo anterior, se puede apreciar que los valores obtenidos del monitoreo en aguas superficiales de Quebrada Yugo y Río Negro, se mantienen estables en el tiempo, asimismo, dichos valores están dentro de los límites indicados en el Cuadro 9 y Cuadro 10 (referencia), por ende, se descarta que el PG Pailas este realizando algún tipo de alteración en el medio.

### **Medida U2P Nº 18. Residuos, calidad de vida.**

En el cuarto trimestre del 2017 se realizó la capacitación sobre el tema de la gestión integral de residuos al personal que se encuentra laborando en la ampliación de la subestación (Figura 30), donde se les dio a conocer la existencia de la legislación nacional correspondiente. Mostrándoles la jerarquía que se debe seguir según la Ley para la Gestión Integral de residuos N° 8839 para cumplir con un adecuado manejo de los residuos, donde la base de esta jerarquía siempre será la prevención.



Figura 30. Capacitación en Gestión Integral de Residuos a personal de la Subestación.

Se les indicó las responsabilidades que tiene el personal de cada frente de trabajo, la problemática a nivel nacional e internacional con respecto a este tema y de que como se debe trabajar en conjunto para lograr una mejor gestión y brindarle una disposición final adecuada a los residuos.

Además se les muestra las diferentes categorías de residuos existentes y el tratamiento en lugar origen que deben recibir. Con la finalidad de garantizar el buen manejo de los residuos en la Subestación el cual fue el sitio de trabajo nuevo que se habilito durante este periodo se colocaron 5 recipientes para recolectar, metal, madera, basura ordinaria, plástico y papel/cartón.

La cantidad de residuos generada en todas las actividades del Proyecto durante este periodo fue de 106209.5 kilogramos, en el Cuadro11, se puede apreciar las cantidades por las diferentes categorías ingresadas al Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, donde se debe considerar la categoría de otros como la suma de la cantidad residuos de otras categorías que ingresaron en pequeñas cantidades, tales como: hules, tetrabrik, plástico recicitable, discos de corte, entre otras.

Cuadro 11. Cantidad de residuos generados durante el cuarto trimestre, 2017.

Categoría	Cantidad (kg)
Aserrín	730
Cable	2942.5
Cartón Coprocesable	637.5
Chatarra	28623.5
Desecho	4232.5
EPP	873
Fibra de Vidrio	3582
Geomembrana	970
Hojalata	702.5
Llantas	2264.5
Madera	22941.5
Orgánico	27425
Papel/Cartón	2136
Plástico Coprocesable	3469
Polvo Metálico	826
Cartón Comprimido	935
Otros	2919
<b>Total:</b>	<b>106209.5</b>

En la Figura 31 se puede apreciar de manera porcentual la generación de residuos del proyecto, donde se puede apreciar tres categorías sobresalientes esto debido a las actividades y la cantidad de personal con la que cuenta el proyecto en la actualidad. También se puede apreciar que el porcentaje de desecho generado es de tan solo un 4% cumpliendo así con parámetros de generación mencionados en diversos estudios.

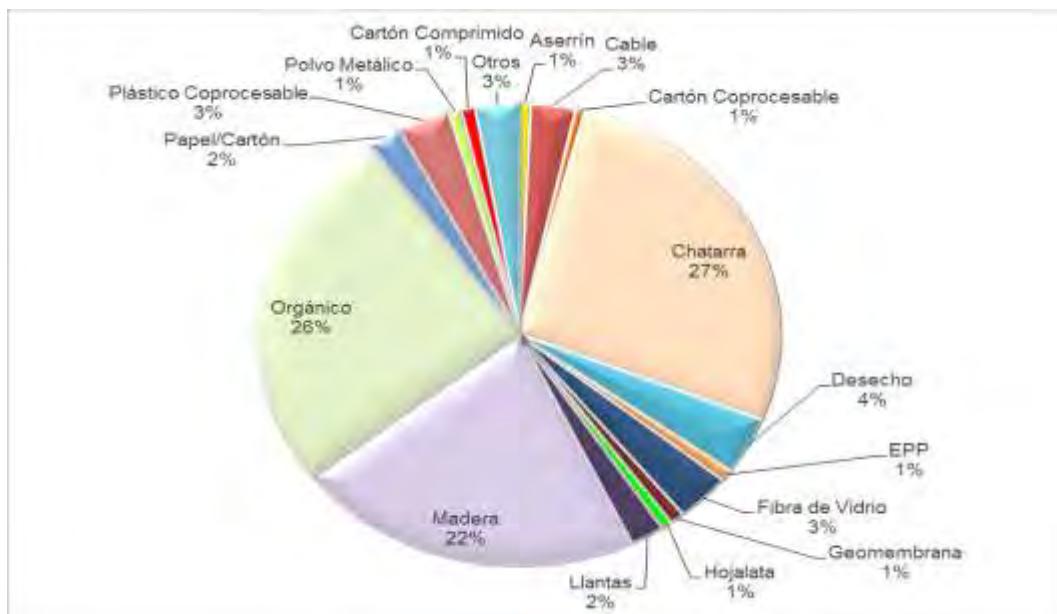


Figura 31. Porcentajes de residuos ingresados al Centro de Acopio durante el IV trimestre.

La generación de residuos de las categorías de madera y chatarra aumentaron con respecto al periodo anterior esto debido a las actividades Casa Maquinas II y en el caso de la categoría de orgánicos se vio una disminución esto se debe al cambio de la metodología de cálculo del peso de los mismos, lo anterior se pude visualizar en la Figura 32.

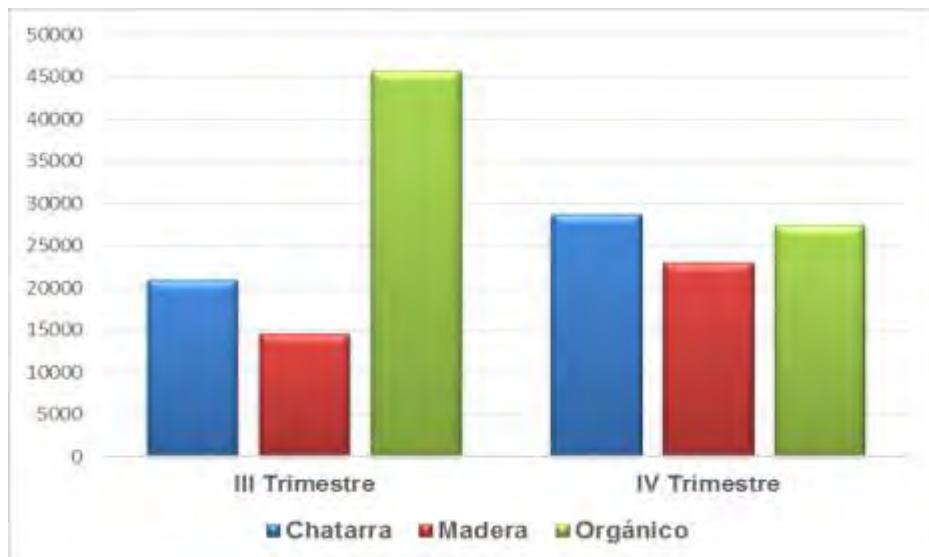


Figura 32. Cambios en las cantidades de residuos mayormente reportados.

Durante este periodo se realizó el retiro de 4500 kilogramos de residuos del Centro de Acopio con la coordinación de del Sistema de Gestión Integral de Residuos (SiGIR) los cuales se encargan de buscarle una disposición final adecuada mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud (Figura 33), Los tipos de residuos, cantidades y los gestores que los recibieron se pueden apreciar en el Cuadro 12.



Figura 33. Proceso de entrega de residuos a gestores autorizados por el Ministerio de Salud.

Cuadro 12. Residuos del Proyecto despachados por medio de gestores autorizados durante el IV Trimestre 2017.

<b>Fecha de la gestión</b>	<b>Material</b>	<b>Kilogramos</b>	<b>Gestor autorizado</b>	<b>Mecanismos de trazabilidad</b>
28/10/2017	Desecho	3500	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
05/08/2017	Plástico Coprocesable	1000	MADISA	Guías de despacho, fotografías.
	Total:	4500		

Los demás residuos generados durante el periodo se encuentran almacenados y no han sido despachos debido a negociaciones de los convenios con los gestores autorizados se espera retomar el despacho de residuos a inicios del 2018.

En el proyecto se promociona la reutilización de los residuos siguiendo lo que indica la jerarquía de la gestión de residuos mencionada en la Ley Nº 8839, para este periodo se logró la reutilización 2043.5 kilogramos en la distintas actividades del proyecto, el detalle del material reutilizado se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Residuos despachados por el Centro de Acopio para ser reutilizados por frentes de trabajo del Proyecto durante el IV Trimestre 2017.

<b>Tipo de Material Reutilizado</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Baldes plásticos	134.5
Estañones metálicos	17
Galones plásticos	59.5
Geomembrana	15
Hierro	1050.5
Cable	30
Aluminio	11
PVC	36
Plástico Coprocesable	35
Manguera	54
Hule	1
Tubo de Fibra de Vidrio	500
Electrónico	100
<b>Total general</b>	<b>2043.5</b>

Durante el periodo se continúa con la producción de compost a partir de los residuos orgánicos generados en el proyecto (Figura 34). Actualmente se han realizado 63 de pilas de compost a base de aserrín y de los residuos de comida.



Figura 34. Elaboración de Compost con residuos orgánicos.

El abono elaborado en la Planta de Compostaje ya está siendo utilizado en diferentes actividades del proyecto, tales como mantenimiento de zonas verdes, reforestación, vegetación de taludes y en las campañas de sensibilización llevadas a cabo cada mes, durante este periodo se utilizaron 705 kg de abono orgánico. (Figura 35).



Figura 35. Utilización de abono orgánico en reforestación.

En el tema de manejo de aguas residuales se continua con la instalación del sistema para la reutilización de aguas residuales para el riego de la zonas verdes del Campamento de Curubandé (Figura 36), se requiere revisar tuberías, instalar sistema de desinfección y la conexión de la electricidad a la bomba que ya se encuentra en el sitio.



Figura 36. Instalación de Sistema de reutilización de aguas residuales.

Durante este periodo se debe presentar el reporte operacional ante el Ministerio de Salud de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Campamento de Curubandé para lo que se realizó el respectivo muestreo de las aguas mediante un laboratorio avalado y en conjunto con una persona de la comunidad de Curubandé perteneciente a la Asociación de Desarrollo para evacuar dudas y romper paradigmas sobre el vertido de las aguas residuales. (Figura 37)..



Figura 37. Muestreo de Aguas Residuales en conjunto con miembros de la comunidad.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las aguas residuales provenientes del Campamento de Curubandé dieron por debajo de los parámetros universales establecidos en el Reglamento para el vertido y reusó de aguas residuos N°33601 para el tipo de agua ordinaria, por lo que se puede garantizar y afirmar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento. (Figura 38).



Figura 38.Resultados de análisis de laboratorio de las aguas residuales del campamento.

En la búsqueda del correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales y para reducir el impacto al medio ambiente provocado por algunos productos de limpieza y luego de las negociaciones con proveedores de materiales de limpieza biodegradables en el periodo anterior, durante este trimestre se dio inicio a la prueba de los productos en las actividades diarias de limpieza y de los comedores del proyecto (Figura 39).



Figura 39. Pruebas de productos biodegradables en limpieza y comedores.

#### **Medida U2P Nº 19. Residuos, aceites y combustibles.**

Durante este trimestre se capacito al personal que se encuentra en la ampliación de la Subestación (Figura 40) sobre la atención de derrames de sustancias peligrosas. En la charla se les menciona los tipos derrames que pueden producirse, algunas definiciones importantes, se les habla sobre el plan de acción que se sigue ante una eventualidad de estas, se muestra y explica cómo funcionan los materiales que se utilizan para atender los derrames, que se hace con estos materiales una vez recolectado el derrame, se les enseña algunos ejemplos del tratamiento que se le ha brindado a las zonas que han sido afectadas y además se le hace un llamado a la conciencia y se les hace ver la importancia de notificar a la Unidad de Gestión Ambiental los casos que sucedan lo más pronto posible para evitar que la situación se extienda y se agrave aún más y además de ningún vehículo o maquina puede laborar si cuenta con alguna fuga de alguna sustancia peligrosa.



Figura 40. Charla de Atención de derrames personal de la Subestación.

En este periodo se impartieron 8 charlas de atención de derrames a contratistas responsables de manejar vehículos o maquinaria alquilada del proyecto, donde se les indica que todo derrames debe ser notifica y se les muestra cómo deben utilizar el kit de atención de derrames antes que el personal encargado de los derrames llegue al lugar, esto con el fin de evitar que el derrame se extienda, también que ningún vehículo o maquina puede operar o circular si cuenta con alguna fuga. Además recibieron también otra charla sobre los requerimientos ambientales que deben cumplir dentro del Área del Proyecto así como todas las áreas de influencia del mismo y se les menciona la existencia de un reporte en caso del incumplimiento de alguno de esos requerimientos. (Figura 41).



Figura 41. Charla de atención de derrames y de Inducción de Gestión Ambiental a contratistas.

Durante este trimestre se hizo entrega de 15 kit de atención de derrames a los departamentos de: Maquinaria, Obra Civil, Montaje Mecánico, Taller Mecánico y Servicios Generales (Figura 42). Con la finalidad de que los derrames que ocurran puedan ser atendidos lo más pronto posible mientras el grupo de atención de derrames se traslada al sitio.



Figura 42. Kit de Atención de derrames en la planta de concreto.

En este periodo fueron notificados a la Unidad de Gestión Ambiental 3 casos de derrames los cuales fueron atendidos (Figura 43) a la brevedad evitando que la contaminación por hidrocarburos se extendiera. Todo el material contaminado recolectado fue trasladado hacia el Centro de Acopio para su almacenamiento y posteriormente su disposición final mediante un gestor autorizado.



Figura 43. Aplicación de biorremediador sobre un derrame de hidrocarburos.

Como medida de prevención de derrames en el Proyecto se realizan inspecciones de maquinaria y vehículos de transporte periódicamente, garantizando así que estos se den lo menos posibles al detectar las fallas mecánicas. Durante el trimestre se realizaron 55 inspecciones de maquinaria de rutina y 27 reinspecciones a maquinaria que haya presentado algún problema en la primera inspección. Dichas inspecciones son realizadas por el personal del Taller Mecánico.

En este periodo se implementó una lista de chequeo (Figura 44) de criterios ambientales a los vehículos y maquinaria tanto ICE como alquilados, revisando entre otras cosas que los equipos no cuenten con fugas y además que porten el kit de atención de derrames.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO A NORMAS AMBIENTALES			
Proyecto	Lugar de verificación	Fecha y hora de la revisión	
Tipo de verificación	Visita física	17-07-17	
Folio de verificación	Municipio de Coahuila	Número de clima	
Periodo	01/01/2017 al 31/12/2017	Año	2017
<b>NOTA:</b> Consultar, revisar y/o cumplir con lo establecido en el Reglamento de los Estándares para el manejo de los recursos deportivos y la protección de la biodiversidad establecido en el artículo 144 del Código de Biodiversidad, así como las leyes y regulaciones que rigen en la materia de acuerdo con la legislación federal.			
<b>NOVEDADES BASICAS DE CUMPLIMIENTO:</b>		SI	NO
<b>I. Permisos</b>			
1.1	Existe el permiso de explotación (PE)	X	
1.2	El PE es emitido por el SAT	X	
<b>II. Cumplimiento de la Muestra y Verificación</b>			
2.1	Cuenta con placa frontal y trasera?	X	
2.2	Áreas verdes con claraboya visible?	X	
2.3	Banda de 10 centímetros de la goma no encuentra en otras vias?	X	
2.4	El ducto no altera el tránsito de servicios de combustible cuenta con su respectiva licencia de seguridad?	X	
2.5	Presenta fijos de asiento?	X	
2.6	Presenta lugar de combustible?	X	
2.7	Presenta llantas rotadas (PR) y frenos hidráulicos?	X	
2.8	El sistema de escape de gases no emite humo completo, resuelto de acuerdo a especificación correspondiente y sin polvo que perjudique el flujo de gases?	X	
2.9	La lámina de arena tiene la medida correcta?	X	
2.10	Los sombrillas y sombrillas de sección no encuentran rayones, raspaduras o daños visibles de asentamiento?	X	
2.11. Códigos de la conservación tienen mayor cantidad de material de asentamiento de forma completa, sin partes desgarradas ni evidencias de rotura?			
<b>III. Se observan fallas graves?</b>			
<b>IV. Clasificación</b>			
3.1	¿El conductor ya recibió recorrido de rutinas de manejo y de servicio de borde?	X	
3.2	¿La llave no funciona bien?	X	
3.3	Cuenta con la llave adecuada para el vehículo particular?	X	
3.4	Presente informe de estado de objetos?	X	
3.5	Presente algún problema de salud que impida una buena conducción?	X	
<b>V. Medidas de Seguridad y Control</b>			
4.1	Usa la cinturón de seguridad para viajes cortos?	X	
4.2	El conductor no excede velocidad permitida?	X	
4.3	Uso de GPS de acuerdo a normas establecidas y respectivo para conformar e informar este tipo?	X	
4.4	Uso de medidas sugeridas como asiento y condiciones para dar cabina estable?	X	
4.5	Los pasajeros con discapacidad se encuentran instalados adecuadamente?	X	

Figura 44. Registro de Inspección realizada a una vagoneta.

La inspección donde se aplica la lista de chequeo para evaluar el cumplimiento de criterios ambientales la realiza un responsable del área ambiental en conjunto con el encargado de las contrataciones de maquinaria y vehículos alquilados. (Figura 45).



Figura 45. Inspección de maquinaria ICE y alquilada.

Durante el periodo se recibieron en el Centro de Acopio 3005 kilogramos de residuos peligrosos (Cuadro 14). Todos los residuos recibidos fueron almacenados en un sitio con impermeabilización de suelo, sistema de contención de derrames y se cuenta con equipo para atender contingencias (almohadillas, felpas y calcetas).

Cuadro 14. Residuos peligrosos ingresados al Centro de Acopio IV trimestre, 2017.

Nombre del Residuo	Cantidad (kg)
Aceite Vegetal	600
Filtros de Aceite	119
Grasa	673
Waype	256.5
Fluorescentes	24
Aerosoles	35.5
Pintura	43.5
Baterías Alcalinas	21.5
Aceite de Motor	200
Tierra Contaminada	37
Acido para Revelar	76
Felpas Absorbentes	3.5
Materiales Contaminados	135
Galones Contaminados	15
Baterías de Plomo	313
Thinner	440
Baldes contaminados	12.5
<b>Total:</b>	<b>3005</b>

De los residuos peligrosos que se mantienen almacenados en el Centro de Acopio, se realizó el retiro por un gestor autorizado 5945.5 kilogramos para que se les brinde un adecuado tratamiento y disponerlos adecuadamente. (Figura 46). El detalle de los residuos peligrosos retirados del Centro de Acopio se muestra en el Cuadro 15.



Figura 46. Retiro de Residuos Peligrosos por un Gestor autorizado.

Para garantizar el adecuado transporte de los residuos peligros se les realiza una inspección a los camiones, donde se revisa los permisos para el traslado de este tipo de residuos, que cuenta con kit de atención de derrames, extintores, que el personal utilice equipo de seguridad y además que el camión no tenga fallas mecánicas o tenga alguna fuga de combustible o de aceites.

VERIFICA DE MANIFESTACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE NORMAS NACIONALES E INSTITUCIONALES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS																																																																																													
Proyecto que maneja: <i>Proyecto de Gestión de Residuos</i> N° de Sustitución: <i>S-1921-13</i> Tipo de residuo para manejar: <i>Residuos hospitalarios y clínicos</i> <b>MADISA</b> Fecha de realización: Día: <i>17</i> Mes: <i>Agosto</i> Año: <i>2017</i> Lugar de realización: <i>Ciudad de México</i> Nombre del inspector: <i>Jesús Alfonso Díaz Roldán</i> Firma del inspector: <i>Jesús Alfonso Díaz Roldán</i> Nombre del autorizado: <i>Vicente Villalobos Ramírez</i> Firma del autorizado: <i>Vicente Villalobos Ramírez</i>																																																																																													
<small>NOTA: El titular de recursos está obligado al cumplimiento de la normativa tanto nacional como institucional para el manejo de los residuos generados en el proyecto.</small>																																																																																													
<b>NORMAS BASICAS DE CUMPLIMIENTO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Norma legal</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Permisos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.1. Cuenta, cert. Permisos Sanitarios, Funcionamiento vigente</td> <td>Ley N° 1833</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.2. No incumbe registrarse como Gestor de Recursos ante el Ministerio de Salud.</td> <td>DE N° 17/01-S-MINSAF</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3. El gestor se encuentra registrado ante S-GREC.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.4. El vehículo porta con la señal de riesgo y dimensiones dando detalle, Transporte de materiales peligrosos vigente.</td> <td>DE N° 24/17-MICP-001-001C-0</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El vehículo porta la Anexo de Emergencia de los residuos que van transportar.</td> <td>DE N° 24/17-MICP-001C-0</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El conductor se encuentra capacitado en manejo de productos peligrosos.</td> <td>DE 17/01-S-MINSAF</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Se cuenta con los manifestos de entrega, Transporte y recepción de Residuos Peligrosos.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cuenta con seguro de responsabilidad civil y tercera responsabilidad.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. Consultores: (III) Cambio (verificación en campo)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Norma legal	SI	NO	N/A	1. Permisos					1.1. Cuenta, cert. Permisos Sanitarios, Funcionamiento vigente	Ley N° 1833	X			1.2. No incumbe registrarse como Gestor de Recursos ante el Ministerio de Salud.	DE N° 17/01-S-MINSAF	X			1.3. El gestor se encuentra registrado ante S-GREC.		X			1.4. El vehículo porta con la señal de riesgo y dimensiones dando detalle, Transporte de materiales peligrosos vigente.	DE N° 24/17-MICP-001-001C-0	X			El vehículo porta la Anexo de Emergencia de los residuos que van transportar.	DE N° 24/17-MICP-001C-0	X			El conductor se encuentra capacitado en manejo de productos peligrosos.	DE 17/01-S-MINSAF	X			Se cuenta con los manifestos de entrega, Transporte y recepción de Residuos Peligrosos.					Cuenta con seguro de responsabilidad civil y tercera responsabilidad.		X			9. Consultores: (III) Cambio (verificación en campo)																																									
	Norma legal	SI	NO	N/A																																																																																									
1. Permisos																																																																																													
1.1. Cuenta, cert. Permisos Sanitarios, Funcionamiento vigente	Ley N° 1833	X																																																																																											
1.2. No incumbe registrarse como Gestor de Recursos ante el Ministerio de Salud.	DE N° 17/01-S-MINSAF	X																																																																																											
1.3. El gestor se encuentra registrado ante S-GREC.		X																																																																																											
1.4. El vehículo porta con la señal de riesgo y dimensiones dando detalle, Transporte de materiales peligrosos vigente.	DE N° 24/17-MICP-001-001C-0	X																																																																																											
El vehículo porta la Anexo de Emergencia de los residuos que van transportar.	DE N° 24/17-MICP-001C-0	X																																																																																											
El conductor se encuentra capacitado en manejo de productos peligrosos.	DE 17/01-S-MINSAF	X																																																																																											
Se cuenta con los manifestos de entrega, Transporte y recepción de Residuos Peligrosos.																																																																																													
Cuenta con seguro de responsabilidad civil y tercera responsabilidad.		X																																																																																											
9. Consultores: (III) Cambio (verificación en campo)																																																																																													
<b>IV. ALFOMBRA: REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Procedimientos</th> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Los camiones tienen ruedas adecuadas.</td> <td>DE 21/01</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Los camiones no incluyen en su diseño estacionamiento.</td> <td>Protocolo interno GS-13</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Los camiones están en buenas condiciones.</td> <td>Procedimientos GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Vehículos Tugos no operan, salvo en contratiempos.</td> <td>Procedimientos GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. No existen riesgos ni manipulaciones o daños en el área de trabajo ni en las instalaciones.</td> <td>Procedimientos GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Propietario de camión establece y mantiene en el taller.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. El camión cuenta con equipamiento RTV y agua.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8. Cuenta con bocina fuerte y detonante.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. Ambas placas son completamente visibles.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. Ingresa a las instalaciones del proyecto con el respectivo trámite correspondiente válido.</td> <td>Procedimientos GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11. El conductor que realiza las tareas es licenciado.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>V. CONSIDERACIONES:</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. Cuenta con la licencia autorizada para el transporte de riesgo.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. La licencia se encuentra vigente.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Presenta el número de seguro de almacenamiento.</td> <td>Protocolo interno GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Presenta según protocolo de salud que el trabajador tiene buena condición.</td> <td>Protocolo interno GS-22</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>VI. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONTROLES:</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. Unidad de trabajo: Un trabajador personal autorizado, con equipo de protección individual adecuado, uniforme reflectante, capucha de seguridad, tapabocas de silicona y guantes.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Cuenta con sistema autorizado para pesar mercancías.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Puede dar el alta de seguridad en camiones, transportes civiles.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Ruta en AV de Mexico de acuerdo con Protocolos de Seguridad, establecer y mantener, para 1000 kilómetros FGP dentro del perímetro urbano.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. Se cuenta con el libreta marcador para la carga.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Procedimientos	SI	NO	1. Los camiones tienen ruedas adecuadas.	DE 21/01	X		2. Los camiones no incluyen en su diseño estacionamiento.	Protocolo interno GS-13	X		3. Los camiones están en buenas condiciones.	Procedimientos GS-22	X		4. Vehículos Tugos no operan, salvo en contratiempos.	Procedimientos GS-22	X		5. No existen riesgos ni manipulaciones o daños en el área de trabajo ni en las instalaciones.	Procedimientos GS-22	X		6. Propietario de camión establece y mantiene en el taller.		X		7. El camión cuenta con equipamiento RTV y agua.				8. Cuenta con bocina fuerte y detonante.				9. Ambas placas son completamente visibles.				10. Ingresa a las instalaciones del proyecto con el respectivo trámite correspondiente válido.	Procedimientos GS-22	X		11. El conductor que realiza las tareas es licenciado.				<b>V. CONSIDERACIONES:</b>				1. Cuenta con la licencia autorizada para el transporte de riesgo.		X		2. La licencia se encuentra vigente.		X		3. Presenta el número de seguro de almacenamiento.	Protocolo interno GS-22	X		4. Presenta según protocolo de salud que el trabajador tiene buena condición.	Protocolo interno GS-22	X		<b>VI. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONTROLES:</b>				1. Unidad de trabajo: Un trabajador personal autorizado, con equipo de protección individual adecuado, uniforme reflectante, capucha de seguridad, tapabocas de silicona y guantes.		X		2. Cuenta con sistema autorizado para pesar mercancías.		X		3. Puede dar el alta de seguridad en camiones, transportes civiles.		X		4. Ruta en AV de Mexico de acuerdo con Protocolos de Seguridad, establecer y mantener, para 1000 kilómetros FGP dentro del perímetro urbano.		X		5. Se cuenta con el libreta marcador para la carga.		X	
	Procedimientos	SI	NO																																																																																										
1. Los camiones tienen ruedas adecuadas.	DE 21/01	X																																																																																											
2. Los camiones no incluyen en su diseño estacionamiento.	Protocolo interno GS-13	X																																																																																											
3. Los camiones están en buenas condiciones.	Procedimientos GS-22	X																																																																																											
4. Vehículos Tugos no operan, salvo en contratiempos.	Procedimientos GS-22	X																																																																																											
5. No existen riesgos ni manipulaciones o daños en el área de trabajo ni en las instalaciones.	Procedimientos GS-22	X																																																																																											
6. Propietario de camión establece y mantiene en el taller.		X																																																																																											
7. El camión cuenta con equipamiento RTV y agua.																																																																																													
8. Cuenta con bocina fuerte y detonante.																																																																																													
9. Ambas placas son completamente visibles.																																																																																													
10. Ingresa a las instalaciones del proyecto con el respectivo trámite correspondiente válido.	Procedimientos GS-22	X																																																																																											
11. El conductor que realiza las tareas es licenciado.																																																																																													
<b>V. CONSIDERACIONES:</b>																																																																																													
1. Cuenta con la licencia autorizada para el transporte de riesgo.		X																																																																																											
2. La licencia se encuentra vigente.		X																																																																																											
3. Presenta el número de seguro de almacenamiento.	Protocolo interno GS-22	X																																																																																											
4. Presenta según protocolo de salud que el trabajador tiene buena condición.	Protocolo interno GS-22	X																																																																																											
<b>VI. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONTROLES:</b>																																																																																													
1. Unidad de trabajo: Un trabajador personal autorizado, con equipo de protección individual adecuado, uniforme reflectante, capucha de seguridad, tapabocas de silicona y guantes.		X																																																																																											
2. Cuenta con sistema autorizado para pesar mercancías.		X																																																																																											
3. Puede dar el alta de seguridad en camiones, transportes civiles.		X																																																																																											
4. Ruta en AV de Mexico de acuerdo con Protocolos de Seguridad, establecer y mantener, para 1000 kilómetros FGP dentro del perímetro urbano.		X																																																																																											
5. Se cuenta con el libreta marcador para la carga.		X																																																																																											

Figura 47.Inspección de camión para el traslado de residuos peligrosos.

Cuadro 15. Residuos peligrosos entregados durante el IV trimestre de 2017.

Mes	Día	Residuos	Cantidad (kg)	Dependencia que Recibe
Noviembre	8	Hospitalarios	19.5	MEDICLEAN
	15	Aceite Vegetal	4000	MADISA
	15	Tierra Contaminada	1406	MADISA
	15	Trapos contaminados	400	MADISA
	15	Aerosoles	70	MADISA
	15	Fluorescentes	50	MADISA
Total:			5945.5	

### Medida U2P N° 20. Cambio superficial de suelo

Durante el periodo se continuó con el manejo y recuperación de los taludes. El proceso de manejo y recuperación de taludes consiste en realizar un enreglado vertical al talud, el cual funciona como medio de retención para la tierra orgánica que se colocara sobre el talud, esta tierra permite una colonización más eficiente de las plantas. Posterior a esto se coloca una manta geo sintética de polímeros, la cual ayuda a evitar el golpe del agua sobre el terreno, disminuyendo la erosión del suelo y ayudando a la germinación y crecimiento de las plantas.

Actualmente se trabaja en la recuperación de los taludes de la Plazoleta 16, laguna de enfriamiento 3 y el satélite de separación N° 4 (Figura 48 y Figura 49).



Figura 48. Manejo de los taludes de la laguna 3.



Figura 49. Manejo de taludes de la Satélite 4.

**Medida U2P N° 21. Calidad de vida, generación de ruido y vibraciones.**

Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo, según se indicó en la medida de control ambiental U2P N°10. Las mediciones realizadas son periódicas y se mantiene un registro de los resultados obtenidos.

En lo que respecta a proyectos, se cuenta con un plan de monitoreo de ruido en las comunidades de la zona de influencia, la información se detalla en la medida U2P N° 37.

### **Medida U2P N° 22. Ecosistemas flora.**

Actualmente el proyecto cuenta con todos los permisos de corta forestal tramitados cerrados Durante el periodo no se ejecutaron labores de tala y aprovechamiento forestal. Próximamente se informara acerca de las labores de tala de la Urbanización para el Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos, información que se detalla más adelante en el presente informe.

### **Medida U2P N° 23. Flora, reducción de cobertura de bosques.**

Debido a que todos los permisos de corta forestal se encuentran cerrados, durante el periodo no se realizaron labores de corta de árboles ni reducción de coberturas boscosas.

### **Medida U2P N° 24. Flora, pastizal arbolado.**

Las áreas afectadas por el establecimiento de obras temporales se proyectan que sean liberadas para finales del año 2018, por lo cual en estos sectores aún no se realizan procesos de recuperación de la cobertura vegetal.

### **Medida U2P N°25. Alteración a la fauna silvestre.**

El C.S.R.G. contrató un profesional en biología, Biol. Roberto Fernandez Ugalde 1-1156-0897, encargado de administrar el rescate y reubicación de la fauna silvestre, asimismo atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que genere riesgo al personal o atrasos en los procesos operativos.

En lo que respecta a proyectos, se contrató a la Lic. Laura Artavia Murillo cédula 603430620, con encargada de la unidad de Biología del proyecto, la cual es la responsable de realizar los procesos de rescate y reubicación de fauna, así como el monitoreo de fauna para la determinación de los impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

### **Medida U2P N°26. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos, Anfibios y Reptiles.**

#### **a) Monitoreo para calidad de agua**

Se establecieron nueve sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 16) en los cuales se toman muestras para realizar análisis físico químicos (DBO y nitrógeno amoniacal), se toman datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de peces y macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua (Figura 50).

Cuadro 16. Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al PG Las Pailas II.

<b>Sitios monitoreo de Calidad de Agua-PG Pailas</b>				
<b>Sitio</b>	<b>Nombre</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Altura msnm</b>
<b>1</b>	Azufrales arriba	354940	1189992	700
<b>2</b>	Azufrales abajo	354961	1189879	677
<b>3</b>	Yugo arriba	354360	1190065	757
<b>4</b>	Yugo abajo	354051	1189587	716
<b>5</b>	Jaramillo	352689	1190396	697
<b>6</b>	Colorado	352290	1190273	673
<b>7</b>	Colorado abajo-LT	352217	1190096	655
<b>8</b>	Río Negro arriba	353013	1187934	555
<b>9</b>	Río Negro abajo	352946	1187847	549



Figura 50. Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Río Negro arriba y Río Colorado.

#### *Parámetros fisicoquímicos*

Como parte de las variables físico químicas de calidad de agua se realizaron mediciones directas del pH y temperatura usando el pH-metro EcoSense pH, así mismo se estimó el oxígeno disuelto empleando el medidor de oxígeno disuelto100A HANNA HI. Las mediciones se realizan de manera trimestral y se ilustran en la Figura 51.



Figura 51. Mediciones directas de parámetros físico químicos para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II, octubre 2017.

El siguiente Cuadro 17 muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorios realizadas en octubre del 2017 en los nueve sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

Cuadro 17. Valores obtenidos en octubre del 2017 de análisis fisicoquímico para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II.

Nombre	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	Turbidez	DBO	Nitrógeno amoniacal	%Saturación O <sub>2</sub>
Qb Azufrales arriba	700	22.9	5.46	7.9	5.48	0.53	<0,005	100
Qb Azufrales abajo	677	23.2	5.56	7.86	6.08	0.85	<0,005	101
Qb Yugo arriba	757	22.7	5.44	7.48	0.14	0.8	<0,005	95
Qb Yugo abajo	716	23.2	5.49	8.14	5.09	0.69	<0,005	104
Qb Jaramillo	697	22.4	5.88	8.25	1.75	0.72	<0,005	103
Río Colorado	673	22.8	5.25	7.98	1.41	0.8	<0,005	100
Río Colorado LT	655	23.8	5.5	7.62	1.69	0.69	<0,005	98
Río Negro Arriba	555	23.4	5.58	7.66	5.09	0.19	<0,005	96
Río Negro Abajo	549	22.9	5.9	7.37	3.14	0.3	<0,005	92

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio químico del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) para su posterior análisis.

A partir de los resultados de nitrógeno amoniacal, 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 amoniacal 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.

En el siguiente Cuadro 18 se muestran los resultados e interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en los nueve sitios de monitoreo. Se refleja que los nueve sitios de monitoreo presentan condiciones fisicoquímicas del agua sin contaminación (color azul) máxima categoría para el índice.

Cuadro 18. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en octubre del 2017 para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II.

Sitio	Nombre	Puntos	Color
1	Qb Azufrales arriba	3	Azul
2	Qb Azufrales abajo	3	Azul
3	Qb. Yugo arriba	3	Azul
4	Qb. Yugo abajo	3	Azul
5	Qb. Jaramillo	3	Azul
6	Río Colorado	3	Azul
7	Río Colorado LT	3	Azul
8	Río Negro Arriba	3	Azul
9	Río Negro Abajo	3	Azul

### Macroinvertebrados acuáticos

Las muestras se toman bajo el método de recolecta directa, semicuantitativa, que consiste en recolectar los organismos directamente en el campo desde el sustrato, el cual se remueve con la ayuda de un colador (Figura 52).

Se deben tomar en cuenta los diferentes micro hábitats presentes (distintos sustratos, condiciones de corriente, rocas, raíces, etc.). Los especímenes son preservados en el campo, en alcohol al 75% para su posterior identificación en el laboratorio mediante estereoscopio, empleando las claves respectivas (Roldán 1996, Merritt & Cummins 1996, Springer y Hanson, en prep.). El material será depositado en la colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica, tal como lo indica la ley.



Figura 52. Recolecta de macroinvertebrados. Octubre 2017.

### **Resultados**

En el monitoreo efectuado en octubre del 2017 se recolectó un total de 858 individuos en los nueve sitios de monitoreo (Cuadro 19). La identificación taxonómica muestra la presencia de 77 géneros de macroinvertebrados acuáticos distribuidas en un total de 50 familias.

Cuadro 19. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados colectados en nueve sitios en el PG Las Pailas II. Octubre 2017.

Taxón	Río Negro arriba	Río Negro abajo	Río Colorado	Qb Jaramillo	Río Colorado LT	Qb Azufrales abajo	Qb Yugo abajo	Qb Azufrales arriba	Qb Yugo arriba	Total general
<i>Leptonema</i>	27	16	14	14	9	11	22	8	6	127
<i>Anacroneuria</i>	14	8	6	12	9	11	6	9	1	76
<i>Leptohyphes</i>	12	7	7	4	8	1	25		4	68
<i>Simulium</i>	2	1	14	3	6	6	6			38
<i>Macrelmis</i>	7	9	8	4	6	1	1			36
<i>Tetraglossa</i>		2	2	4		5	4	1	7	25
<i>Planariidae</i>	2	2	1	2	4	6	2	3	2	24
<i>Hyallelidae</i>				9		4		2	9	24
<i>Nectopsyche</i>	5	7		8	1		3			24
<i>Limnocoris</i>	2	2		6	4				8	22
<i>Ambrysus</i>	7	4						9	1	21
<i>Corydalus</i>	3	3	6		8		1			21
<i>Hetaerina</i>	3	4	5	2	3	2				19
<i>Hydrosmilodon</i>	7	11		1						19
<i>Hexatoma</i>	1	2	4	2	2	4	1	2		18
<i>Phylloicus</i>	3	1	7		1			1	4	17
<i>Farrodes</i>	9	3		4		1				17
<i>Epigomphus</i>				3		3	3	8		17
<i>Moribaetis</i>	1		6	1	2	7				17
<i>Oligochaeta</i>	1	1	5	3	4	1		1		16
<i>Argia</i>			2		1	12		1		16
<i>Pseudothelphusidae</i>	2	3		1			3	2	3	14
<i>Smicridea</i>		2	1	3	3		3			12
<i>Thraulodes</i>		6			2		2			10

<i>Blaberidae</i>		1			1	1	1	6		10
<i>Brechmorhoga</i>	5	1	1			1	1	1		10
<i>Libellulidae</i>	7	3								10
<i>Perigomphus</i>	1	6		1						8
<i>Americabaetis</i>				1				6	1	8
<i>Belostoma</i>			2	2		4				8
<i>Baetodes</i>	3	1	2		1					7
<i>Tricorythodes</i>		3	1				1		2	7
<i>Gyretes</i>	2		3	2						7
<i>Xiphocentron</i>					2		1	2	1	6
<i>Chimarra</i>	2		2		1					5
<i>Scirtes</i>						5				5
<i>Macronema</i>			1		1				3	5
<i>Atopsyche</i>				3	2					5
<i>Disersus</i>				3	1					4
<i>Triplectides</i>			1	1					2	4
<i>Heterelmis</i>	1	1					1			3
<i>Isopoda</i>						1		1		2
<i>Phaenocerus</i>									2	2
<i>Tanypodinae</i>								1	1	2
<i>Gelastocoridae</i>					2					2
<i>Palaemnema</i>		1							1	2
<i>Rhagovelia</i>		1			1					2
<i>Hebrus</i>						2				2
<i>Tubifex</i>						1	1			2
<i>Callibaetis</i>		2								2
<i>Hydrobiidae</i>								1	1	2

<i>Polyplectropus</i>							1		1	2
<i>Maccaffertium</i>									2	2
<i>Dolichopodidae</i>				1						1
<i>Phanocerus</i>			1							1
<i>Tipula</i>			1							1
<i>Hydrophilidae</i>						1				1
<i>Tabanidae</i>								1		1
<i>Polycentropus</i>					1					1
<i>Dytiscidae</i>								1		1
<i>Cryphocricos</i>		1								1
<i>Chironominae</i>					1					1
<i>Psephenus</i>	1									1
<i>Stridulivelia</i>							1			1
<i>Macrothemis</i>					1					1
<i>Oecetis</i>								1		1
<i>Marilia</i>				1						1
<i>Thiaridae</i>		1								1
<i>Mayobaetis</i>					1					1
<i>Tikuna</i>								1		1
<i>Atrichopogon</i>					1					1
<i>Parapoynx</i>									1	1
<i>Lampyridae</i>					1					1
<i>Cloeodes</i>					1					1
<i>Staphylinidae</i>						1				1
<i>Camelobaetidius</i>	1									1
<i>Stratiomyidae</i>									1	1
<b>Total general</b>	<b>131</b>	<b>116</b>	<b>106</b>	<b>98</b>	<b>92</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>69</b>	<b>64</b>	<b>858</b>

El sitio Río Negro arriba corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos n=131, seguido por el río Negro abajo con 116 individuos.

El río Negro en general es un cuerpo de agua que presenta buena calidad en aspectos físico químicos y en cuanto a presencia de individuos de macroinvertebrados. Se puede observar que ambos sitios para el Río Negro obtuvieron la mayor cantidad de individuos. (Figura 53).

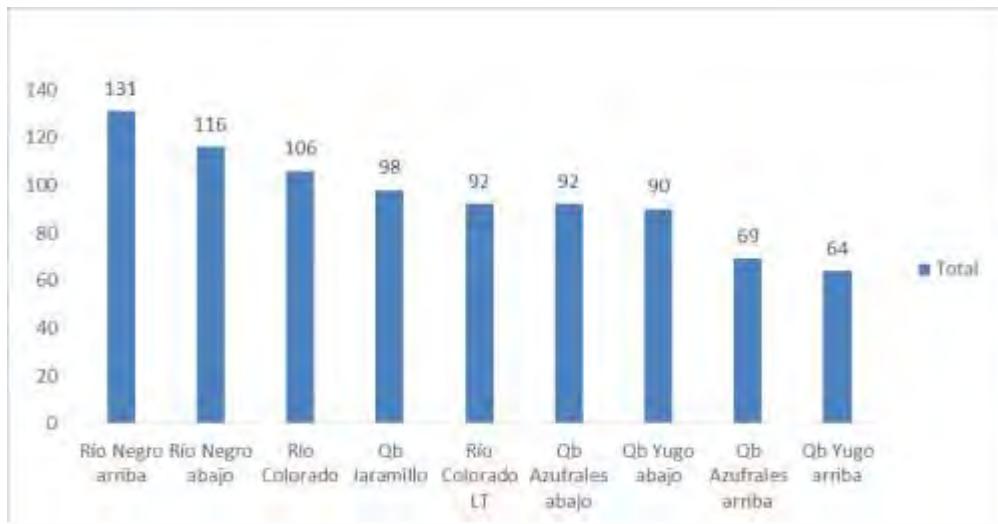


Figura 53. Cantidad de individuos de macroinvertebrados por sitios de monitoreo. Octubre, 2017.

En cuanto a los taxones identificados, *Leptonema* y *Anacroneuria* fueron los que aportaron las mayores abundancias con N= 127 y N= 76 especímenes respectivamente.

El género *Anacroneuria* cuenta con 27 especies reportadas para Costa Rica, son comúnmente llamadas moscas de piedra. Las ninfas antes de convertirse en adultos se arrastran sobre sustratos (rocas, troncos, etc.) hasta llegar al borde del cuerpo de agua para completar su ciclo de vida

Por otra parte, el género *Leptonema* se caracteriza por presentar especies de gran tamaño comparado con otras especies de la familia Hydropsychidae. Las larvas habitan desde ríos grandes hasta pequeños riachuelos, algunas especies se caracterizan por presentar un notable “cepillo” de pelos en cada propata anal tal y como se observa en la siguiente figura (Figura 54).



Figura 54. Larva de *Leptonema* y *Anacroneuria* géneros más comunes en octubre 2017.

Al aplicar el índice BMWP-CR (Cuadro 20) según el “Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales” se obtiene que cuatro sitios presentan “aguas de calidad excelente” y cinco sitios presentan “aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible” (ambas se observan de color azul por ser las máximas categorías asignadas por el índice).

Cuadro 20. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Octubre, 2017.

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Qb Azufrales arriba	123	Aguas de calidad excelente.
Qb Azufrales abajo	112	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Qb Yugo arriba	118	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Qb Yugo abajo	105	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Qb Jaramillo	112	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Río Colorado	110	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Río Colorado LT	137	Aguas de calidad excelente.
Río Negro arriba	122	Aguas de calidad excelente.
Río Negro abajo	124	Aguas de calidad excelente.

En el Cuadro 21 se observa una comparación de los resultados de los tres índices calculados para determinar la calidad de las aguas superficiales (ICA, el índice Holandés físico químico y el Índice biológico BMWP-CR) en el monitoreo de octubre del 2017. Como se observa en el cuadro el ICA presenta la condición de aguas “buena” mientras que el

resto de los índices presentan condiciones excelentes y buenas, dando como resultado aguas no contaminadas de manera sensible. En general se obtiene que no hay afectación en los sitios de monitoreo, ya que, las diferencias se presentan de una clase a otra.

Cuadro 21. Comparación del Índice Físico-químico Holandés, Índice Biológico BMWP-CR e ICA en nueve sitios de monitoreo, octubre 2017.

<i>Sitio muestreo</i>	<i>BMWP-CR</i>	<i>Índice Holandés</i>	<i>ICA</i>
Azufrales arriba	123	Azul	74 Buena
Azufrales abajo	112	Azul	78 Buena
Qb Yugo arriba	118	Azul	76 Buena
Qb Yugo abajo	105	Azul	77 Buena
Qb Jaramillo	112	Azul	84 Buena
Río Colorado	110	Azul	74 Buena
Río Colorado LT	137	Azul	75 Buena
Río Negro arriba	122	Azul	80 Buena
Río Negro abajo	124	Azul	83 Buena

### Ictiofauna

El monitoreo de peces es realizado por tres personas, se utilizó equipo de electro-pesca marca SAMUS, modelo 725MS, con trajes adecuados para el muestreo. Se realizan cinco períodos de descarga eléctrica por sitio de muestreo, aproximadamente 10 m de lecho del cuerpo de agua por período de descarga, tratando abarcar la mayoría de hábitats disponibles en el cuerpo de agua en ese momento (Figura 55) Los sitios de monitoreo de ictiofauna son los mismo en los que se realiza el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 55. Monitoreo de peces con técnica de electro-pesca en cuerpos de agua del Proyecto Geotérmico Ampliación Las Pailas. Octubre, 2017.

## Resultados

Se identificaron un total de 65 individuos en cuatro de los nueve sitios de monitoreo. Los 65 individuos pertenecen a la especie *Priapichthys annectens* (Figura 56). *P. annectens* es una especie endémica de Costa Rica que habita en sitios con corrientes de poca o alta velocidad en donde se alimentan de insectos tanto acuáticos como terrestres, tales como hormigas y termitas.



Figura 56. Única especie capturada en monitoreo de peces, octubre 2017.

En el sitio Qb. Azufrales abajo no se reportan peces ya que por la poca cantidad de agua en el sitio de monitoreo no se puede utilizar la técnica de electropesca y no se observaron peces, por otra parte, en los sitios Río Colorado LT, Yugo abajo, Río Negro abajo y Colorado tampoco se capturaron peces. El sitio Colorado LT durante los monitoreos efectuados en el 2016 y lo que va del 2017 ha registrado una baja cantidad de peces e incluso campañas de muestreo sin obtención de datos

En el caso de los sitios donde sí se capturaron peces, se observa que el sitio quebrada Azufrales arriba aportó la mayor cantidad de individuos ( $N= 25$ ) seguido por Yugo arriba con 20 individuos (Figura 57).

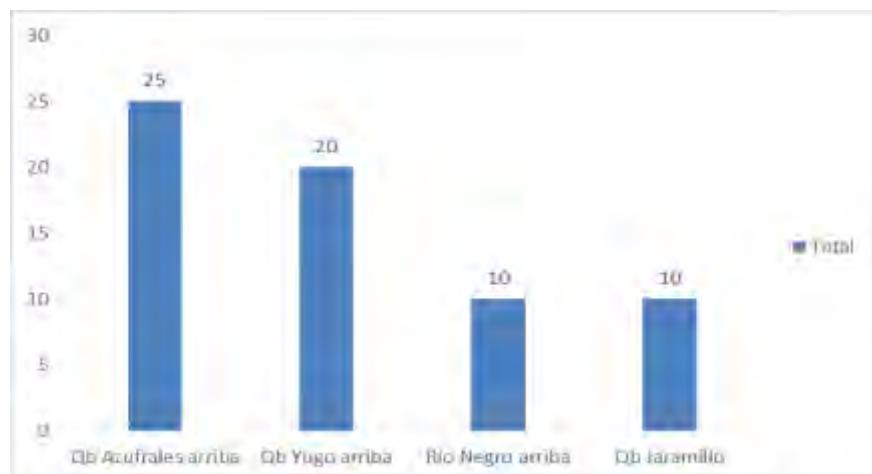


Figura 57. Cantidad de individuos por especie en cada uno de los sitios de monitoreo de calidad de agua. Octubre, 2017.

### **Programa de Mantenimiento de Sedimentadores.**

Se cuenta con un plan de acción para el mantenimiento de sedimentadores (Figura 58) el cual permitirá minimizar la erosión y el arrastre de sedimentos en los accesos dentro del Proyecto. En este documento se pretende además, determinar las medidas para el monitoreo que permitan reducir los focos de transmisión de enfermedades que pueda ocasionar el estancamiento de aguas de las trampas de sedimentación rudimentarias (Medida Ambiental N°16).



Figura 58. Plan de Mantenimiento de Sedimentadores.

En este plan se indica que el Área de Gestión Ambiental realizará al menos una visita al mes para determinar el estado de los sedimentadores. En caso de encontrar alguno colmatado o en mal estado, procederá a informar al encargado de la obra por medio de un Informe de Seguimiento Ambiental. Estas inspecciones son llevadas a cabo por el encargado de las visitas de seguimiento ambiental.

#### **Inspecciones de campo**

Mensualmente se realiza una inspección de los sedimentadores para determinar el funcionamiento de los mismos. Se llevaron a cabo tres visitas de campo en las que visualmente se determinó que los sedimentadores se encontraban colmatados, producto de las fuertes lluvias en el AP, por lo tanto, se procede a notificar a los encargados de obra para que realicen los trabajos de limpieza (Figura 59).



Figura 59. Inspección de sedimentadores en octubre 2017.

**Medida U2P N°27. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos y Herpetofauna.**

Los sitios de perforación cuentan con obras civiles necesarias para el almacenamiento y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas en las plataformas de pozos profundos (Figura 60).



Figura 60. Áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas en perforadoras.

En las plataformas de perforación se cuenta con áreas para el almacenamiento y manipulación de hidrocarburos y sustancias según se indicó en los apartados U2P# 2, U2P#12 y U2P#19.

Asimismo, se generan monitoreos e informes operacionales que demuestren el correcto almacenaje, manipulación de sustancias peligrosas e implementos para la contención de derrames en las plataformas de Perforación Profunda, apartado U2P# 2.

Se elaboró y ejecuta un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción, que permite detectar eventualmente contaminantes y sus orígenes según se indicó en el apartado U2P# 13 y U2P# 17. En el Cuadro 24 se detallan los registros relacionados a aguas superficiales ubicadas en los sitios de obra.

Cuadro 22. Datos de monitoreo químico de aguas superficiales.

Aguas Superficiales - Campo Geotérmico Las Pailas														
Descripción	pH	Cond.	Na+ (ppm)	K+(ppm)	Ca+(ppm)	Mg+(ppm)	Li+(ppm)	Rb+(ppm)	Cs+(ppm)	Fe Tot	Cl-	SO=4	HCO-3	F-(ppm)
ASP-21: QUEBRADA AZUFRALES PAILAS II	6.75	158.00	4.35	0.95	7.51	3.30	nd	nd	nd	5.26	30.37	58.00	nd	
ASP-22: QUEBRADA EL LLORADERO	7.04	137.99	5.95	1.70	10.65	5.35	nd	nd	nd	5.38	3.05	80.50	0.08	
ASP-23: NACIENTE 16	7.37	176.65	6.13	3.33	15.28	8.25	nd	nd	nd	nd	nd	106.00	0.10	
ASP-24: UNION QUEBRADA AZUFRALES	5.28	504.57	12.70	3.70	15.09	6.35	nd	nd	nd	5.85	120.36	37.50	nd	
ASP-25: QUEBRADA YUGO	7.16	122.30	5.43	1.93	9.86	4.83	nd	nd	nd	3.71	2.59	74.50	nd	
ASP-26:NACIENTE GEMELA	7.13	141.28	5.29	2.53	13.17	6.20	nd	nd	nd	nd	nd	92.25	0.09	
ASP-27: QUEBRADA YUGO ABAJO	7.37	130.00	5.58	1.85	11.00	5.05	nd	nd	nd	3.74	2.90	75.67	nd	
ASP-33: NACIENTE HOTEL RV	6.03	206.76	6.80	1.40	10.96	6.40	nd	nd	nd	14.96	9.88	77.25	nd	
ASP-48: RIO NEGRO ABAJO	7.19	141.39	6.70	2.15	10.23	4.65	nd	nd	nd	4.34	25.92	48.75	0.06	
ASP-28: TERMAL DON CLAUDIO 1	6.46	825.70	87.29	40.44	48.45	19.32	0.08	nd	nd	nd	11.59	59.19	450.25	0.28
ASP-29: TERMAL DON CLAUDIO 2	6.51	833.00	88.06	40.66	48.41	19.19	0.08	nd	nd	nd	10.38	61.43	450.81	0.29
ASP-30: NAC. SANTA MARIA 1	4.79	308.88	15.35	4.86	24.82	9.56	nd	nd	nd	0.47	4.81	111.81	57.63	0.23
ASP-31: NAC. TERM. AZUFRALES ARRIBA	4.11	367.70	13.90	4.60	24.13	9.55	nd	nd	nd	1.76	5.02	144.77	12.20	0.22
ASP-34: NAC. TERM. AZUFRALES PAILAS 2	3.99	650.00	27.88	8.78	28.98	11.09	nd	nd	nd	5.87	218.44	25.64	0.16	
ASP-35: NAC. TERM. RIO NEGRO 1	5.35	380.80	16.41	7.47	36.30	13.76	nd	nd	nd	2.75	98.09	129.22	0.25	
ASP-36: NAC. TERM. RIO NEGRO 2	5.41	369.90	15.36	6.91	33.86	12.30	nd	nd	nd	3.23	110.19	89.61	0.60	
ASP-37: NAC. QUEBRADA JARAMILLO	6.49	164.43	6.25	1.77	14.88	8.00	nd	nd	nd	5.59	4.25	96.89	0.20	
ASP-38: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 1	3.33	557.70	9.36	3.54	39.87	7.24	nd	nd	nd	0.46	13.79	191.49	nd	1.22
ASP-39: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 2	3.31	566.30	9.39	3.36	39.59	7.24	nd	nd	nd	0.49	13.67	174.12	nd	1.14
ASP-40: NAC. TERMAL SANTA MARIA 2	4.56	338.56	13.83	4.38	22.79	8.52	nd	nd	nd	4.17	109.24	46.95	0.22	
ASP-41: NAC. TERMAL PAILAS DE AGUA	5.49	493.18	6.64	2.08	11.81	5.73	nd	nd	nd	15.63	3.17	118.30	48.88	0.09
ASP-42: CATARATAS PAILAS	6.94	87.03	3.91	1.42	7.52	3.44	nd	nd	nd	3.14	2.56	49.40	nd	
ASP-43: NAC. TERMAL RIO SALTO	5.19	320.37	15.25	5.12	30.50	10.50	2.82	83.64	nd	nd	nd	92.67	0.59	
ASP-45: QUEBRADA PAILAS	6.95	182.21	9.10	3.71	15.95	6.50	nd	nd	nd	3.23	35.55	69.29	0.30	
ASP-46: QUEBRADA JARAMILLO 3	7.41	105.50	5.32	2.03	9.10	4.15	nd	nd	nd	3.39	3.78	62.00	0.19	
ASP-47: TOMA AGUA POTABLE PNRV 1	6.13	126.33	6.06	1.58	10.81	5.60	nd	nd	nd	4.10	8.01	69.06	0.20	
Aguas Superficiales - Campo Geotérmico Las Pailas														
Descripción	B(ppm)	H2S(ppm)	NH3	As V	As III	As Total	Zn	Cd	Pb	Cu	SiO2tot	S.T.D.	Turbidez	
ASP-21: QUEBRADA AZUFRALES PAILAS II	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.00	nd	nd	nd	40.50	86.50	0.25	
ASP-22: QUEBRADA EL LLORADERO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.00	56.50	126.50	2.25	
ASP-23: NACIENTE 16	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	62.00	149.50	2.55	
ASP-24: UNION QUEBRADA AZUFRALES	nd	nd	nd	8.40	nd	8.40	2.00	nd	nd	nd	74.50	216.50	0.45	
ASP-25: QUEBRADA YUGO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3.10	nd	nd	nd	54.33	129.00	0.59	
ASP-26:NACIENTE GEMELA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.90	nd	nd	nd	64.50	146.50	1.25	
ASP-27: QUEBRADA YUGO ABAJO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.10	nd	nd	1.17	53.00	121.33	1.80	
ASP-33: NACIENTE HOTEL RV	nd	nd	nd	nd	nd	nd	7.30	nd	nd	nd	65.67	137.00	0.35	
ASP-48: RIO NEGRO ABAJO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	48.00	114.50	1.85	
ASP-28: TERMAL DON CLAUDIO 1	0.35	1.02	nd	33.32	114.00	111.13	5.08	0.20	nd	4.24	nd	nd	nd	
ASP-29: TERMAL DON CLAUDIO 2	0.34	4.81	nd	26.40	141.67	182.75	7.90	0.44	nd	3.30	nd	nd	nd	
ASP-30: NAC. SANTA MARIA 1	0.11	9.21	nd	1.40	62.00	141.01	2.53	0.10	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-31: NAC. TERM. AZUFRALES ARRIBA	0.19	1.02	nd	2.70	82.50	133.16	1.27	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-34: NAC. TERM. AZUFRALES PAILAS 2	0.14	3.52	nd	44.15	86.37	132.70	8.78	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-35: NAC. TERM. RIO NEGRO 1	0.12	8.03	nd	3.30	61.80	67.57	4.43	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-36: NAC. TERM. RIO NEGRO 2	0.43	7.50	nd	3.20	56.75	45.11	4.73	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-37: NAC. QUEBRADA JARAMILLO	nd	nd	nd	nd	60.00	162.00	35.85	nd	nd	3.48	nd	nd	nd	
ASP-38: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 1	0.15	nd	nd	nd	71.00	360.00	7.00	nd	nd	1.13	nd	nd	nd	
ASP-39: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 2	0.13	nd	nd	nd	72.00	nd	7.97	nd	nd	1.05	nd	nd	nd	
ASP-40: NAC. TERMAL SANTA MARIA 2	nd	9.72	nd	4.60	84.00	nd	2.50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-41: NAC. TERMAL PAILAS DE AGUA	0.22	nd	nd	nd	52.00	96.00	11.90	nd	nd	3.67	nd	nd	nd	
ASP-42: CATARATAS PAILAS	0.12	nd	nd	nd	37.00	53.00	21.43	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-43: NAC. TERMAL RIO SALTO	nd	1.53	nd	4.15	53.15	55.24	2.57	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-45: QUEBRADA PAILAS	0.10	nd	nd	nd	75.00	200.00	1.33	nd	nd	1.10	nd	nd	nd	
ASP-46: QUEBRADA JARAMILLO 3	nd	nd	nd	nd	48.00	nd	2.25	nd	nd	2.56	nd	nd	nd	
ASP-47: TOMA AGUA POTABLE PNRV 1	0.10	nd	nd	nd	51.50	98.00	1.47	nd	nd	2.10	nd	nd	nd	

Las condiciones de las áreas diseñadas para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas, así como todo lo concerniente a la elaboración de un protocolo para la atención de derrames, se detallan en la Medida N° 19.

### **Medida U2P N°28 Fauna, distorsión del comportamiento por modificación del hábitat.**

#### **a) Rescates de fauna**

Los grupos taxonómicos a rescatar son: aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Esta actividad se realiza en tres etapas que son: previo al aprovechamiento forestal, durante el aprovechamiento forestal y durante movimientos de tierra y escombros.

#### **Anfibios y Reptiles**

Se realizó 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 realizó una búsqueda de huellas y otros indicios, 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 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 realizó la búsqueda de nidos, los cuales se revisaron 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.

### Área para recuperación de fauna

Es un espacio diseñado para dar atención a fauna que lo requiera, ya sea por lesiones leves, vigilancia o como sitio de espera para realizar el trasladado al centro de rescate. Este sitio se ubica dentro de las instalaciones del Proyecto, está equipado con jaulas, cajas de madera, baldes plásticos y cajas tipo terrarios para alojar reptiles principalmente y mamíferos pequeños.

Todos los animales que ingresen al sitio de cuarentena serán registrados en el formulario F02-CAP-UGA-03 “especies en sitio de cuarentena” y aquellos que ameriten traslado a algún centro de rescate serán registrados en el formulario F03-CAP-UGA-03 “registro de entrega de fauna a Centros de Rescate, Instituciones o albergues” como método de control y trazabilidad de los individuos.

### Manejo clínico de especies

Se tiene un convenio con el Centro de Rescate las Pumas en Cañas para la atención clínica de los animales que lo requieran, principalmente animales heridos o con estado sanitario que no sea el óptimo. En este acuerdo se exponen las condiciones por parte de cada una de las partes para el tratamiento clínico de las especies (Figura 61).

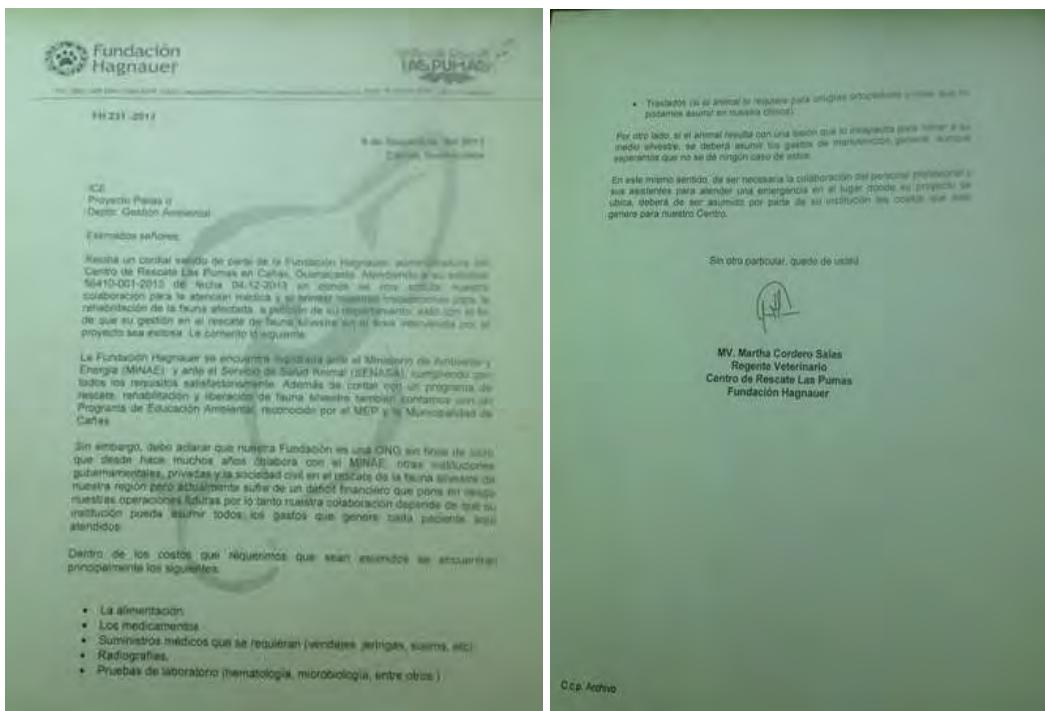


Figura 61. Nota emitida por el Centro de Rescate las Pumas donde exponen las condiciones para brindar el servicio médico solicitado.

Este acuerdo surge a raíz de las indicaciones incluidas en el documento “Protocolo de Rescate y Translocación de fauna en obras ICE 70.00.016.2014” en las que se menciona necesaria la búsqueda de algún centro de rescate que cuente con un médico veterinario (Figura 62).

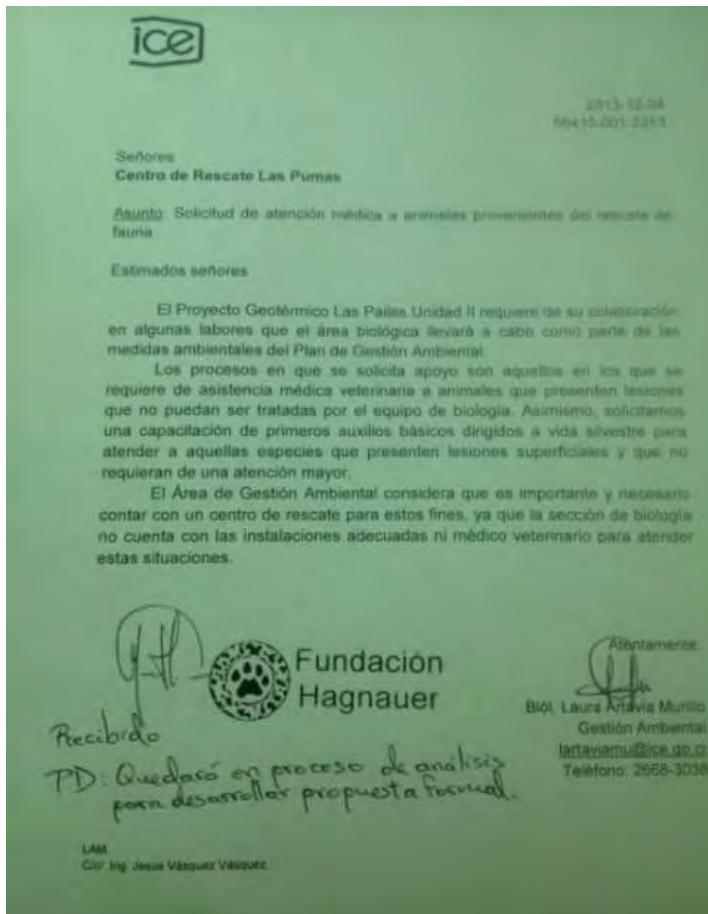


Figura 62. Nota emitida por la Unidad de Biología donde se solicita al Centro de Rescate Las Pumas los servicios médicos veterinarios.

### Rescates en sitios de obra

Se da por finalizada las actividades de rescate de fauna silvestre en sitios de obra. En la siguiente Figura se presentan las áreas liberadas lo que representa la finalización de los rescates de flora y fauna asociados a obras constructivas (Figura 63).

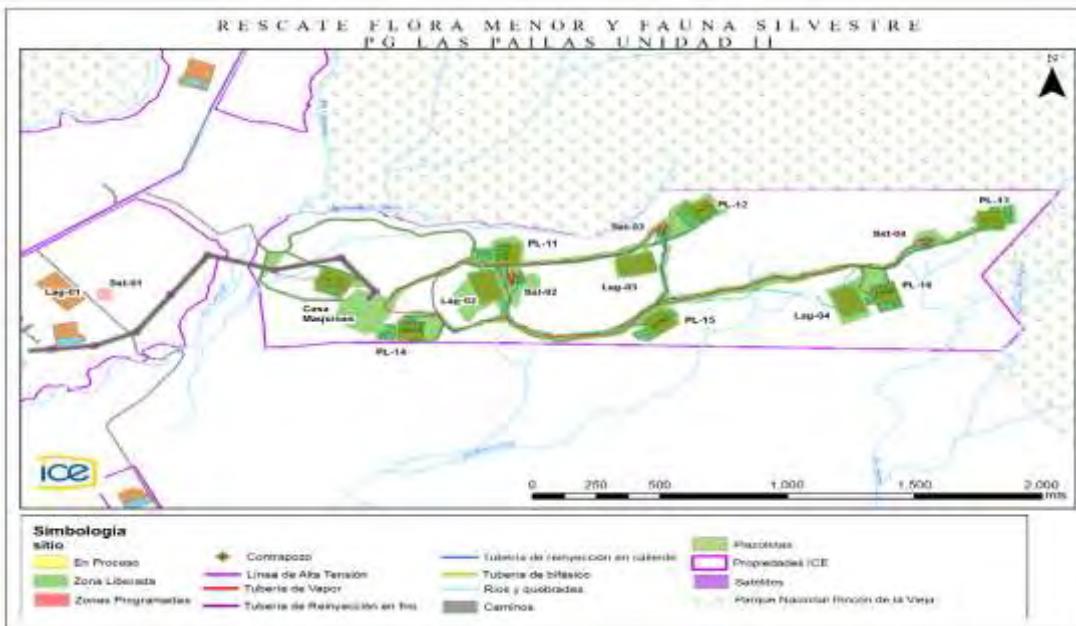


Figura 63. Sitios de obra en los que se da por finalizado el rescate de flora y fauna, Proyecto Geotérmico Las Pailas II.

### Rescates ocasionales de fauna

Para el periodo se reporta el rescate de 24 individuos pertenecientes a 11 especies distribuidas en siete familias. Estos rescates se realizaron en diferentes sitios como lo son los almacenes, taller, centro de acopio y oficinas.

Los reptiles son el grupo con más registro de rescates, en este periodo se registran 18 de los 24 individuos rescatados, seguidamente por los mamíferos con un total de seis rescates. Como parte de los reptiles se efectuó el rescate de dos serpientes venenosas, una terciopelo (*Bothrops asper*) y una toboba chinga (*Porthidium ophryomegas*), en el caso de los mamíferos se realizó el rescate de cinco ratones de montaña (*Sigmodon hirsutus*) y un pizote (*Nasua narica*). En la siguiente figura (Figura 64) se observa el rescate del pizote. Este evento se llevó a cabo en el Centro de Acopio donde se tuvo problemas con este individuo al ingresar al área donde se almacenan los residuos orgánicos.



Figura 64. Rescates de pizote (*N. narica*).

La especie más abundante corresponde al ratón de montaña (*S. hirsutus*) con un total de cinco individuos, seguido por la serpiente Bécquer (*Boa imperator*) y la toboba chinga con cuatro individuos rescatados para cada especie (Figura 65).

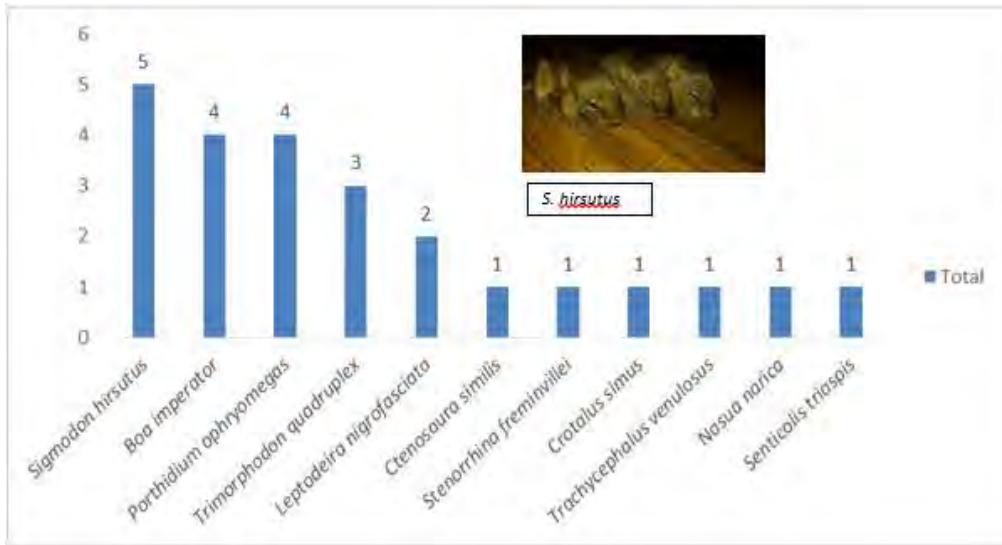


Figura 65. Cantidad de individuos por especie rescatados en el IV Trimestre 2017.

### Traslados a Centros de Rescate

Durante el trimestre no se realizaron traslados de fauna a centros de rescate.

### Monitoreos de fauna

Se detalla una breve descripción de los transectos utilizados para llevar a cabo los monitoreos de fauna silvestre (aves, mamíferos, anfibios y reptiles). Por lo tanto, en las medida respectivas a monitoreo de fauna no se volverán a caracterizar los transectos.

#### Transecto 1: Charral

Zona abierta representada mayormente por charrales arbolados (Figura 66), florísticamente está compuesto en su mayoría por arbustos junto con árboles delgados dispersos de especies como guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), laurel (*Cordia alliodora*), guachipelín (*Diphysa americana*), entre otras. Este transecto se caracteriza por la cercanía a una de las obras más grandes del Proyecto, Casa de Máquinas, por lo tanto la presencia de vehículos y personas es muy común.



Figura 66. Transecto ubicado en zona de charral.

#### **Transecto 2: Parche**

Este transecto se localiza en un parche de bosque que resultó de la apertura de los caminos hacia los sitios de obra (Figura 67), predomina bosque secundario con presencia de árboles como níspero chicle (*Manilkara chicle*), guácimo molenillo (*Luehea speciosa*), guarumo (*Cecropia peltata*), peine de mico (*Apeiba tiborbou*), entre otras.



Figura 67. Transecto ubicado en zona de parche de bosque.

#### **Transecto 3: Bosque**

Este transecto se encuentra cerca de la línea que divide el Parque Nacional Rincón de la Vieja y el AP, por lo tanto, predomina un bosque maduro intervenido con presencia de árboles grandes (Figura 68).



Figura 68. Transecto ubicado en zona de bosque.

#### **Transecto 4: El Yugo**

Este transecto es exclusivo para el monitoreo de herpetofauna (Figura 69). Se trazó en sentido aguas abajo a lo largo de la quebrada el Yugo, la cual está constituida por vegetación menor como aráceas y bromélidas como la piñuela pita (*Aechmea magdalena*) y árboles riparios como jabillo (*Hura crepitans*), surá (*Terminalia oblonga*), tempisque (*Sideroxylon capiri*) y lorito (*Cojoba arborea*), entre otros.



Figura 69. Transecto ubicado en la Quebrada El Yugo.

#### **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. Los recorridos diurnos se realizan en los transectos (T1, T2 y T3) en horario de 8:00am a 3:00pm, revisando cautelosamente en troncos, hojarasca y debajo de piedras y cualquier otro sustrato (Figura 70).

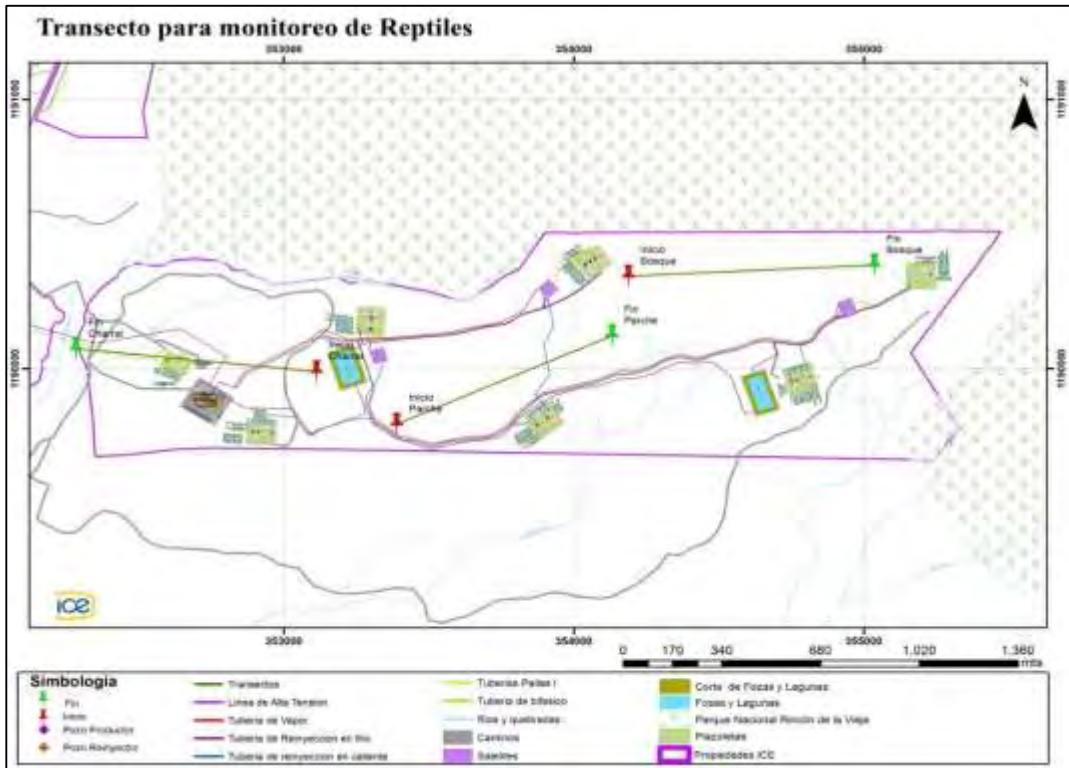


Figura 70. Ubicación de los transectos para el monitoreo de reptiles dentro del AP del PG Las Pailas II.

Para la búsqueda nocturna de anfibios se utiliza un transecto trazado paralelamente a la Quebrada El Yugo (Figura 71), se revisa 1 m a ambos lados del cauce de la quebrada, debajo de troncos y en hojarasca que son posibles sitios donde se esconden estos individuos. La búsqueda inicia a las 18:00 y finalizará a las 21:00.

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.

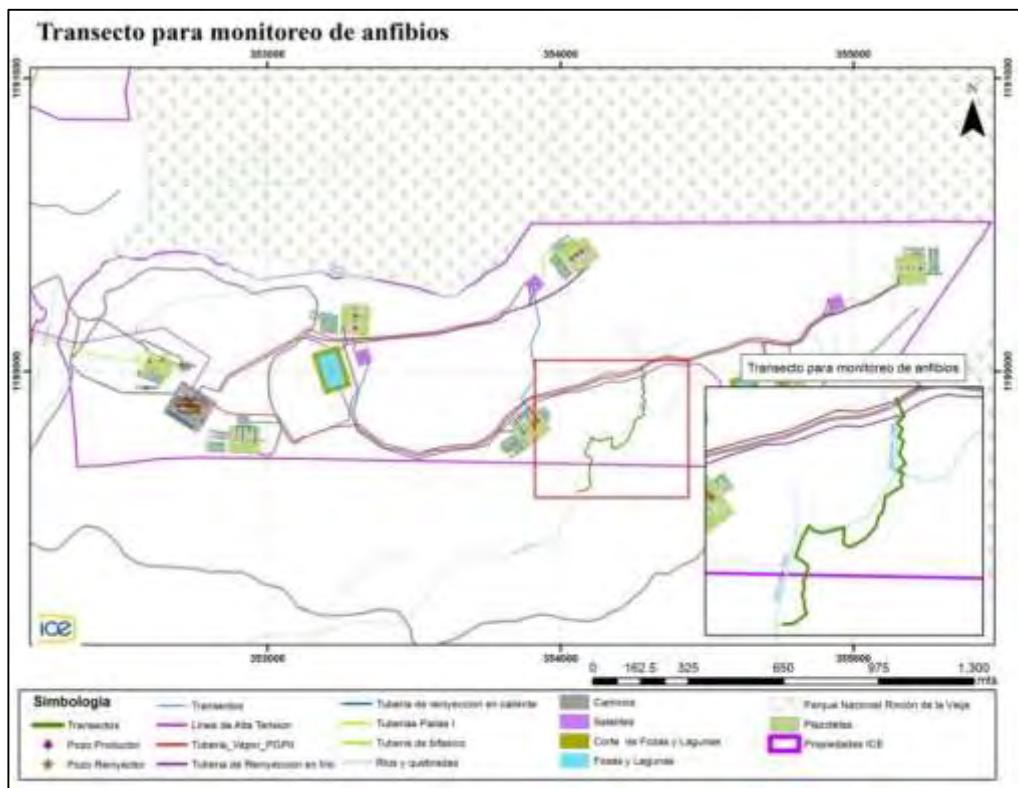


Figura 71. Transecto para el monitoreo nocturno de anfibios dentro del AP del PG Las Pailas II.

Se tiene un total de 127 individuos identificados distribuidos en 12 familias y 18 especies. Del total de individuos se obtuvo un registro muy similar entre ambos grupos (anfibios y reptiles) (Figura 72). Durante el periodo se registra una importante cantidad de avistamientos en los que se supera meses anteriores, lo que se asocia a las lluvias que se han manifestado en la zona.



Figura 72. Registro de anfibios y reptiles durante monitoreo de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Las Pailas II.

Durante el trimestre se registraron individuos en los cuatro sitios de monitoreo, siendo el transecto de la quebrada El Yugo el sitio con mayor avistamientos reportando un total de 79 (Figura 73). Este transecto es paralelo a la quebrada El Yugo que es un cuerpo de agua con vegetación en ambos márgenes y rocas expuestas, importante mencionar que es una condición que se ha manifestado a lo largo del tiempo.

La especie mas abundante fue la rana de vidrio (*Sachatamia albomaculata*) con 24 registros todos ellos en la quebrada El Yugo.

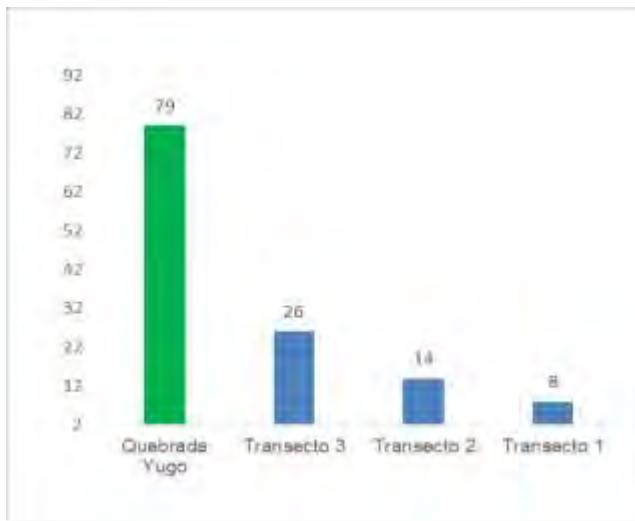


Figura 73. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo, IV Trimestre, 2017.

Otras de las especies que se registraron son la rana de ojos rojos (*Duellmanohyla rufiocularis*), rana de vidrio (*Cochranella granulosa*), las lagartijas (*Norops capito*, *N. biporcatus*), terciopelo (*Bothrops asper*), etc.

La rana *D. rufiocularis* es una rana endémica de Costa Rica. Sus hábitats naturales incluyen bosques tropicales o subtropicales secos. Es frecuente observarla en ríos intermitentes y poco profundos, los renacuajos se pueden observar en pozas o aguas más tranquilas. En la Figura 74 se muestra un individuo de la rana *D. rufiocularis* la rana de vidrio (*S. albomaculata*) observada en la quebrada el Yugo.



Figura 74. Avistamiento de la rana de ojos rojos (*D. rufiocularis*) y la rana de vidrio (*S. albomaculata*) durante monitoreo nocturno en la quebrada el Yugo.

### a) Capacitaciones herpetofauna.

En lo que respecta a personal del Proyecto se llevaron a cabo cuatro charlas referentes al tema de serpientes y el rescate de animales u y plantas silvestres en las que hubo un total de 38 asistentes (Cuadro 23). En este caso, las charlas se impartieron a personal de Obra civil y montaje eléctrico.

Cuadro 23. Charlas impartidas al personal de Proyecto durante el IV trimestres del 2017.

Tema de la charla	Personal	Cantidad de asistentes
Generalidades de las serpientes de Costa Rica.	Obra civil	13
Generalidades de las serpientes de Costa Rica.	Montaje eléctrico	6
Plan de Rescate de flora y fauna silvestre 70.00.016.2014	Obra civil	13
Plan de Rescate de flora y fauna silvestre 70.00.016.2014	Montaje eléctrico	6

El objetivo de estas actividades es dar a conocer al sobre las labores que realiza el área de Biología, así como los riesgos, la prevención y la importancia de las serpientes (Figura 75).



Figura 75. Charla sobre serpientes venenosas al personal de Subestación del Proyecto Geotérmico Las Pailas II, octubre 2017.

**b) Diseño y Establecimiento de Rótulos de Señalización Vial y Reductores de Velocidad.**

Se da por finalizada la construcción de los cinco reductores de velocidad, medida completada en el informe presentado en diciembre 2015 (Figura 76).



Figura 76. Reductor de velocidad ubicado en los accesos a sitios de obra.

**c) Rótulos de velocidad máxima**

Medida completada en el informe presentado en julio 2014 (Figura 77).



Figura 77. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto.

## **Medida U2P N° 29. Ornitofauna y Mastofauna, Alteración del hábitat por eliminación de cobertura vegetal.**

### **a) Monitoreo de aves**

Las aves son un grupo muy fácil de monitorear debido a su canto y colores llamativos de algunas de ellas, sin embargo, existen recomendaciones que facilitan una mejor observación. La técnica que se utiliza para el monitoreo mensual de aves es la de Puntos de conteo a lo largo de transectos de 900m de longitud.

#### **• Conteo por puntos**

Dentro de los transectos se establecieron puntos de conteo que abarcán una superficie de 25 m de radio y separados 150 m uno de otro, marcados con cinta flaming color verde para establecer la ruta del mismo y para indicar que es el centro del punto (Figura 78). 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 20 minutos, ya sea por observación directa o por canto y se debe evitar contar un mismo individuo más de una vez. Se deberá especificar si el ave se encontraba sobrevolando el punto de conteo o realizando alguna actividad que se considere relevante mencionar.

El muestreo de aves se realizó a lo largo de todo el año, ya que el tipo de ave y las actividades que realizan varía entre estaciones. 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, número de visita, observador (es). En cada observación se anotará: especie, número de individuos, sexo (macho, hembra, juvenil), registro visual o auditivo.

La observación e identificación de las aves se realizó 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 78. Ubicación de los puntos de conteo para el monitoreo de aves en tres transectos dentro del AP del PG Las Pailas II.

Se han identificado un total de 269 individuos distribuidos en 52 especies de 27 familias. En este periodo se registró baja cantidad de individuos principalmente en noviembre donde se registran 57 individuos. Estos últimos meses del año han sido meses muy ventosos con presencia de llovizna intermitente lo cual exige como medida de seguridad suspender los trabajos en campo, además, que cuando se presentan las condiciones climáticas mencionadas anteriormente la observación de aves disminuye (Figura 79).

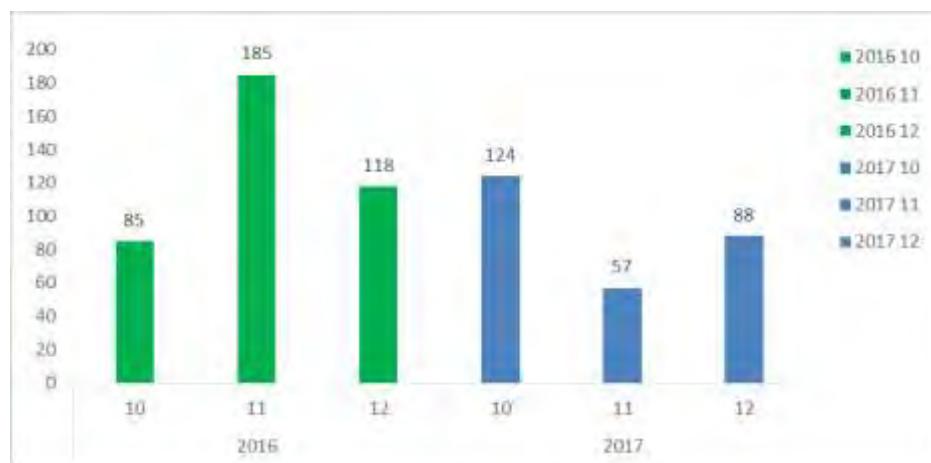


Figura 79. Registros del IV trimestre del 2016 y 2017 de cantidades de aves identificadas mediante puntos de conteo en transectos de monitoreo.

La especie con mayor avistamientos es el loro frentinaranja (*Eupsittula canicularis*) con 38 reportes, esta especie pertenece a familia (Psittacidae) que alberga a las loras, pericos y guacamayas. Otra de las especies que registra una importante cantidad de avistamientos es el sabanero cabecilistado (*Peucaea ruficauda*) con 30 individuos, ambas especies son comunes en los alrededores de las áreas alteradas (charrales) cercanos al AP, es frecuente observar bandadas conformadas por muchos individuos. En la Figura 80 se observa personal de biología realizando el monitoreo de aves y un individuo del sabanero cabecilistado (*P. ruficauda*).



Figura 80. Monitoreo de aves, octubre 2017.

**b) Monitoreo de mamíferos**

Mamíferos terrestres

▪ **Transectos**

Es 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.

Para el monitoreo, se realizan recorridos mensuales de las 08:00 horas a 15:00 en los tres transectos establecidos (Figura 81) en busca de cualquier tipo de indicio (huellas, heces, madrigueras, entre otros), ya que, muchas especies siguen cierto patrón de distribución y comportamiento en las áreas naturales y se perturban fácilmente con la presencia humana, por lo tanto, su observación directa es difícil. Adicionalmente, se realiza un recorrido nocturno en cada transecto que da inicio a las 18:00 y finaliza a las 21:00.

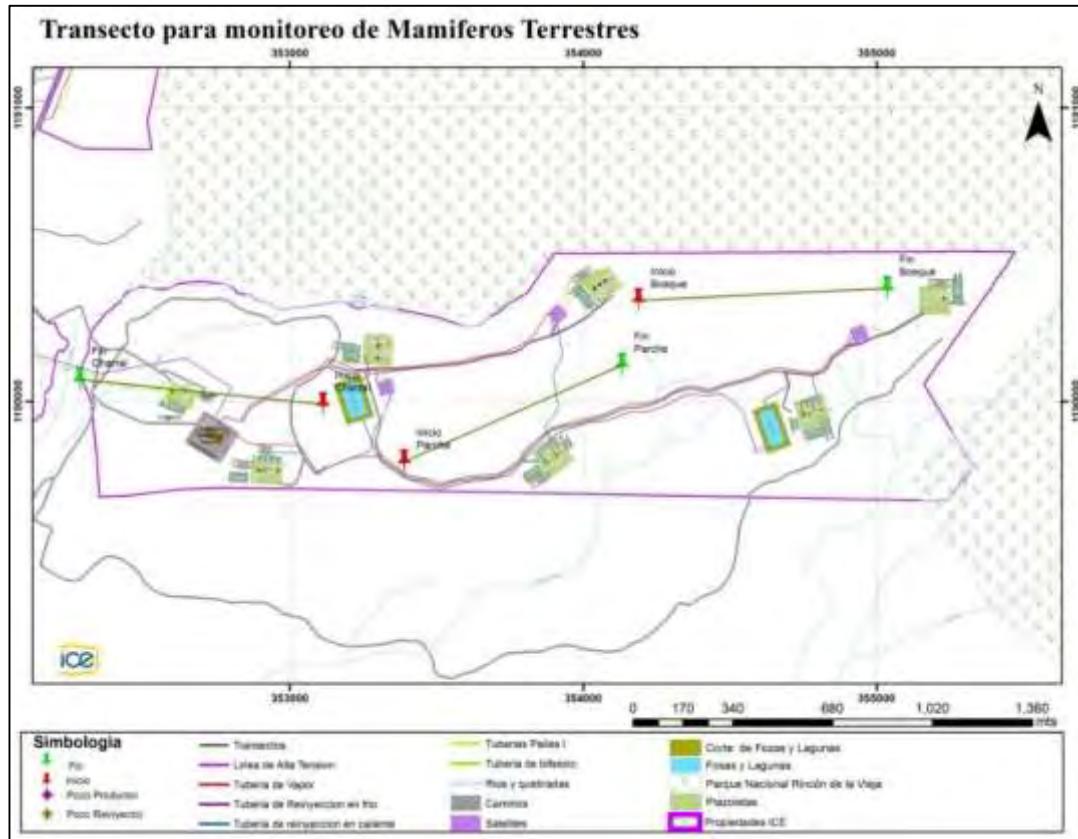


Figura 81. Transectos para el monitoreo de mamíferos terrestres.

- **Foto-trampeo**

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 tres cámaras trampas marca Bushnell Trophy Cam 8 megapíxeles de visión nocturna en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 8GB Micro-SD con adaptador flash y cuatro pares de baterías alcalinas, estas se instalan en sitios donde se encuentren rastros de mamíferos, ya sea en los transectos y/o cerca de los sitios de obra (Figura 82).



Figura 82. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres.  
Octubre, 2017.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 15 días consecutivos y para tomar una secuencia de tres 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 una cadena de 2 m de largo y dos candados. Las cámaras 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 83).



Figura 83. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos.

Por el método de fototrampeo se identificó un total de 15 especies agrupadas en 14 familias, dentro de las cuales se tienen registros de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), saíno (*Pecari tajacu*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), manigordo (*Leopardus pardalis*) y tolomuco (*Eira barbara*), danta (*Tapirus bairdii*) entre otras.

La danta 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. 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. 32633-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC) (Figura 84).



Figura 84. Registro de Danta (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Noviembre, 2017.

Las especies medianas que se han identificado por medio de cámaras trampa permiten determinar que el área de proyecto dispone de hábitats o recursos que son utilizados por estos individuos, los cuales representan una importante función en el ecosistema y en la cadena trófica. Lo que corresponde a la familia Felidae, se registra únicamente manigordo en el transecto T3.

El manigordo es una especie de felino de tamaño mediano, más pequeño que el puma y se alimentan de mamíferos pequeños, aves. 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. 32633-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC). Algunas de las amenazas que enfrenta esta especie (al igual que el resto de felinos) son la pérdida y fragmentación de hábitat, caza furtiva, comercio ilegal de mascotas y pieles y la matanza en represalia por depredación de aves. En general los mamíferos son un grupo que se ve fuertemente afectado por distintos procesos antrópicos.

### 1.9.2 Encuentros visuales.

Por el método de encuentros visuales se registran 60 individuos pertenecientes a nueve especies. Algunas de las especies que se registraron son mono araña (*Ateles geoffroyi*), mono congo (*Alouatta palliata*) venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y conejo silvestre (*Silvilagus flordanus*), etc.

Para el trimestre se reportan tres especies de primates, el mono araña (*A. geoffroyi*) y mono congo (*A. palliata*) y mono carablanca (*Cebus imitator*) estos individuos se observaron en el T3 el cual está caracterizado principalmente por bosque maduro intervenido (Figura 85).



Figura 85. Identificación de mono carablanca y mono araña durante monitoreo diurno de fauna, diciembre 2017.

El mono araña es altamente frugívoro y se alimenta en gran medida de las partes maduras, suaves de una amplia variedad de frutas, que comprenden el 83% de su dieta. En nuestro país el mono araña (*A. geoffroyi*) está considerado 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. 32633-MINAE. Asimismo, está incluida en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Por otra parte, el mono congo (Figura 86), al igual que el mono araña, esta especie está considerado 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. 32633-MINAE. Asimismo, está incluida en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)



Figura 86. Registro de mono congo (*A. palliata*) en monitoreo diurno de mamíferos, diciembre 2017.

#### Ratones

##### ▪ **Trampas Sherman**

Para el monitoreo de pequeños mamíferos como roedores se utilizaron trampas plegables Sherman. Estas trampas son cajas de forma rectangular, livianas, plegadizas y de aluminio o lámina galvanizada. En el centro de la base del piso tienen una lámina que al presionarse acciona un sistema de resorte que cierra la puerta de entrada de la trampa, de manera que el animal queda atrapado sin sufrir daños.

Mensualmente se colocan 10 trampas en cada uno de los transectos de monitoreo y se trata de abarcar los diferentes micro hábitats (Figura 87). Las trampas trabajan cuatro noches y se revisan todos los días en la mañana. En esta revisión se retiran los individuos capturados, se cambia el cebo y se coloca la trampa nuevamente en el mismo sitio. Si se captura una especie distinta de la que se buscaba (anfibio, ave, etc.) se procede cuidadosamente a liberarlo en el mismo sitio de captura y luego volver a colocar la trampa, si ésta está sucia por orina o excretas, se procede a colocarla en una bolsa para lavarla y colocarla posteriormente.



Figura 87. Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de ratones.

Durante el trimestre se realizó la captura de 10 individuos pertenecientes a dos especies (*Liomys salvini*) y (*Sigmodon hirsutus*) (Figura 88) todos ellos encontrados en el Transecto 1, donde predominan charrales con árboles dispersos. Según la literatura, la presencia de ratones es común en pastizales con presencia de arbustos y en áreas agrícolas. El ratón *S. hirsutus* (especie más abundante) es principalmente activa durante el día, se alimenta de hongos, algunas semillas e insectos.



Figura 88. Toma de datos para la identificación de ratones.

#### Mamíferos voladores

Los murciélagos son un grupo de mamíferos de hábitos nocturnos, salen de sus refugios al atardecer, y recorren el bosque en busca de alimento, parejas, entre otros y regresan a sus refugios antes del amanecer, donde permanecerán descansando todo el día. Por lo anterior, la captura de estos individuos es nocturna.

##### ▪ **Redes de Nieblas**

La mejor forma de capturar murciélagos es mediante redes de niebla, las cuales se colocan de manera sistemática, paralelas a fuentes de agua, transversal a los accesos, en áreas abiertas y en las entradas de las cuevas o parches de bosque.

Se utilizaron redes de niebla de 2,6 x 12m en poliéster negro, maya de 38mm en cuatro niveles. Se colocan en sitios ubicados en los accesos a los sitios de obra o en áreas cercanas a las obras, las redes están activas desde las 18:00 a las 21:00 horas, con una frecuencia de muestreo de dos redes por sitio una noche al mes, lo que da como resultado dos noches de muestreos con un total de 4 redes bimensuales. Durante la captura de murciélagos, se conoce que los mejores rendimientos se obtienen en condiciones de luz tenue y en ausencia de vientos, lluvias, neblina y otros fenómenos que delatan con mayor facilidad la presencia de las redes.

Cada individuo capturado por la red es retirado, colocado en bolsas de tela respirable y posteriormente identificado a nivel de especie, además, se registraron datos como: sexo, peso y medida del antebrazo y medida de la tibia para posteriormente ser liberado. Todos los individuos son marcados con esmalte para uñas para controlar las recapturas.

Para la identificación de este grupo se utilizó la clave dicotómica de Timm R, La Val R y Rodríguez B. 1999. Clave de Campo para los Murciélagos de Costa Rica y la guía de campo

Murciélagos de Costa Rica / Costa Rica Bats (English and Spanish Edition) de R LaVal, B Rodriguez.

Se efectuaron tres monitoreos en los cuales se identificaron un total de 63 individuos, pertenecientes a siete especies de una única familia. Durante el trimestre se registra un aumento en la cantidad de individuos, las horas efectivas de las redes de niebla fueron mayores a meses anteriores, sin embargo, hubo presencia de lloviznas parte de las noches, en este caso lo que se hace es cerrar las redes y abrirlas cuando mejora el tiempo.

En la siguiente figura (Figura 89) se muestra la captura del murciélagos (*Artibeus jamaicensis*). Este murciélagos es una de las especies grandes que hay en Costa Rica y su figura es regordete, se alimenta generalmente de frutos, polen e insectos, algunas características distintivas son sus rayas faciales pero en algunas ocasiones no están tan marcadas y su hocico es corto y ancho.



Figura 89. Captura del murciélagos (*A. jamaicensis*). Octubre, 2017.

Se mantienen los registros de especies florísticas en el Campo Geotérmico Las Pailas (árboles, arbustos, hierbas, palmas, bejucos-lianas, epífitas, acuáticas, helechos), las cuales son integradas a la base de datos de composición florística, así como al registro fotográfico de las mismas.

Se efectúan recorridos dentro del área de campo geotérmico (incluye Pailas I y Pailas II), durante el cual se realiza una identificación taxonómica de campo (*ad libitum*), asociada al registro por escrito de cada una de las especies encontradas y la descripción de la asociación vegetal existente. Hasta la fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 532 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitos, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 90).

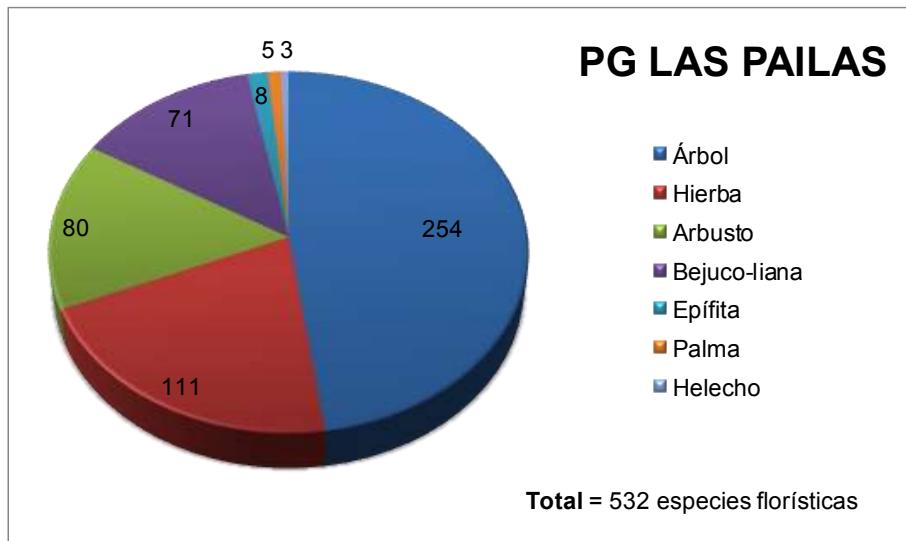


Figura 90: Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Campo Geotérmico Las Pailas. Diciembre del 2017.

#### Medida U2P N°30. Ornitofauna y Mastofauna, cambios en la diversidad.

##### 1. Rutas de Paso de Fauna en los Caminos y Tuberías dentro del AP

###### a) Rutas de pasos de fauna en caminos

Con el objetivo de identificar zonas de paso de fauna terrestre se recolectó información desde octubre del 2013 hasta abril del 2014 mediante la búsqueda directa de los individuos, búsqueda intensiva de huellas entre otros indicios y mediante la instalación de cámaras trampa (Figura 91).

A partir de estas observaciones se lograron determinar pasos de algunos mamíferos como pizote (*N. narica*), danta (*Tapirus bairdii*), saíno (*P. tajacu*), venado (*O. virginianus*), tepezcuíntle (*C. paca*) y puma (*P. concolor*).



Figura 91. Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres.

Con la información obtenida de los avistamientos de mamíferos, se establecieron los sitios para la ubicación de los rótulos de señalización vial de 25 KPH (medida 28, incluida en el informe “Diseño y Establecimiento de Rótulos de Señalización Vial y Reductores de Velocidad”).

## *Pasos subterráneos para fauna.*

Se da por finalizada la construcción de los pasos subterráneos para fauna dentro del Área de Proyecto en el tramo que comunica la PL-16 con la PL-13 y el segundo paso se ubica cerca de la quebrada el Yugo (Figura 92). Estos túneles son un medio de mitigación de los impactos de las carreteras los cuales comunican parches de bosque secundario que se encuentran en el borde del camino.



Figura 92. Ubicación de los pasos subterráneos dentro del Proyecto.

La construcción de estas estructuras viene a solucionar el impacto de la carretera en fauna. Algunos de estos impactos son el efecto barrera, el cual restringe el movimiento (permeabilidad) y conectividad de las poblaciones; daños y mortalidad a la fauna (heridos o atropellados) provocando impactos significativos en las poblaciones de las especies.

Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de ambos pasos mediante el uso de cámaras trampa y búsqueda de huellas en la entrada de los túneles. No existe un plan de monitoreo como tal, pero se trata de mantener las cámaras activas por 15 días mínimo y se programan en modo cámara y modo video.

## *Resultados*

En el trimestre se obtuvo cuatro especies haciendo uso de ambos pasos subterráneos.

A la fecha la respuesta de la fauna ha sido satisfactoria, desde que iniciaron los monitoreos de efectividad de los pasos subterráneos se han obtenido registros de especies utilizando ambas estructuras. Se llevan registradas 12 especies de mamíferos y dos especies de reptiles, algunos mamíferos son: el manigordo (*L. pardalis*), el zorro de cuatro ojos

(*Philander opossum*), el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), tepezcuintles (*C. paca*) (Figura 93) y conejo de monte (*S. floridanus*). En este informe, se corrige un importante resultado que se presentó en el I Trimestre del presente año, en el que se identificó un felino incorrectamente, luego de varias consultas con expertos se llegó a la conclusión de que el individuo se trata de un Jaguar (*Panthera onca*) y no manigordo (*L. pardalis*) como se tenía reportado (Figura 94). La confusión se genera ya que la foto no permite apreciar el patrón de manchas completo, capta la parte trasera y por el tamaño del individuo se concluye que es un juvenil. Este dato representa un resultado muy importante en la efectividad y monitoreo de las estructuras.



Figura 93. Evidencia de un tepezcuintle (*C. paca*) utilizando el paso subterráneo N°2. Octubre, 2017.



Figura 94. Evidencia de un jaguar (*P. onca*) utilizando el paso subterráneo N°1. Febrero, 2017.

**b) Rutas de paso de fauna arborícola.**

A partir de octubre del 2013 se realizaron recorridos para determinar rutas de paso de fauna arborícola. El resultado fueron tropas de tres especies de monos como: mono carablanca (*C. imitator*), mono araña (*A. geoffroyi*) y mono congo (*A. palliata*).

Para mantener la conectividad en estos sitios identificados, se han realizado diferentes estrategias. Se procuró mantener la conectividad evitando cortar algunos de los árboles fundamentales para el paso natural de fauna y se diseñaron y colocaron puentes o pasos aéreos en los sitios identificados.

En septiembre del año en curso se da por finalizada la construcción de los puentes aéreos con un total de 10 estructuras tanto dentro del Área de Proyecto como en las áreas de influencia directa. Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de los puentes mediante el uso de cámaras trampa y observación directa. A la fecha los resultados han sido satisfactorios (Figura 95).



Figura 95. Paso aéreo para fauna.

**Monitoreo**

El monitoreo de los pasos aéreos consiste en realizar recorridos por los sitios donde se ubica cada estructura, además, se consulta al personal que labora cerca de estos sitios si han observado presencia de monos o algún tipo de fauna utilizando los pasos y adicionalmente se colocan cámaras trampa en uno de los árboles que sujetan dichas estructuras.

Mediante cámaras trampa se reportan en el periodo una especie que se suma a la lista, un ardilla (*Sciurus variegatoides*), por otra parte, se registran especies como el mono congo (*A. palliata*), mono carablanca (*C. imitator*), etc. En la Figura 96 se observa un individuo de mono congo cargando una cría en uno de los pasos aéreos cercano a la quebrada Victoria.

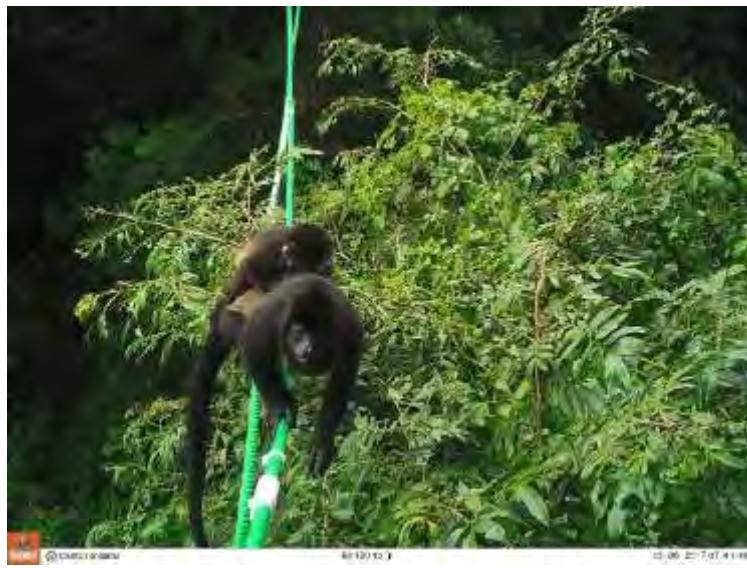


Figura 96. Mono congo (*A. palliata*) utilizando uno de los puentes para fauna arborícola. Octubre, 2017.

En el siguiente cuadro (Cuadro 24) se incluye el registro de las especies que han utilizado los pasos para fauna correspondientes al IV Trimestre 2017.

En general, se tienen registradas 14 especies que han utilizado los pasos subterráneos, tanto mamíferos como reptiles y un rastro que no fue posible identificar. Para el caso de los pasos aéreos se registran siete especies.

Cuadro 24. Registro de fauna que utiliza los pasos subterráneos y aéreos. IV Trimestre 2017, Proyecto Geotérmico Las Pailas II.

Año	Mes	Estructura	Familia	Especie	Nombre común	Cantidad
2017	10	Terrestre	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro cuatro ojos	1
2017	10	Terrestre	Leporidae	<i>Silvilagus floridanus</i>	Conejo	1
2017	10	Terrestre	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuatl	1
2017	10	Terrestre	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	1
2017	10	Terrestre	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuatl	1
2017	10	Terrestre	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuatl	1
2017	10	Terrestre	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuatl	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	3

Año	Mes	Estructura	Familia	Especie	Nombre común	Cantidad
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	3
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	10	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	2
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	2
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	10	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	10	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	11	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1

Año	Mes	Estructura	Familia	Especie	Nombre común	Cantidad
2017	11	Aéreo	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	1
2017	11	Aéreo	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	1
2017	11	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	11	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	11	Aéreo	Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Zorro de balsa	1
2017	11	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	11	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	11	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	2
2017	11	Aéreo	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1
2017	11	Aéreo	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	1
2017	11	Aéreo	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	1

## 2. Rotulación en vías de accesos.

### a) Rótulos de Prevención de fauna en la vía.

Medida completada en el informe presentado en Julio 2014 donde se mencionan los detalles de los trabajos (Figura 97).



Figura 97. Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía.

### 3. Fauna atropellada.

Durante el trimestre no se reportan animales atropellados.

## Medida U2P Nº 31. Ornitofauna y Mastofauna, modificación de hábitos alimenticios.

### Monitoreo del efecto del ruido.

El objetivo de este monitoreo es generar información sobre cómo el ruido producto de las obras constructivas del Proyecto influye en la presencia y abundancia de las especies de aves y mamíferos que ocurren en los alrededores de las obras (Figura 98). Bimensualmente se realizan las mediciones de ruido en conjunto con el monitoreo de aves y además, se

realiza monitoreo de mamíferos terrestres mediante recorridos diurnos, nocturnos y fototrampeo.



Figura 98. Mediciones de ruido efectuadas dentro del Proyecto. Noviembre, 2017

En la Figura 99 se observa que los niveles de ruido promedios obtenidos en noviembre oscilan entre los 32 dB y los 45 dB, un rango relativamente bajo comparado con resultados anteriores.

Se observa que las mediciones son similares en los tres transectos de monitoreo, sin embargo, en el T1 hay un faltante de mediciones en los PC 05, 06 y 07 los cuales se tuvieron que suspender por motivos de llovizna, lo cual, representa un riesgo para el equipo de medición si se utiliza bajo esas condiciones (Figura 99).



Figura 99. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo para monitoreo de aves durante noviembre 2017.

A continuación se presentan algunas de las principales fuentes de ruido que se identificaron en las mediciones de noviembre en los tres transectos de monitoreo (Cuadro 25).

Cuadro 25. Registro de fuentes de ruido reportadas en monitoreo del efecto del ruido en fauna.

Noviembre		
Lugar	Punto de conteo	Observaciones
T3	PC 01	Perforadora en PL-12
T2	PC-2, PC-3	Pasos de vehículos

### Rótulos Informativos

Medida completada en el informe presentado en septiembre 2014 donde se mencionan los detalles de los trabajos (Figura 100).



Figura 100. Rótulos instalados en el AP PG Pailas.

El Plan de manejo integral de Residuos Sólidos establece una metodología que no permite prácticas que propicien el acceso de fauna silvestre a los residuos sólidos ordinarios. Durante el periodo, se impartieron capacitaciones donde se les indica esa prohibición al personal tanto de la institución como contratistas. (Figura 101)



Figura 101. Charla de Inducción donde se indica la prohibición de alimentar animales.

Para evitar que los residuos orgánicos que no pueden ser aprovechados en la Planta de Compostaje sean extraídos por los animales silvestres, se cubren con una capa de tierra en el rellano sanitario con el que cuenta el proyecto. (Figura 102).



Figura 102. Cobertura de residuos orgánicos en relleno sanitario.

Para este periodo el viento aumenta su fuerza y ha provocado daños en la cobertura de la compostera, por lo que se han tenido que realizar trabajos de reparación para evitar que la fauna silvestre tenga contacto con los residuos orgánicos y perjudique la producción de abono y además ellos sufren algún inconveniente al alimentarse de los mismos. (Figura 103).



Figura 103. Reparación del sarán de la Planta de Compostaje.

En lo que respecta al CSRG para este trimestre se procedió a elaborar el plan anual para finalizar el estudio que asociado a la existencia de potenciales impactos causados por el ruido generado en plataformas de perforación profunda sobre las aves sonoras.

Durante el año 2018 se realizará un estudio piloto partiendo de los conocimientos obtenidos con respecto ruido ambiental y fauna, este pretende como objetivo principal detectar cuales son los potenciales impactos que podría estar causando el ruido ambiental sobre las especies que utilizan vocalizaciones para la interacción inter e intraespecífica.

Los objetivos específicos del estudio giran en torno:

- Una descripción básica del espectro sonoro en las plazoletas de perforación profunda.
- Tratar de determinar cuanta distancia se desplazan los niveles de ruido poco tolerables por la fauna, además cuáles serían la frecuencia y la presión sonora en dB de estos ruidos.
- Determinar unas especies clave de aves que vocalizan para comunicarse y determinar cuál podría ser el efecto del ruido ambiental sobre estas especies.
- Determinar las frecuencias de vocalización de murciélagos frugívoros e insectívoros y determinar durante las actividades de perforación se generan frecuencias de ruido que puedan enmascarar las vocalizaciones de estos mamíferos voladores.

Los alcances de dicha investigación son ambiciosos y demandarán periodos de investigación extensos, por dichas razones se programan actividades de trabajo (Cuadro 26) que inician desde el primer trimestre del 2018 y culminan con un informe preliminar de los puntos con lo que se pueda avanzar para finales del mismo año, teniendo claro que la investigación se podría extender por más tiempo, en caso de presentarse algún contratiempo.

Cuadro 26. Programación de actividades de planeamiento y ejecución de investigación.

Programa de trabajo 2018				
Actividades	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV
Diseño de la investigación (documento científico)				
Trabajo de campo y colecta de datos.				
Análisis de datos				
Informe preliminar				

**Medida U2P N°32 Ornitofauna y Mastofauna, mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.**

**Monitoreo de la eventual afectación de la Línea de Transmisión (LT) a la migración de aves en el AP.**

Se realiza un monitoreo mensual de aves en la ruta de la Línea de Transmisión (Figura 104). El monitoreo se realiza bajo la misma metodología de los monitoreos mensuales de aves. La ruta de la Línea de Transmisión atraviesa coberturas alteradas como pastizales con árboles dispersos, una franja pequeña de bosque de galería y borde de bosques alterados.



Figura 104. Monitoreo de aves en ruta de la Línea de Transmisión, octubre 2017.

Durante el trimestre se reporta un total de 92 individuos pertenecientes a 22 especies de 14 familias. Las especies más abundantes que se identificaron son el perico frentinaranja (*Eupsittula canicularis*, N= 21), la Urraca (*Calocitta formosa*, N= 13) y el Soterrey (*Thryophilus pleurostictus*, N=9)

Los pericos en general son aves que se caracterizan por moverse en bandadas de muchos individuos y muy bulliciosas. En el caso del perico frentinaranja esta especie forma bandadas de 30 o más individuos y en época de reproducción aumentan su número hasta 100 individuos o más. En el caso de las urracas, éstas viajan en bandadas bulliciosas y dispersas de 5 a 10 individuos, se les puede encontrar en matorrales espinosos, árboles en la sabana, arboledas cercanas a las casas y a lo largo de cursos de agua y bosques de galería (Figura 105).



Figura 105. Identificación de Urracas (*C. formosa*) durante monitoreo de aves en ruta de Línea de Transmisión, diciembre 2017.

#### **Instalación de dispersores para aves**

Los dispersores de aves son dispositivos en forma de espiral con colores llamativos, su función es permitirles a las aves esquivar la estructura eléctrica. Con esto se pretende evitar la muerte por colisión de aves tanto migratorias como residentes que se han identificado en los alrededores de la Línea (Figura 106).



Figura 106. Dispersores para aves instalados en LT.

**Monitoreo de la eventual afectación de la Línea de Distribución (LD) en la fauna arborícola.**

Se da por concluida la colocación de láminas antiescalamiento en los anclajes de los postes de LD del Proyecto. Estas estructuras se colocaron en todos los anclajes de los postes de la Línea de Distribución (LD) dentro del Área de Proyecto y las líneas eléctricas en la carretera principal al Proyecto y hacia el PNRV.

Las láminas antiescalamiento (Figura 107) son dispositivos creados para evitar que la fauna silvestre escale a través de los anclajes de los postes y así minimizar la muerte por electrocución de mamíferos arborícolas, por ejemplo: zorros, martillas, osos perezosos, osos hormigueros, entre otros.



Figura 107. Láminas antiescalamiento.

## **Medida U2P N°33. Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos, afectación por luminarias.**

### **Monitoreo del efecto de las luminarias**

El objetivo de este monitoreo es determinar las repercusiones o el efecto por la utilización de luz artificial a los insectos en el Proyecto Geotérmico Las Pailas II, además se pretende determinar e identificar si existe alguna especie o grupo mayormente atraído por las fuentes artificiales de luz en el PG Pailas II, específicamente en la Casa de Máquinas, recabar datos de diversidad y abundancia de insectos para determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por el tipo de iluminación utilizada en el AP.

El monitoreo inicia a las 18:00 y concluye a las 21:00, se coloca una manta blanca de 2x2 m con un sistema de luces que consta de: una extensión de dos bombillos de 20 watts que reciben corriente mediante un inversor de corriente eléctrica y dos baterías de 7 amperios para un monitoreo de aproximadamente 4 horas, la manta se revisa cada 15 minutos y se identifican los individuos a nivel de orden para determinar abundancia de grupos que son atraídos por las luces y a nivel de familia de ser posible, para determinar si alguna especie o familia está siendo mayormente afectada (Figura 108).

### **Resultados Casa de Máquinas Pailas II**

Se efectuó un monitoreo de insectos en noviembre. Se registran como ordenes abundantes: díptera, coleóptera y lepidóptera algunos representantes de estos grupos han sido colectados para su posterior identificación a nivel de familia.



Figura 108. Recolecta de insectos atraídos por las luces artificiales instaladas en los alrededores de la Casa de Máquinas. Noviembre, 2017.

Como parte del seguimiento al tipo de luminarias recomendadas para las actividades de perforación, se realizó un estudio que monitorea los parámetros eléctricos, cromáticos y fotométricos de luminarias LED tipo proyector. (Figura 90).

Los resultados obtenidos superan los rangos recomendados de 4100 K, por lo que considera reubicarlas en espacios amplios y cerrados como talleres y bodegas cuando ingrese la próxima compra en el 2018.

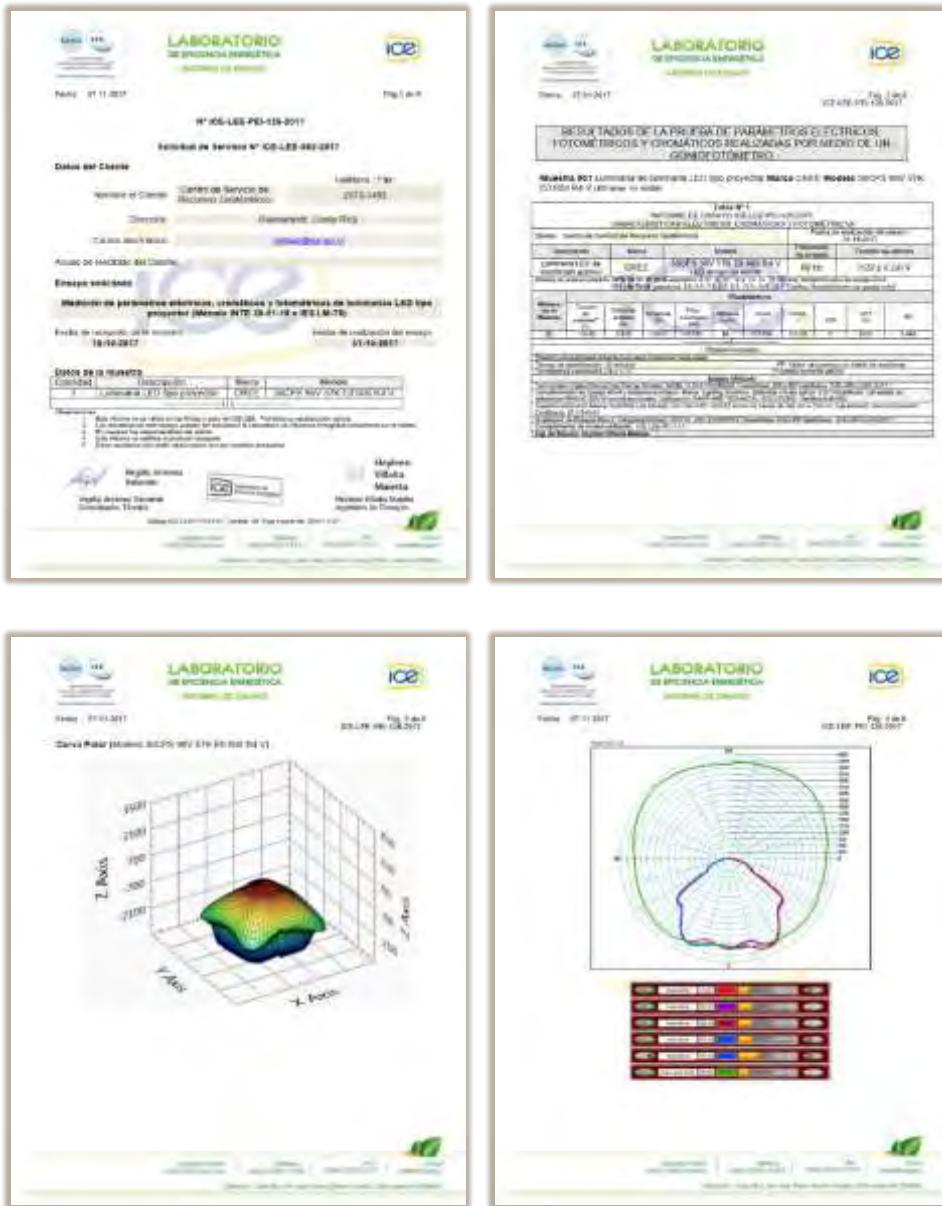


Figura 109: Resultados de análisis fotométricos de luminarias LED.

### Medida U2P N°34 Patrimonio, sitios arqueológicos.

#### Supervisión de movimientos de tierra en la ampliación de la subestación de Pailas I.

Se realizó una supervisión de movimientos de tierra en la subestación de Pailas II. Las obras correspondieron a la excavación de varios módulos de 2.5 x 2.5 metros con una profundidad de hasta 2.60 metros. Se supervisó previo y durante el proceso y se logró

descartar en superficie y subsuelo cualquier indicio o evidencia arqueológica, esto nos permite concluir que el desarrollo de esta obra no implicó afectación alguna al patrimonio arqueológico (Figura 110 y Flgura 111). Cabe mencionar que el área con anterioridad ya se encontraba alterada por la construcción de la subestación de Pailas I y que el material extraído consistió en un relleno de arcilla.



Figura 110. Módulos de excavación



Figura 111.Revisión de la tierra removida.

#### **Supervisión de movimientos de tierra en Plazoleta 13.**

Se realizó una supervisión de movimientos de tierra en la plazoleta 13. La obra correspondió a la excavación de un sector que atraviesa el vapor ducto. En la extensión se supervisó previo y durante el proceso y se logró descartar en superficie y subsuelo cualquier indicio o evidencia arqueológica, esto nos permite concluir que el desarrollo de esta obra no implicó afectación alguna al patrimonio arqueológico. Cabe mencionar que el área ya contó con una evaluación arqueológica realizada por la arqueóloga Gabriela Zeledón la cual reportó una densidad muy baja de fragmentos cerámicos.



Figura 112. Supervisión de movimiento s de tierra Plazoleta 13.

#### **Medida U2P Nº 35. Componente escombreras.**

En el sector de la escombrera se llevó a cabo la siembra de vetiver en el borde de la capa superior, esto con el objetivo de disminuir la velocidad del agua sobre los taludes y disminuir la erosión (Figura 113). Las labores a ejecutar a futuro se concentraran en la reforestación y recuperación ambiental de la capa superior de la escombrera, en la cual se colocara una capa de tierra orgánica, se dispersaran semillas de especies de plantas colonizadoras y se plantaran arboles de diversas especies.



Figura 113. Siembra de vetiver en capa superior de la escombrera 1.

## **Medida U2P Nº 36. Servicios Básicos, agua potable para consumo humano.**

Referente a la medida de construcción del Acueducto en la comunidad de Curubandé, a la fecha se cuenta con la autorización por parte de la Dirección de Aguas del MINAE para la captación de aguas; además de los estudios de suelos y el diseño hidráulico.

Para el trimestre se tienen avances en el diseño estructural y electromecánico, diseño de los tanques de almacenamiento, obtención de servidumbres, proceso de compra de materiales (válvulas y tuberías). La información pertinente sobre la construcción del Acueducto es replicada en las reuniones informativas y de seguimiento al Plan de Gestión Ambiental que se realizan con los actores sociales de la comunidad de Curubandé.

## **Medida U2P Nº 37. Condiciones de trabajo, Salud Ocupacional.**

A continuación se presentan los resultados de la gestión de Salud Ocupacional del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, correspondiente al cuarto trimestre del 2017.

### **1. Formación y entrenamiento**

En la Figura 114 se muestra el resultado de las capacitaciones efectuadas:

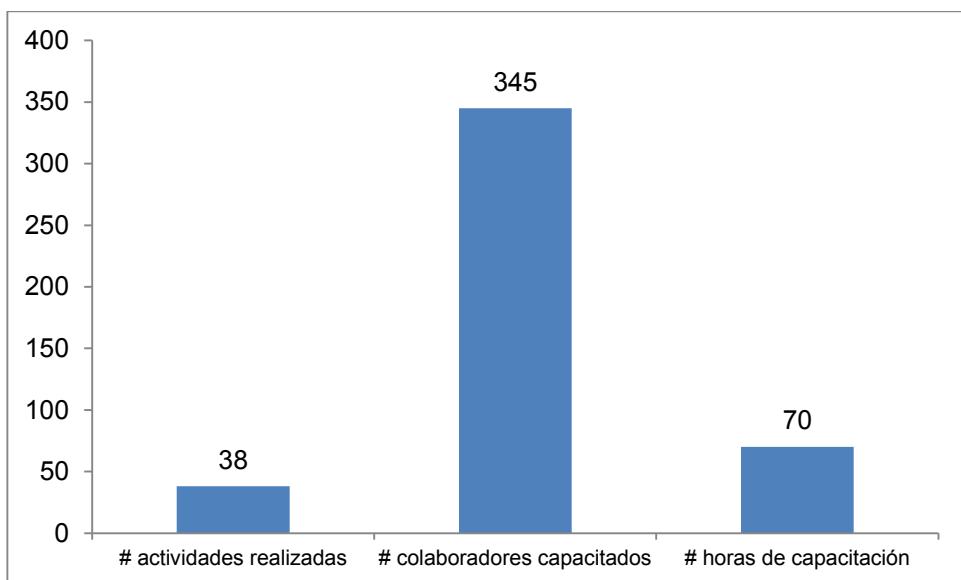


Figura 114. Actividades realizadas, horas de capacitación y colaboradores participantes, cuarto trimestre 2017.

En el cuarto trimestre del 2017, se invirtieron 70 horas de capacitación y se tuvo la participación de 345 colaboradores, para un total de 38 actividades. En la siguiente figura se muestran las capacitaciones brindadas por proceso, de acuerdo con dicha figura, las mayores necesidades de capacitación se presentaron en personal de Nuevo Ingreso, Obras Civiles, Servicios Generales, Maquinaria, Montaje Electromecánico y Redes Eléctricas.

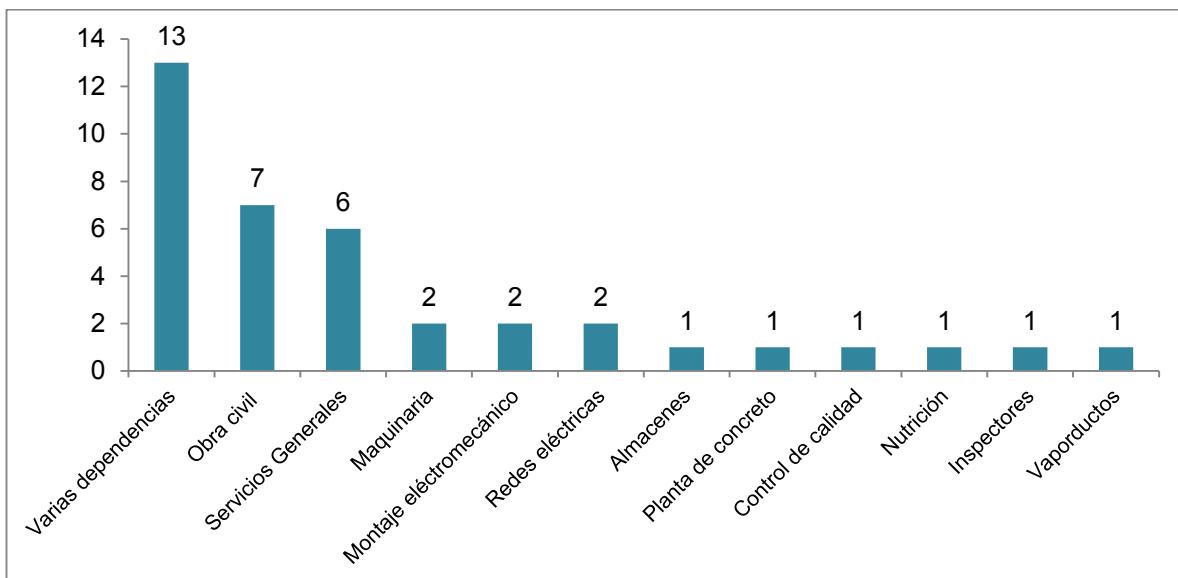


Figura 115 Distribución de capacitaciones por proceso, cuarto trimestre 2017.

Las capacitaciones abarcaron temas como trabajo en alturas, técnicas para manejo del estrés, manejo de sustancias peligrosas, manejo de cargas manuales, entre otros.

## 2. Inspecciones planeadas

En el cuarto trimestre del 2017, se realizaron 23 inspecciones planeadas (Figura 116), en las cuales se detectó un 95% de conformidad respecto a los aspectos evaluados.

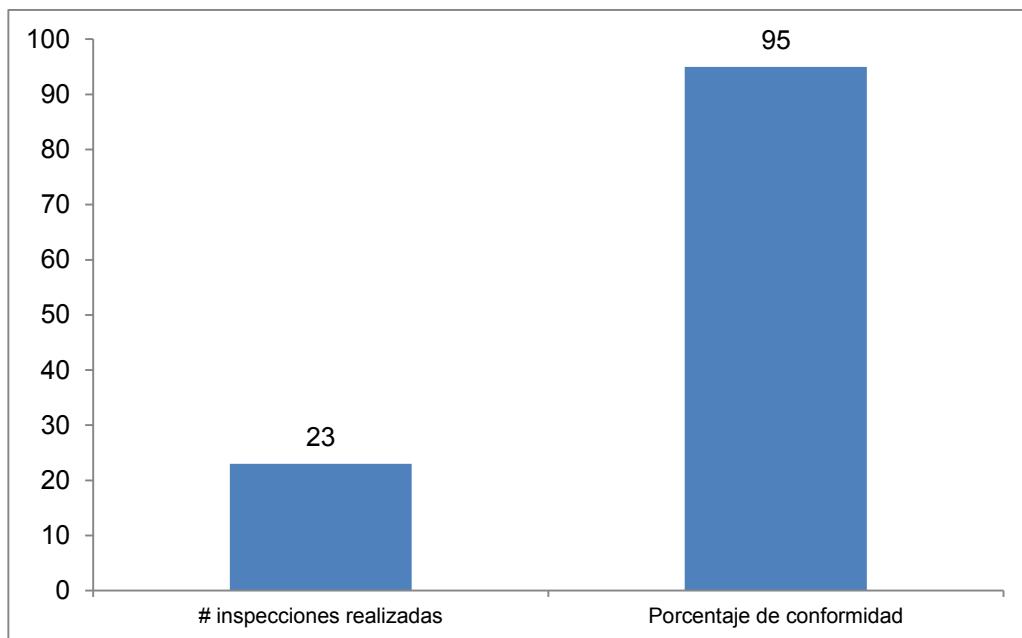


Figura 116. Inspecciones planeadas efectuadas y porcentaje de conformidad de aspectos evaluados, cuarto trimestre 2017.

En la Figura 117 se muestra las inspecciones realizadas por proceso, los aspectos verificados se encuentran en el Cuadro 27.

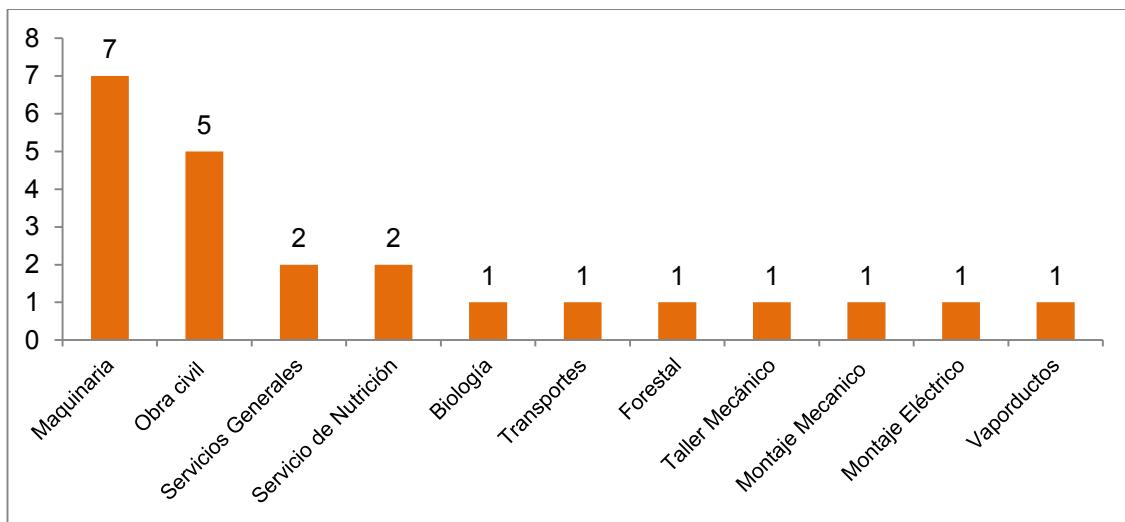


Figura 117. Inspecciones realizadas por proceso, cuarto trimestre 2017.

Cuadro 27. Aspectos inspeccionados por proceso, cuarto trimestre 2017.

Maquinaria	Condiciones de seguridad
Obra civil	Condiciones de seguridad, Recomendaciones JICA
Servicios Generales	Legislación nacional
Servicio de Nutrición	Inocuidad
Biología	Recomendaciones JICA
Transportes	Recomendaciones JICA
Forestal	Recomendaciones JICA
Taller mecánico	Condiciones de seguridad
Montaje mecánico	Condiciones de seguridad
Montaje eléctrico	Condiciones de seguridad
Vaporductos	Pintura y Sandblasting

### 3. Investigación y análisis de accidentes

Referente a la investigación y análisis de accidentes, durante este periodo ocurrieron 15 accidentes incapacitantes. Es importante mencionar que todos los accidentes fueron investigados con el fin de determinar las causas básicas e inmediatas, a partir de las cuales se elaboró un plan de acción para disminuir la probabilidad de recurrencia de los mismos.

### 4. Reuniones de grupo

Tal como se muestra en la Figura 118 para el periodo evaluado se efectuaron 184 reuniones de grupo, una población acumulada de 3889 colaboradores y 701 acuerdos de seguridad.

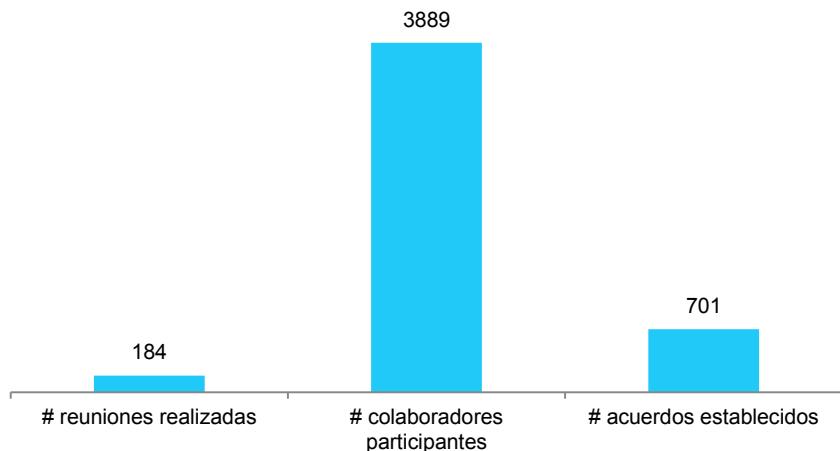


Figura 118. Reuniones de grupo realizadas en el tercer trimestre.

Las reuniones de grupo son un espacio donde se informa a los colaboradores de medidas de seguridad específicas aplicables a los procesos de trabajo, permiten reforzar aspectos preventivos de cada área.

##### **5. Promoción de salud y seguridad ocupacional**

Se realizaron 37 actividades de promoción con una población acumulada de 849 colaboradores (Figura 119). Los temas reforzados corresponden a protección auditiva, protección respiratoria, orden y limpieza, entre otros.

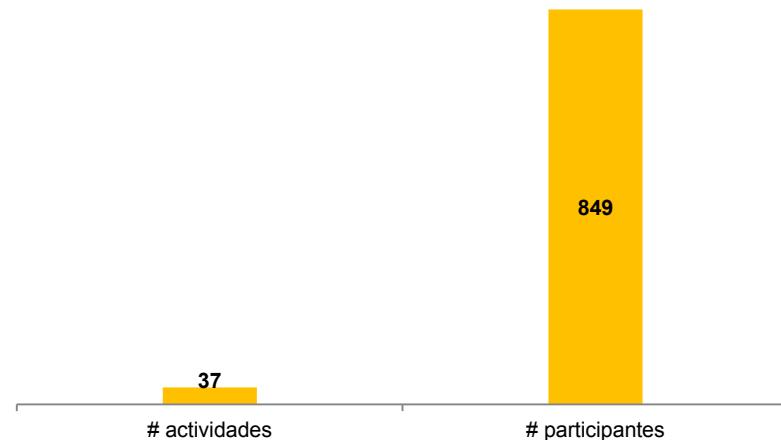


Figura 119. Actividades de promoción realizadas en el tercer trimestre.

##### **6. Inspección de maquinaria alquilada**

En el trimestre se realizaron 55 inspecciones de maquinaria alquilada, las cuales permitieron identificar 88 faltas (Figura 120).

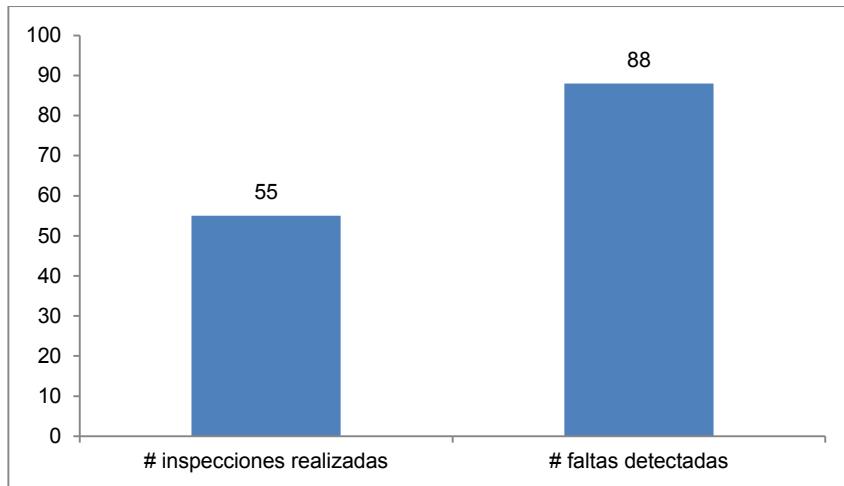


Figura 120. Inspecciones de maquinaria alquilada, cuarto trimestre 2017.

## 7. Muestreo de ruido ambiental

Para realizar el muestreo de ruido ambiental se seleccionaron los siguientes lugares, los cuales se encuentran dentro de la zona de influencia directa del proyecto:

- Escuela de San Jorge,
- Escuela Rincón de la Vieja
- Escuela de Curubandé
- Casa de habitación Curubandé
- Hotel Rincón de la Vieja Logde.

Los resultados de dos muestreos se presentan a continuación en el Cuadro 28:

Fecha de medición: 18-Octubre-2017 y 27 de noviembre-2017

Cuadro 28. Datos obtenidos en muestreo de ruido, cuarto trimestre 2017.

Muestreo diurno (Proyecto laborando)				
Nombre de la sesión o el estudio	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Escuela San Jorge Aula 1	10/18/2017 10:44:09	10/18/2017 10:49:22	56.20	Personal ICE realizando trabajos comunales en escuela
Escuela San Jorge Pasillo	10/18/2017 10:50:10	10/18/2017 10:55:11	60.50	Alumnos en tiempo de recreo
Escuela San Jorge Portón	10/18/2017 10:57:50	10/18/2017 11:02:52	56.30	Alumnos en tiempo de recreo
Escuela Rincón de la Vieja, Aula	10/18/2017 11:16:39	10/18/2017 11:21:42	54.30	Alumnos en tiempo de recreo
Escuela Rincón de la Vieja, Portón	10/18/2017 11:22:37	10/18/2017 11:27:38	55.30	Alumnos en tiempo de recreo
Hotel Rincón de la Vieja	10/18/2017 11:37:04	10/18/2017 11:42:05	50.20	Hotel cerrado no hay presencia de actividad, se percibe compresores de Casa Maquinas
Parque Nacional Rincón de la Vieja, entrada	10/18/2017 11:48:13	10/18/2017 11:53:14	56.40	Viento leve, salida y entrada de vehículos en parqueo

Muestreo diurno (Proyecto laborando)				
Nombre de la sesión o el estudio	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Casa Enid Calle	27/11/2017 9:55	27/11/2017 10:01	42.87	Se percibe paso de camiones.
Casa Enid Patio	27/11/2017 10:02	27/11/2017 10:07	30.62	Viento leve.
Escuela Curubandé, Portón	27/11/2017 10:18	27/11/2017 10:23	52.70	Viento leve, alumnos en clase.
Escuela Curubandé Pasillo	27/11/2017 10:25	27/11/2017 10:30	38.47	Viento leve, alumnos en clase.
Escuela San Jorge Aula	27/11/2017 11:12	27/11/2017 11:17	38.99	Aula sin alumnos, se percibe conversaciones en pasillos.
Escuela San Jorge, Portón	27/11/2017 11:26	27/11/2017 11:31	50.36	Hay presencia de ráfagas de viento de 5.3 m/s
Escuela Rincón Aula	27/11/2017 11:45	27/11/2017 11:50	51.17	Alumnos en clase - presencia de ráfagas de viento en corredor 4.3 m/s.
Escuela Rincón Portón	27/11/2017 11:53	27/11/2017 11:58	56.61	Alumnos en clase - presencia de ráfagas de viento en corredor 4.3 m/s
Hotel Rincón habitación 28	27/11/2017 13:21	27/11/2017 13:26	29.08	No se percibe proyecto.
Hotel Rincón Recepción	27/11/2017 13:28	27/11/2017 13:33	35.77	Viento moderado, voces de personas conversando en sitio.
Hotel Rincón Portón	27/11/2017 13:37	27/11/2017 13:42	40.64	Se percibe maquinaria de Proyecto, presencia de ráfagas de viento de 3.2 m/s
Parque Nacional Rincón de la Vieja, entrada	27/11/2017 13:53	27/11/2017 13:58	46.61	Viento moderado ráfagas de 8.6m/s, no se percibe Proyecto.

Muestreo nocturno				
Nombre de la sesión o el estudio	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Hotel Rincón de la Vieja Portón	10/18/2017 20:07:01	10/18/2017 20:12:07	49.20	Hotel cerrado no hay presencia de actividad, se percibe compresores de Casa Maquinas
Escuela San Jorge Portón	10/18/2017 20:36:42	10/18/2017 20:41:44	42.10	Viento leve, no hay presencia de personas.
Escuela Rincón de la Vieja Portón	10/18/2017 20:57:48	10/18/2017 21:02:50	44.80	Viento leve, se percibe sonido de aves nocturnas.
Parque Nacional Rincón de la Vieja, entrada	10/18/2017 21:30:10	10/18/2017 21:35:11	44.60	Viento leve, no se percibe fuentes de ruido externas.
Casa de Enid	10/18/2017 22:45:32	10/18/2017 22:50:33	43.20	Se percibe conversaciones de personas por la calle.

Escuela Curubandé Portón	10/18/2017 22:54:15	10/18/2017 22:59:16	50.20	Se percibe conversaciones de personas por la calle.
--------------------------	------------------------	------------------------	-------	---

Muestreo nocturno				
Nombre de la sesión o el estudio	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Hotel Rincón habitación 28	27/11/2017 19:55	27/11/2017 20:00	36.55	Viento moderado, no se percibe Proyecto.
Hotel Rincón Recepción	27/11/2017 20:03	27/11/2017 20:08	38.93	Viento moderado, ráfagas de viento 2.1 m/s.
Hotel Rincón Portón	27/11/2017 20:14	27/11/2017 20:19	44.16	Viento moderado, ráfagas de viento de 1.2 y 4.3 m/s.
Escuela San Jorge Portón	27/11/2017 20:46	27/11/2017 20:51	44.13	Viento moderado, presencia de ráfagas de viento de 4.5 m/s.
Escuela Rincón de la Vieja Portón	27/11/2017 21:11	27/11/2017 21:16	47.76	Viento moderado, presencia de ráfagas de viento de 4.6m/s.
Parque Nacional Rincón de la Vieja Parqueo	27/11/2017 21:35	27/11/2017 21:40	56.66	Presencia de ráfagas de viento de 4.2 y 8.5 m/s. no se percibe Proyecto
Casa Enid Calle	27/11/2017 10:30	27/11/2017 22:35	39.43	Presencia de ruido por ladridos de perros.
Escuela Curubandé Portón	27/11/2017 10:40	27/11/2017 22:45	38.77	Presencia de ruido por ladridos de perros.

En el artículo 20 del Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido N° 28718-S, para una zona-urbano residencial se establece como límite 65 dB(A) para el periodo diurno, con respecto a los datos obtenidos, todos los valores registrados se encuentran de conformidad con el parámetro de comparación.

En el caso del periodo nocturno para una zona-urbano residencial se establece como límite 45 dB(A), de los 6 sitios monitoreados el 18 de octubre, 2 registraron valores superiores al parámetro de comparación, uno de ellos es la entrada del Hotel Rincón de la Vieja, el cual registró 49.2 dB (A) y la entrada de la Escuela de Curubandé, que registró 50.2 dB (A). En el muestreo del 27 de noviembre hubo 2 registros superiores al límite, en el parqueo del Parque Nacional Rincón de la Vieja se tuvo 56.66 dB (A) y en el portón de la Escuela Rincón de la Vieja 47,76 dB (A).

Nota: El estudio de ruido se realizó con el equipo marca MASTECH, el cual no refiere fecha de calibración, fue prestado por el Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos.

## 8. Gestión médica

Con respecto a la gestión media se realizaron las siguientes acciones:

- Se brindaron 19 recomendaciones como parte de visitas médicas a las obras
- Se realizaron 26 exámenes prelaborales.
- Se realizaron 64 controles biológicos programados.
- Se desarrollaron un total de 34 actividades de promoción de salud.

- Se realizaron 144 valoraciones de alcohol y 144 valoraciones de sustancias psicoactivas.

El C.S.R.G cuenta con procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud ocupacional, asimismo anualmente se establece un programa de seguridad y salud ocupacional, según la legislación actual, adaptada a las condiciones del sitio de trabajo. Todas las actividades de capacitación brindada al personal durante este año se resumen en el siguiente gráfico (Cuadro 29).

Cuadro 29. Registros de capacitación en salud y seguridad ocupacional.

TEMAS ABORDADOS
Seguridad Vial
Protección contra caídas
Precaución ante la radiación solar
Protección auditiva
Extintores
Manejo manual de cargas
Protección respiratoria
Riesgo eléctrico
Equipos de protección personal
Espacios confinados
Descargas atmosféricas
Trabajos con soldadura
Detectores de Gas
Uso y manipulación de explosivos
Serpientes
<b>Total de 326 horas de capacitación y 1623 colaboradores capacitados</b>

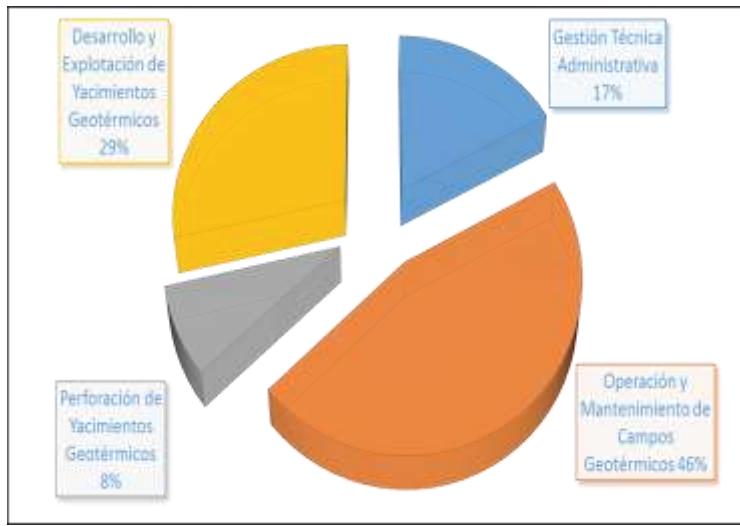


Figura 121. Capacitaciones en Seguridad Ocupacional.

Se realiza una fuerte divulgación y capacitación del programa a los trabajadores del proyecto y se definen medidas de seguridad. Existen lineamientos internos relacionados al uso de equipo de protección personal (EPP), y se entrena al personal su uso adecuado. (Figura 122)

**CSRQ Diciembre 2017**

## Protección contra caídas

Las caídas son las causas más comunes de lesiones graves y muertes relacionadas con el trabajo. Los empleadores deben tomar medidas en sus plantas de trabajo para impedir que los empleados se caigan de plataformas o puestos de trabajo elevados, o en agujeros, en pisos y paredes.

**Equipo de protección requerido**

1. Casco de seguridad: ANSI Z39.1 (última versión); Tipo II, Clase E y G; Aplicaciones con Electricidad) y C (Aplicaciones con Electricidad), con barbiquejo.
2. Lentes de seguridad: ANSI Z87.1
3. Güante de seguridad: que cumplan con la normativa EN388, cómodos y acorde con la tarea a realizar.
4. Calzado de seguridad: de cuero antideslizante con o sin puntera, acordes con la tarea a realizar.
5. Arnés de seguridad con Argolla Dorial: ( como mínimo), ANSI Z359.11, fabricado en material acorde con la tarea a realizar.
6. Conector de punto de anclaje: ANSI Z39.1 (última versión), compatible con punto de anclaje y con el conectar de la línea de vida.
7. Línea de Vida con Absorbedor de Energía: ANSI Z359.12, (última versión), fabricado en material acorde a la tarea.

**Consejos**

1. Utilice ropa cómoda acorde con la tarea.
2. No porte billeteira u objetivo en sus labores.
3. Recuerde ajustar correctamente su equipo y anclársela una altura segura para no alcanzar el nivel inferior.
4. Se recomienda la inspección de la condición y funcionamiento de cada equipo antes del uso.

Elaborado por:  
Ing. Oscar Ramírez Gutiérrez  
Seguridad Ocupacional  
Gestión Técnica Administrativa

Figura 122: Material informativo al personal sobre temas de salud y seguridad

Las áreas de trabajo que almacenan materiales o sustancias peligrosos cuentan en sitio con un área para ubicar las hojas de seguridad ( Figura 123).

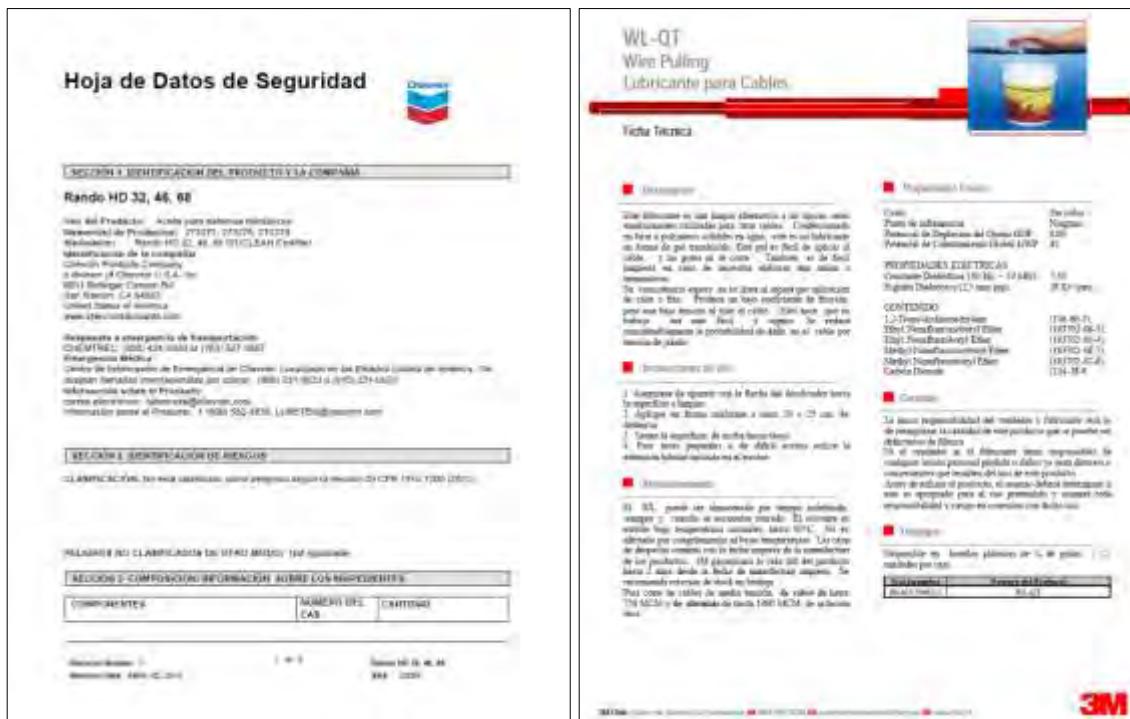


Figura 123: Hojas de seguridad en perforadoras

### **Medida U2P N°38. Social, alteración de la cotidianidad de las Comunidades.**

- Estrategia de comunicación anual con los grupos de interés del proyecto**

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) del Proyecto establece diversas medidas de control socioambiental, entre estas, la estrategia de comunicación, mecanismo de enlace entre los actores sociales y el Proyecto.

La Gestión Social es el área encargada de programar de manera trimestral las reuniones informativas sobre el avance del Proyecto y de seguimiento al PGA en las comunidades del área de influencia directa (Curubandé, Santa María, San Jorge). En los espacios informativos se atienden solicitudes y quejas comunales relacionadas a temas de infraestructura, servicios, entre otros. Además, se programan reuniones con hoteleros de la zona.

- Seguimiento Comunal e Institucional***

#### **Reuniones Comunales**

Para el trimestre se realizaron 2 reuniones comunales con los actores sociales de las comunidades de Curubandé y San Jorge, lo anterior forma parte de las acciones establecidas en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II. El Cuadro 30 muestra los detalles y la Figura 124 las reuniones realizadas en las comunidades de San Jorge y Curubandé.

Cuadro 30. Registro de Reuniones Comunales IV Trimestre, 2017.

Grupo / Organización	Objetivo	Fecha	Participantes
ADI-Curubandé	Informativa: Seguimiento PGA Pailas II	28/11/2017	3
Grupo organizado San Jorge	Informativa: Estado de avance del Proyecto.	05/12/2017	3
<b>Total: 2 reuniones</b>			



Figura 124. Reunión Comunal San Jorge (derecha) y Reunión Comunal Curubandé (Izquierda), IV Trimestre 2017.

- **Protocolo para la atención de consultas, solicitudes o denuncias**

Como parte de la atención y seguimiento al Método interno PGP-UGA-04 “Método para la atención de solicitudes comunales”, en el cuarto trimestre se recibieron 10 solicitudes comunales, a la fecha se encuentran finalizadas. Entre los temas según solicitud, encontramos colaboración con el mantenimiento de caminos, transporte, infraestructura comunal y servicios.

Cuadro 31. Solicitudes comunales, IV Trimestre 2017

Nº Solicitud	Grupo Organizado	Estado
179	Asociación Cristiana Camino La Esperanza	Finalizado
184	Vecinos Barrio Porvenir de Curubandé	Finalizado
185	Juana Menbreño Escalante	Finalizado
186	Paula Vega Lezama	Finalizado
187	Parroquia Miravalles	Finalizado
188	ADI Curubandé	Finalizado
189	Eduardo Estrada Cárcamo	Finalizado
190	Asociación de Desarrollo Específica Pro CEN CINAI Cañas Dulces	Finalizado
193	Grupo de Damas Voluntarias de Cañas Dulces	Finalizado
194	ADI Curubandé	Finalizado
<b>Total: 10</b>		

- **Solicitudes atendidas en el trimestre**

En atención a la solicitud comunal recibida en el mes de setiembre 2017, por parte de la Escuela San Jorge, relacionada a la solicitud de mano de obra para la construcción de techo y cielo raso de la institución, la misma fue aprobada por la Dirección del Proyecto.

Los trabajos iniciaron el 20 de setiembre y finalizaron el 17 de noviembre, el centro educativo suministró los materiales requeridos, el Proyecto colaboró con la mano. La Figura 125 muestra los trabajos realizados.



Figura 125. Construcción de techo y cielo raso, Escuela San Jorge, IV trimestre, 2017.

- **Programa de Educación Ambiental con el público interno y externo**

#### **Público interno**

En relación a las actividades de Educación Ambiental dirigido al público interno, en el periodo se realizaron charlas donde se abordaron temas como, Rescate de Flora y Fauna Silvestre, Generalidades de Serpientes. Los detalles se muestran en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Charlas Educación Ambiental, público interno. IV Trimestre 2017.

Mes	Temas	Nº	Público	Cantidad personas
Octubre	Rescate de Flora y Fauna Silvestre	1	Obra Civil	13
	Generalidades de Serpientes	1	Obra Civil	13
	Rescate de Flora y Fauna Silvestre	1	Montaje Eléctrico	6
	Generalidades de Serpientes	1	Montaje Eléctrico	6

Correspondiente a las actividades de Educación Ambiental dirigida al público externo (Escuela Curubandé, Rincón de la Vieja, San Jorge) se realizó una gira de campo a la Planta Geotérmica Miravalles y la Planta Miravalles Solar, lo anterior con el objetivo conocer el proceso de generación de la energía geotérmica y solar, el Cuadro 33 muestra el detalle.

Cuadro 33. Actividades de Educación Ambiental, público externo, IV Trimestre 2017.

Fecha	Grupo / Organización	Objetivo	Participantes
10/11/2017	Escuela Curubandé	Energías Limpias	15
16/11/2017	Escuela Rincón de La Vieja		7
16/11/2017	Escuela San Jorge		4
<b>Total</b>			<b>26</b>

La Figura 126 muestra las actividades desarrolladas con las Escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge.



Figura 126. Actividades de Educación Ambiental, IV Trimestre 2017.

- **Comunicación interna orientado a la inducción a los trabajadores y contratistas**

Las charlas dirigidas a trabajadores y contratistas tienen como objetivo dar a conocer las normas y el comportamiento que estos deben de mantener entre semejantes y la población de las comunidades del área de influencia directa del Proyecto. Como se detalla en el Cuadro 34, para el cuarto trimestre se realizaron 4 charlas con participación de 23 personas.

Cuadro 34. Registro de Charlas de inducción, IV Trimestre 2017.

Fecha	Lugar	Cantidad personas
10/10/2017	Pailas II	6
07/11/2017	Pailas II	3
21/11/2017	Pailas II	12
28/11/2017	Pailas II	2
<b>Total</b>		<b>23</b>

## Medida U2P N°39. Social, percepción local.

Un total de 742 personas laboran en el Proyecto, como lo muestra la Figura 127, el 84% de los trabajadores son de la provincia de Guanacaste, el 12% proviene de Alajuela. En menores porcentajes, personal de San José (2%) Cartago y Puntarenas (1%).

De los trabajadores de la provincia de Guanacaste (84%) el 37% reside en el cantón de Liberia, un 17 % provienen de Curubandé, Santa María y San Jorge (comunidades del área de influencia directa del Proyecto).

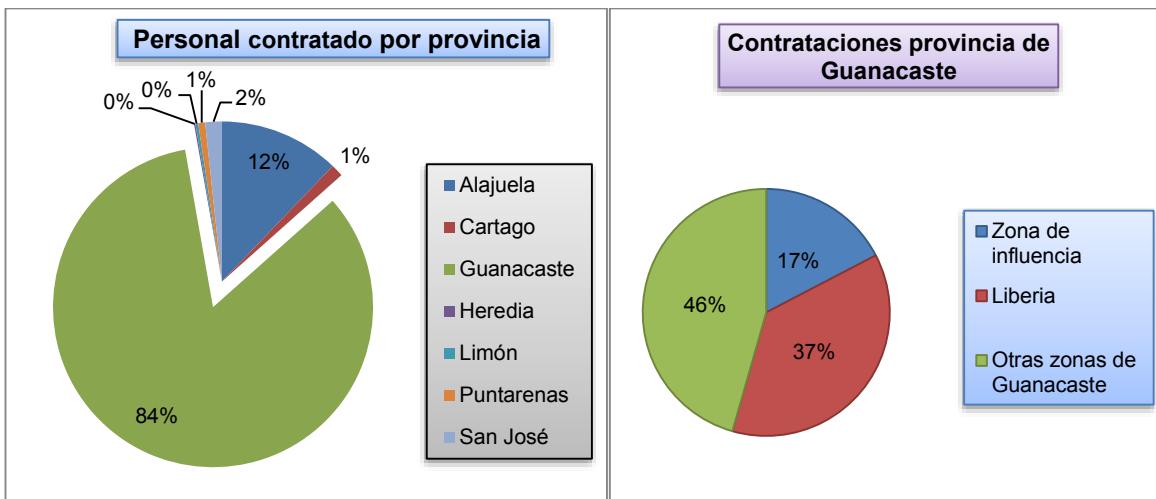


Figura 127. Personal contratado por provincia. IV Trimestre, 2017.

## Medida U2P N°40. Social, Seguridad vial.

La construcción de reductores de velocidad y la señalización peatonal son medidas establecidas en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto, estas fueron ejecutadas en las comunidades del área de influencia directa. En total se construyeron 7 reductores de velocidad, 2 en San Jorge, 2 en Santa María y 3 en Curubandé.

Frente a las escuelas de las comunidades mencionadas, se demarcaron pasos peatonales (Figura 128) con el objetivo de que garantizar la seguridad de la población de la zona.



**Figura 128.** Señalización peatonal, Escuela Curubandé, IV Trimestre 2017.

Todos los vehículos que actualmente utiliza el proyecto se encuentran identificados con el logo del ICE (Figura 129), en el caso de los vehículos alquilados, se encuentran identificados en el parabrisas con un rótulo a color con el logo del ICE y con el nombre del Proyecto.

Para la debida recepción de quejas asociadas al comportamiento inadecuado de funcionarios y contratistas del Proyecto, se socializa con los diversos actores comunales y personal del Proyecto la línea gratuita **800-GEOTERMIA** (800-436-376-642) y el medio electrónico [inforecursosgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforecursosgeotermicos@ice.go.cr). En las comunidades de influencia directa se han colocado rótulos informativos en puntos estratégicos. (Figura 130).



Figura 129. Rotulación vehículo alquilado ICE.



Figura 130. EBAIS, Curubandé.

En la ruta de acceso principal al Proyecto se colocaron 4 reductores de velocidad, paralelo a lo anterior, se cuenta con rotulación vertical en los sitios cercanos a los frentes de trabajo como medida de prevención para el paso de vehículos y maquinaria pesada. En la Figura 131 se aprecia el detalle.



Figura 131. Rotulación paso maquinaria pesada, ruta de acceso Proyecto.

#### **Medida U2P Nº41. Social, actividad turística.**

Como parte del mecanismo de comunicación utilizado por el Proyecto con los grupos asociados a la actividad turística de la zona de influencia directa se atienden solicitudes, inconformidades y se les informa sobre el avance del Proyecto. En el trimestre se realizó una reunión con representantes del Hotel Rincón de la Vieja Lodge. Se tiene programado el espacio con personeros del Hotel Hacienda Guachipelín.

En el sector colindante entre las propiedades del Hotel Rincón de la Vieja Lodge y la propiedad donde se desarrolla el Proyecto, se llevó a cabo la construcción de una cerca que delimita el paso de los turistas hacia sectores donde se ubican las obras del Proyecto, esto con el fin de salvaguardar la integridad de las personas y asegurar el desarrollo adecuado de las labores constructivas del proyecto.



Figura 132. Cerca construida para delimitar el paso de turistas.

#### **Medida U2P Nº 42. Paisaje, inserción de Obras.**

Las pantallas vegetales ubicadas en el sector de la Escombrera 1 y del sector de la Casa de Máquinas, se encuentran culminadas, actualmente se realizan procesos de mantenimiento de los árboles, se realizaron chapeas para eliminar las plantas que compiten por agua y nutrientes, se aplicó abono granulado 10-30-10

De las medidas U2P N°43 a la U2P N°46 corresponden a la etapa de Operación de la futura segunda unidad de la ampliación Las Pailas. En el Anexo 4 se adjunta el Informe de la Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental del área de la Planta, edificio de la Casa de Máquinas Pailas I.

### c. Otros datos específicos

#### ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO.

##### Planta de Generación de Electricidad

En obras de la Planta se finaliza con el edificio de control y Casa de Máquinas a nivel de obra gris y acabados, estando pendiente la ventanería y puertas. Se trabaja en las canalizaciones (ductos) para cables eléctricos, los cimientos del pipe rack, acabados del nicho de las bombas de pozo caliente, acabados de la piletta de la torre de enfriamiento. Se inicia con la construcción del cimiento para el transformador principal, el muro cortafuegos, el tanque colector de aceites, las vías para el transformador y se colocan los soportes de los cimientos para el módulo elevador de la subestación, el cual se encuentra dentro del área de Casa de Máquinas. Además se continuó con los cimientos de gases no condensables y cimientos de tubería.

Con respecto al montaje mecánico se colocaron los abanicos y las chimeneas de la Torre de enfriamiento, se realizó el cerramiento de toda la torre. En Casa de Máquinas y edificio de control se ha colocado el 98% de cerramiento entre paredes y techo. Se ha trabajado en el montaje de las bombas de pozo caliente y el condensador. Además, se inicia con el montaje del secador de vapor. También se ha colocado en el sitio el transformador auxiliar.

En cuanto la parte eléctrica se ha trabajado en las conexiones de malla de tierra, canastas eléctricas y los equipos de tableros de control y transformadores de servicio propio. Actualmente, se cuenta con un avance de 18% en Casa de Máquinas y un avance de 90% en la Torre de Enfriamiento.

En la Figura 130, Figura 131, Figura 135 se muestran los avances en los trabajos de la Casa de Máquinas donde se puede apreciar todo el sitio de las obras.



Figura 133. Avances de trabajos en el sitio de Casa de Máquinas.



Figura 134. Avance en la cimentación del transformador principal.



Figura 135. Avance en la torre de enfriamiento.

### **Plazoletas de Perforación**

Durante este periodo se inicia con los trabajos en la Plazoleta 13, se construyen los soportes de la tubería, los canales de drenaje, los cimientos de silenciadores y se están fabricando los soportes metálicos de la tubería. En el PL-11, se inicia con la colocación del último pasoducto.



Figura 136. Construcción de Canales en PL-13.

### Tuberías de trasiego de fluidos Geotérmicos

Durante este trimestre no hay avance con respecto a las tuberías de campo. El avance en general en el cronograma de la tubería es de 98.05%. Durante este periodo se terminó con el trayecto pendiente sobre la omega vertical en el paso de la quebrada El Yugo.

### Estaciones de Separación

Durante este trimestre, se trabajó principalmente en el área de montaje mecánico, en la actividad de montaje de válvulas, bridas y andamios. El avance general de la Estaciones Separadoras es de 84.34%.



Figura 137. Avance ES-02 (Colocación de válvulas).

## **Sistema de Refrigeración en Frío**

El sistema de reinyección frío está compuesto por tres lagunas de enfriamiento y dos rutas de alcantarillado que evacuan las aguas de las Estaciones separadoras hacia las lagunas. Además, de una tubería en PEAD que conecta el Torre de Enfriamiento de Pailas I con Pailas II. El avance general del SRF es de un 99.52%

### **Laguna 4**

En la laguna 4 se encuentra entregada.

### **Laguna 2**

En la laguna 2 se finaliza con la perforación horizontal dirigida para construir el sistema de drenaje y manejo de aguas de la misma con fin de la evacuación de estos fluidos. Así mismo se finaliza con la estructura de la toma de salida.



Figura 138. Laguna 02.

### **Laguna 3**

Está pendiente la perforación horizontal dirigida para evacuar las aguas de la laguna, subdrenajes y cunetas y la construcción de la toma de salida. A la fecha cuenta con un avance de un 93%.

### **Tubería de polietileno para reinyección de lagunas**

Se cuenta con un avance de 98%, se está en la espera de colocación de válvulas, la tubería de PEAD se encuentra totalmente colocada.

### **Escombrera**

En este periodo, para la Escombrera de Pailas 1, se ha colocado un volumen total de 530 938 m<sup>3</sup> de material total. El material colocado de este periodo es proveniente principalmente de las excavaciones de Casa de Máquinas y plazoletas de perforación y cimentaciones de torres de la LT. Actualmente, la cota de altura de la Escombrera es de 696.10.

En la ampliación de la Escombrera se ha colocado 14 137 m<sup>3</sup> de material, provenientes de Casa de Máquinas y la PL-13.



Figura 139. Ampliación de la Escombrera Pailas I.

### **Subestación**

Durante este trimestre se continúa con las actividades de construcción de la aplicación de la subestación Pailas II. Se han realizado actividades colocación de soportes, canalizaciones eléctricas y montaje de torres. Tiene un avance de: 27.08%.

### **Línea de Transmisión.**

La línea se encuentra finalizada y está a la espera de las pruebas. El avance general de la actividad de 79.8%.



Figura 140. Tendido de cables.

## **Manejo de aguas de caminos internos**

Durante este trimestre se continúa con los trabajos de cunetas para los caminos internos.



Figura 141. Cunetas de caminos internos.

## **Edificios Administrativos CSRG**

Durante el periodo se presentó la solicitud de permiso de corta al Ministerio de Ambiente y Energía. En total se solicitó permiso para realizar la tala de 1199 árboles con un volumen aproximado de 186.38 m<sup>3</sup> de madera. La solicitud de permiso está ligada al contrato de regencia forestal 0002662 H del Ingeniero Forestal Alejandro Fallas Castillo.

Scanned by CamScanner

Figura 142. Contrato de regencia forestal para el permiso de corta de la Urbanización del CSRG.

### **Otras actividades ejecutadas.**

Para este periodo se requirió realizar limpieza de la laguna de cortados de roca provenientes de las perforaciones realizadas en PL-13, hacia las lagunas del PL-01 y PL-10, ya que la acumulación de cortados representaba una disminución en el almacenamiento de agua y salmuera para atender el proceso de perforación y pruebas de producción del PGP-63.

Los trabajos de extracción de cortados iniciaron el 2 de octubre del 2017, finalizando el 03 de noviembre del 2017. Dicho traslado se realizó mediante vagonetas, a las cuáles se les aseguró la compuerta con geotextil, tierra y piedra cuarta, para evitar derrames durante el traslado (Figura 143).



Figura 143: Adaptación de geotextil en compuerta de vagonetas utilizadas durante el traslado.

Como se mencionó anteriormente, el material se dispuso en dos lagunas, una ubicada en el PLP-01 (Figura 144) y la otra en PLP-10 (Figura 145), ambas reunían las pautas ambientales requeridas para la correcta disposición del material.



Figura 144: Laguna del PLP-01 durante vaciado de lodos.



Figura 145: Laguna del PLP-10 después del vaciado de lodos.

Las rutas utilizadas para el traslado de cortados de roca fueron las siguientes:

- Para el PL-01, salida de PL-13, por PL-11, puesto de vigilancia #4, puente Río Colorado, finalizando en PL-01.
- Para PL-10, salida de PL-13, por PL-11, puesto de vigilancia #4, puente Río Colorado, tomando el camino interno hacia Guayabo.



Figura 146: Rutas utilizadas para el traslado de cortados provenientes de PL-13.

En total se trasladaron aproximadamente 3000 m<sup>3</sup> (2200 en la laguna del PGP-01 y 800 en la laguna del PGP-10). Finalmente, se concluye que durante los traslados de cortados de roca provenientes de PLP-13, no ocurrieron afectaciones ambientales provocadas por derrames, ya que los trabajos se realizaron de manera segura y tomando en cuenta las consideraciones ambientales y de seguridad definidas previamente.

## **2. NO CONFORMIDADES**

- No se presentan no conformidades.

## **3. CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL PERIODO ANTERIOR**

- Se realizan trabajos de conformación y recuperación de las escombreras, incluyendo trabajos de manejo de aguas superficiales en concreto.
- Se continúa recuperando la tierra orgánica, ésta se acopia en la Escombrera Pailas I y se utiliza en la restauración de taludes de las plataformas y superficie de la escombrera de la PL-13.
- Todas las vagonetas tandem utilizan el cobertor cuando transportan material, lo que disminuye el efecto del polvo.

## **4. NUEVAS RECOMENDACIONES**

- Dar continuidad al trabajo de conformación y recuperación de escombreras, así como a las obras de manejo de aguas pluviales.
- Continuar recuperando la tierra “orgánica”, cuando se realicen movimientos de tierra superficial.
- Continuar impermeabilizando los sitios donde se manejan o almacenan sustancias peligrosas, como por ejemplo combustibles o aceites.
- Continuar con la confinación de los sitios donde se manejan residuos orgánicos con el fin de evitar que los animales lleguen hasta los mismos.
- Continuar con los trabajos de recuperación taludes de plazoletas, satélites, caminos, lagunas y demás obras, con el fin de disminuir el efecto de la erosión.
- Continuar con el seguimiento al tema de que las vagonetas tandem utilicen el cobertor cuando transportan material, para disminuir el efecto del polvo en el aire.
- Continuar con el seguimiento que brinda el área social mediante las reuniones con los grupos comunales.
- Continuar con el mantenimiento adecuado y a tiempo a los sistemas de sedimentación.
- Implementar periódicamente mediciones físico-químicas en las aguas que salen de las trampas para grasas o aceites, materiales absorbentes para mejorar la retención de las trampas.

## 5. ANEXOS

### Anexo 1. Comprobante de depósito de Garantía Ambiental.

DA DE VALOR		DETALLE DE LA TRANSACCIÓN					ESTADÍSTICAS Y ADMINISTRACIÓN DE VALORES	
CV	NOMBRE	Monto	Moneda	N/P	Taxi	F. Emisión	F. Vencimiento	Descripción
7297	MINAST-SECRETARIA TECN. NAC. AMBIEN (SETENA)	4,545,423.00	D	N	0.0000	17/02/2013		EXP 789-2004-SETENA PROYECTO LAS PAJAS (INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD-4000-042139)
OTROS VALORES	CARTA DE GARANTIA CITIBANK, DÓLARES							
OTRO VALOR	No. Valor	Monto	Moneda	N/P	Taxi	F. Emisión	F. Vencimiento	Descripción
	GC-20021701	4,545,423.00	D	N	0.0000	17/02/2013		EXP 789-2004-SETENA PROYECTO LAS PAJAS (INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD-4000-042139)
Total:	2,629,475.171.82	Incl:	4,545,423.00 Dólares A.I.		555.13			Valores:
REC DE INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD 4-000-042139 GARANTIA DE CUMPL SETENA EXP 789-2004-SETENA PROYECTO P.G LAS PAJAS MIG 17-02-17 AL 17-02-19 DATOS SUMINISTRADOS POR EL SUBITE QUEDA A LA ORDEN DE SETENA								
 <p>BANCO NACIONAL DE COSTA RICA ZONA COMERCIAL CENTRAL Isabel Jiménez Vargas EMPL. 11768 ADM. Y CUSTODIA DE VALORES</p> <p><b>SECRETARIA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL</b></p> <p>* 09 MAR 2017 *</p> <p>marlene 9:48</p> <p><b>CORRESPONDENCIA</b></p>		 <p>BANCO NACIONAL DE COSTA RICA OFICINA PRINCIPAL - 208 Leslie Sancho Valverde EMPL. 13510 ADM. Y CUSTODIA DE VALORES DE C.R.</p> <p><b>SETENA</b></p> <p>Al consultarrellérase a Consultativa No.: ENTREGADO POR:</p> <p>2186 04</p>						
Página 1								

## Pronóstico Plan de Gestión Ambiental Unidad 2 Campo Geotérmico Las Pailas – Proyecto Geotérmico Las Pailas. (Decreto 32966 Anexo 1 inc.12)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar impacto) (1)	Factor ambiental (a ser impactado) (2)	Impacto ambiental (3)	Marco legal aplicante (4)	Medida(s) ambiental(es) (5)	Responsable (es) (Ejecución) (6)	Objetivos ambientales (síntesis de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
<b>MEDIDAS JICA 2013 – ICE AJUSTE PGA 2012 – FASE CONSTRUCCIÓN – MANEJO CAMPO GEOTÉRMICO – CENTRO DE GENERACIÓN (PLANTA)</b>											
Perforación -01 U2P#1	<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)</b>	Educación Ambiental	Formación y conciencia ambiental	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 12, 13, 59)	El personal de perforación debe recibir charlas ambientales relacionadas con los siguientes temas: a) Impactos ambientales considerados en los programas del plan de gestión ambiental. b) Manejo de residuos. c) Prevención y control de incendios (brigadas). d) Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias).	<b>Director del CS Recursos Geotermicos</b>	Mejorar la conciencia ambiental de los colaboradores de perforación.	<b>Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico</b>	Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – Número de colaboradores capacitados / número total de trabajadores de perforación (o brigadas según corresponda) ≥ 0,75 – Informe trimestral. EJECUTOR: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -02 U2P#2		Gestión de Residuos	Contaminación por el manejo inadecuado de residuos	Ley de Tránsito por vías públicas terrestres – 7331 (Art.34, 35, 121) -- Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 68, 69). Ley 8839 Para la gestión integral de residuos. Decreto 37788 Reglamento General Para La Clasificación y manejo de residuos peligrosos	1. Separar los residuos generados de acuerdo con lo indicado en el procedimiento CSRG-GE-GA-DSGA. 2. Los derrames deben ser recuperados utilizando papel absorbente, y la tierra o material contaminado que sea recuperado se debe colocar en recipientes y enviar al área de Gestión Ambiental para su adecuado tratamiento. 3. No permitir el uso de vehículos, maquinaria o equipos que presenten fugas de combustibles o lubricantes.		Realizar el tratamiento adecuado de los residuos generados en las actividades de perforación de pozos geotérmicos.		Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – Inspecciones semanales de los sitios de perforación. – Informes trimestrales de las cantidades de residuos recuperados en el centro de transferencia del CSRG. EJECUTOR: CSRG		
Perforación -03 U2P #3		Paisaje	Alteración del paisaje	Ley Orgánica del Ambiente (59, 60, 71, 72)	1. Los sitios de perforación deben permanecer ordenados de manera que se reduzcan riesgos de accidentes o derrames. 2. Los residuos deben mantenerse en sitios destinados específicamente para estos, deben permanecer ordenados. 3. Los sitios deben estar adecuadamente rotulados. 4. Al finalizar las labores de perforación la plataforma debe quedar ordenada y todos los elementos de la perforadora deben ser retirados. 5. En los sitios en donde sea factible, colocar de barreras verdes.		Reducir el impacto visual generado  Durante la perforación de pozos geotérmicos.  Inspecciones semanales de los sitios de perforación, registros fotográficos de las inspecciones.		Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – Bitácora del seguimiento. – Informe trimestral. EJECUTOR: CSRG		

Número de medida	Actividad-	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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -04 U2P#04	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)	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) - Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	1. Los vehículos ICE y alquilados deben contar con el permiso de circulación respectivo.  2. La maquinaria, vehículos y equipo deben contar con un programa de mantenimiento, que garantice un funcionamiento adecuado, de manera que las emisiones sean mínimas.  3. No se debe permitir 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.	Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1: número vehículos (Riteve) RTV al día / número total de vehículos = 1 (Se debe realizar una revisión trimestral). – Medida 2: Programa de mantenimiento e informe trimestral de la ejecución del programa. – Medida 3: número total de vehículos sin fugas/ número total de vehículos = 1 (Se debe realizar una revisión mensual) – Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -05 U2P#5					Realizar mediciones de gases no condensables en las pruebas de producción ( $H_2S$ , $CO_2$ ) tanto en la plataforma de perforación como en las zonas pobladas más cercanas.				Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Concentración ( $H_2S$ , $C_2O$ ) medida / Límite permitido $\leq 1$ . – Informe de seguimiento trimestral. Debe mantenerse un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.		
Perforación -06 U2P#6			Efectos sobre el Ph de las lluvias. La emisión de $H_2S$ que podría causar efectos sobre el Ph de las lluvias.	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	Implementar un programa de monitoreo periódico de la evolución del Ph de las lluvias.				Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Ph medido dentro del rango de Ph de línea base (se deben realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas). – Informes de seguimientos trimestrales.		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -07 U2P#7	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)		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) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	1. Se debe implementar un sistema para el monitoreo de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> S 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.  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.  3. 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. Elaborar un plan de capacitación anual.	Director del CS Recursos Geotermicos	Verificar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1: número total de equipos de medición funcionando en forma adecuada / número equipos de medición ≤ 1 (realizar una revisión mensual del estado de los equipos y mantener un registro de dichas revisiones) – Medida 2: realizar una revisión semestral de los equipos, se debe llevar un registro de las mismas. – Medida 3: número total de equipos funcionando adecuadamente / número equipos 135edición135 ≤ 1 (realizar una revisión semestral y mantener un registro de las mismas). Registro de las capacitaciones Informes de seguimiento trimestrales EJECUTOR: CSRG	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -08 U2P#8					1. Elaborar y ejecutar un plan de acción que contemple las zonas pobladas donde se presente el problema de levantamiento de polvo, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h.  2. Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.						
Perforación -09 U2P#9		Ruido Natural	Generación de Ruido. ( circulación de vehículos y la operación de la maquinaria)	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) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60)	1. En sitios poblados, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.  2. Todos los vehículos, maquinaria y equipo, deberán mantener en buenas condiciones de Funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido.						

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -10 U2P #10	<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS</b> (11), (12), (13)	Ruido Natural	Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido	DE-10541-TSS – Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Art. 7) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 62). Ley General Salud	<p>1. Implementar 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 normalizados por Salud Ocupacional</p> <p>2. Debe implementarse dentro del plan de mantenimiento de las máquinas perforadoras, un programa de control de los niveles de ruido generados por los 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.</p>	<b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	Procurar que la salud de los trabajadores no se vea afectada por los niveles de ruido generados en las áreas de trabajo.		Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -11 U2P #11			Generación de ruido:	DE-28718-S – Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 62)	<p>1. Se deberá implementar un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo (plataformas de perforación). Las mediciones durante el proceso de perforación de los pozos deberán ser semanales (una/semana) de manera aleatorio (diurna y nocturna) y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos.</p> <p>2. En la medida de lo posible las pruebas de producción, se deben efectuar preferentemente en 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. Durante la realización de estas deberán realizarse mediciones de ruido en zonas pobladas cercanas.</p>		Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos.		Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -12 U2P #12	<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS</b> (11), (12), (13)	Agua superficial	Contaminación del agua por vertidos de combustibles y lubricantes en las plataformas.	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. Los sitios de almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, deberán contar con diques de contención que garanticen que cualquier derrame será manejado de manera adecuada.</p> <p>3. Los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, etc. Deberán manejarse en <b>recipientes</b> cerrados, y deberán ser dispuestos por medios adecuados (p.e. coprocesamiento).</p> <p>4. Cualquier derrame accidental deberá ser recolectado de forma inmediata, y los residuos recolectados enviados a gestión ambiental CSRG para su debido manejo.</p>	<b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	<p>Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos que no generan contaminación de las aguas.</p>	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Inspecciones semanales – llevar un registro fotográfico – Informes de seguimiento trimestrales. Bitácora del seguimiento</li> </ul> <p>EJECUTOR: CSRG</p>			
Perforación -13 U2P #13					<p>1. Los fluidos geotérmicos deben ir a las lagunas.</p> <p>2. Las lagunas deben contar con sistemas de impermeabilización.</p> <p>3. Se debe 137edición137 un programa para el monitoreo del Ph, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto.</p> <p>4. Deben realizarse inspecciones visuales mensuales para verificar el adecuado funcionamiento de los sistemas de impermeabilización en las lagunas y para detectar oportunamente la presencia de fugas potenciales.</p>				<p>Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.</p>	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reportes mensuales e informes de seguimiento trimestrales (todas las medidas).</li> <li>– Número total de lagunas / número de lagunas impermeabilizadas = 1</li> <li>– Registro fotográfico para los indicadores 1 y 2 e informe final previo a la entrega de las obras.</li> <li>– Mediciones de concentraciones de Ph, conductividad y cloruros: Concentración medida / concentración de referencia &lt;= 1.</li> <li>– Registro de todas las mediciones (monitoreo y gráficos de control que permitan un seguimiento adecuado del indicador. – Informe trimestral de seguimiento.</li> <li>– Medida 3: concentración medida / concentración de referencia &lt; 1. Registro de todas las mediciones y gráficos de control que permitan un seguimiento adecuado del indicador.</li> <li>– Informe trimestral de seguimiento.</li> </ul> <p>EJECUTOR: CSRG</p>	Inicio de la perforación

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -14 U2P #14	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)		Efectos sobre la salud de las personas		Realizar un análisis semestral de la calidad bacteriológica de las aguas de consumo humano usadas por el personal de las perforadoras	Director del CS Recursos Geotermicos	Garantizar que las aguas de consumo humano son potables.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmitcos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Reportes de laboratorio. – Informe trimestral de seguimiento.	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -15 U2P #15		Flora.	Eliminación de vegetación		En la medida de lo posible plantar al menos una cantidad de árboles igual a la eliminada para la construcción de la plataforma de perforación, en la zona periférica del pozo, utilizando especies de la zona.		Compensar los impactos sobre la flora por las acciones de perforación de pozos profundos.		EJECUTOR: CSRG Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmitcos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies plantadas y un registro fotográfico de los sitios usados. – Informe trimestral de seguimiento.		
Perforación -16 U2P #16		Fauna	Efectos sobre la fauna	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60) Ley Forestal No. 7575	1. Colocar dispositivos para permitir la salida de fauna de las lagunas de la plataforma. 2. Realizar recorridos semanales con el objeto de detectar y rescatar fauna atrapada. 3. Los responsables de la perforación deberán reportar de forma inmediata la presencia de fauna atrapada ala gestor ambiental. 4. En caso de fauna lesionada, esta deberá ser llevada de forma inmediata a un centro de rescate que brinde servicios de atención veterinaria 5. En los horarios nocturnos deberá emplearse la menor cantidad de luces posible, y estas deberán siempre estar direccionadas hacia la plataforma.		Reducir los impactos sobre la fauna. Por las acciones de perforación de pozos profundos.		EJECUTOR: CSRG Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmitcos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies rescatadas y un registro fotográfico de éstas. – Reporte trimestral de su seguimiento.		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Calidad Agua. 01 U2P #17	Conformación de terrenos: Ampliación y construcción de accesos (6.5 km ) (1) Preparación terrenos estaciones de separación (3C) Sitios lagunas de reinyección (4) Sitio de las servidumbres de tuberías (anclajes pedestales) (5) Servidumbre LT (6) Sitio de Casa de Máquinas (7)	Calidad del agua	Aumento y alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	<p>1. Diseñar el sistema de evacuación pluvial, disipadores de energía, sedimentadores, considerando la capacidad del cuerpo receptor para asimilar el aumento del volumen pluvial para reducir las posibilidades de un desbordamiento.</p> <p>2. Tomar las medidas adecuadas para permitir controlar el agua/ con el objetivo de reducir la acumulación, la erosión y el arrastre de sedimentos.</p> <p>3. En lo posible no realizar las actividades de excavación y conformación de terrenos durante los periodos de lluvias intensas, con el objetivo de disminuir el arrastre de sedimentos en los ríos aguas abajo de las áreas de construcción.</p> <p>4. Construir, según sea necesario las barreras de retención o estructuras similares o retener el agua en las zanjas y conducirlos a las trampas de sedimentación rudimentarias antes de su descarga. Llevar un monitoreo para reducir los focos de transmisión de enfermedades (estancamiento de aguas). Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA 7.4 Manejo de taludes pág.17-18 - inc. 11 Manejo de aguas pluviales</p> <p>5. Llevar un seguimiento del arrastre de sedimentos suspendidos en las aguas (SS), Ph, conductividad eléctrica (CE), TURB: Q. Yugo y Río Negro (mensual) durante fase constructiva</p> <p>6. Parámetros: DBO, DQO, .arsénico (As), cromo hexavalente (Cr +6), mercurio (Hg) y aceites y grasas. Q. Yugo y Río Negro, (éstos últimos una vez cada 6 meses durante la fase constructiva)</p>	<b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos y alteración de la calidad en las aguas de escorrentía	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del proyecto + \$ 50	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental - Proyecto Geotérmico Las Pailas (PG Las Pailas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informes de seguimiento trimestrales que incluyan:</li> <li>- Dispositivos construidos en caminos / m<sup>2</sup> de caminos construidos. Para todos los indicadores llevar controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (PG Las Pailas)</li> <li>- 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. EJECUTOR: PG Las Pailas</li> <li>- Informe del seguimiento del arrastre de sedimentos en las aguas. EJECUTOR CSRG</li> <li>- Informe semestral de la calidad del agua EJECUTOR CSRG</li> </ul>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Residuos 01 U2P #18	Manejo de residuos (13) Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos (28)	Calidad de vida	Generación de residuos	Ley 7554 – Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64) Ley General de Salud, N° 5395, Ley para la Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Decreto 37788 Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos	<p>1. Elaborar un plan de manejo de residuos según la legislación vigente que incluya residuos sólidos, líquidos, peligrosos, otros. Debe contemplar las siguientes consideraciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transportar los residuos a sitios debidamente autorizados o seleccionados para ello.</li> <li>– Manejar los escombros y residuos según lo establecido en la legislación del país, con respecto a los asuntos ordinarios de residuos sólidos y peligrosos.</li> <li>– Capacitar al personal sobre el manejo integral de residuos</li> <li>– Retirar los residuos en el área tan pronto sea posible y llevarlos a los sitios de disposición o almacenamiento final.</li> <li>– No establecer sitios de almacenamiento en las zonas de riesgo y en las áreas protegidas de los ríos y cuerpos de agua.</li> <li>– Prohibir la quema de los residuos.</li> <li>– Almacenar los residuos peligrosos, en forma separada de los residuos sólidos.</li> <li>– Instalar cabinas sanitarias en las zonas de campamento y áreas de trabajo.</li> <li>– Enviar las aguas residuales de origen doméstico (negras) a la planta de tratamiento de aguas en Pailas I. En las obras temporales (frentes de trabajo) y aisladas usar tanques sépticos</li> <li>– Ajustarse a lo señalado en Resolución No.1948-2008-SETENA 17. Gestión de los residuos sólidos pág.26</li> </ul>	<b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos . Director Centro de Generación Las Pailas</b>	Prever la contaminación debido a los residuos sólidos y líquidos generados	\$ 111	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Plan de manejo integral de residuos</li> <li>– Informes de seguimiento trimestrales que incluyan: 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.</li> <li>EJECUTOR: PG Las Pailas – CSGR – Centro de Generación Las Pailas (CG Las Pailas)</li> <li>– Número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados en el manejo apropiado de residuos.</li> <li>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pailas</li> <li>– Cantidades de residuos generados / cantidades de residuos reusados, recuperados o reciclados. Debe llevarse un registro de todos los materiales manejados y registros fotográficos del proceso.</li> <li>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pilas</li> <li>– Cumplimiento de directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento.</li> <li>EJECUTOR PG Las Pilas</li> <li>– kg de desechos generados / kg de desechos coprocesados. Deberá llevarse un registro 140edición140e de los desechos generados, registros fotográficos de la forma en cómo son almacenados y los certificados de su co-procesamiento. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> </ul>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Residuos 02 U2P #19	Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos (28)	Físico – Biológico Humano	Derrame de aceites y combustible	Ley 7554 – Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67) Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Decreto No.30131 MNAE-S- Decreto 37788-S- MINAE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenar adecuadamente los combustibles y lubricantes.</li> <li>2. Diseñar áreas específicas para el suministro del combustible y cambios de aceite en maquinaria y equipo dentro el AP.</li> <li>3. Utilizar dispositivos y materiales para la recolección y tratamiento adecuada de derrames.</li> <li>4. Elaboración de protocolo para atención de derrames. Formular un plan de contingencias</li> <li>5. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas por vertidos de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción del proyecto.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protocolo atención de derrames aceites y combustibles (incluir un plan de acción ante contingencias )</li> <li>– Informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones 141edición = 1 Número de sitios de almacenaje o contenedores para los lubricantes residuales / número sitios con ( trampas, almohadillas diques) = 1 con características y dimensiones establecidas según la legislación kg de residuos generado / kg de residuos enviados a reciclar</li> <li>– Registro fotográfico de los trabajos realizados.</li> <li>Registros contingencias atendidas</li> </ul> EJECUTOR: PG Las Pailas	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Suelo 01 U2P #20	Movimientos de tierra – conformación sitios de construcción (1) a (7) Torre de enfriamiento – emisión de gases no condensables H <sub>2</sub> S (23)	Suelo	Aumento de la erosión, cambio superficial del suelo (excavaciones y escombros).- Riesgo de cambios en la composición química de los suelos	Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelos, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MNAE-S-HACIENDA-MOPT.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar adecuadamente los cortes en las carreteras.</li> <li>2. Disponer de canales de agua para reducir el desbordamiento.</li> <li>3. 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..</li> <li>4. Llevar a cabo un análisis químico del suelo (,incluye Ph en H<sub>2</sub>O, Acidez, Ca, Mg, K, CICE en cmol (+) /L y Cu, Fe, Zn, Mn en mg/L., CIC + Bases en Acetato de Amonio (Ca, Mg, K, Na en cmol (+)/ Kg) en un radio de 1000 m en el perímetro de las instalaciones de Casa Máquina (2 campañas de muestreo) en un año antes del inicio de las operaciones y a 5 años de la entrada de la fase de operación. (Por lo menos 5</li> <li>5. sitios de muestreo / campaña de muestreo</li> <li>6. Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA 7.4 Manejo de taludes pág.17-18 - inc. 11 Manejo de aguas pluviales.</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  Director del CS Recursos Geotérmicos	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informe trimestrales de la de prácticas para el manejo y conservación de suelos y aguas en el AP. (Fase de construcción en operación a criterio del gestor ambiental responsable ) Debe incluir al menos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe sobre manejo de la escorrentía superficial.</li> <li>• Informe sobre método de manutención de la capa 141edición-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.</li> </ul> </li> <li>– Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>– Línea base de la química del suelo. EJECUTOR CSRG</li> </ul>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Ruido-Electromecánica 01 U2P #21	Construcción de edificios y montaje del equipo electromecánica (18), (19)	Calidad de vida (ruido natural)	Generación de ruido y vibraciones por el montaje - funcionamiento del equipo electromecánico	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 TDE-28718-S – Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	<p>1. 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 142edición. Deben garantizar los niveles adecuados permitidos por la ley, en el exterior de los edificios más cercanos a la planta, por decreto N° 28718-S, art. 20, según el diseño indicado en la Sección N° 2 del estudio técnico ambiental 2012, y en el Anexo No. 2 del presente estudio.</p> <p>2. En la medida de lo posible las pruebas (soplado de tuberías) se deberán efectuar al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse 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 de 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 verificarse que los sistemas para la extracción de gases no condensables, 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 para atender las eventualidades que se presenten al no cumplir los parámetros de emisión de ruido establecidos por ley.</p> <p>6. Disponer de equipo de seguridad y protección personal (orejeras, tapones) para personal expuesto a ruido</p>	<b>Director CS Diseño –</b> <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director Proyecto Geotérmico Las Pailas</b>	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos por la normativa nacional aquí señalada.	\$ 770	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas 1 y 2: Informe de los resultados de las mediciones en las diversas pruebas. EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>- Medida 3: Especificaciones de los sistemas de silenciadores que cumplan con la legislación del ruido</li> <li>- Medida 4: Dispositivos de reducción de ruido en el equipo electro-mecánico y en el diseño del edificio que los albergará EJECUTOR CS DISEÑO</li> <li>- Reportes previos a los habitantes de su entorno de su ejecución (pruebas). EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>- Diseños de los sistemas de silenciadores EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>- Medidas 5 y 6: Plan de Contingencia: Registro de ejecución de medidas correctivas. EJECUTOR PG Las Pailas</li> </ul>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin de la etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Flora 01 U2P #22	Movimientos de tierra – conformación sitios de construcción (1) a (7)	Ecosistemas Flora	Corta de árboles en un bosque primario intervenido.	Ley Forestal N° 7575, Reglamento DE N° 25721, Ley Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su Reglamento DE N° 32633. Ley Biodiversidad N° 7788 y su Reglamento DE N° 34433.	1. Llevar a cabo las actividades de tala de árboles solamente en aquellos sitios estrictamente necesarios. 2. Los trabajos deben ser realizados procurando el mínimo daño a la cobertura boscosa. 3. Obtener oportunamente los permisos de corta y tala de árboles, proporcionados por la autoridad correspondiente (MINAE, SINAC), en cumplimiento con la Ley Forestal.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra.	El costo de implementación de esta medida estará incorporado en presupuesto constructivo (planilla del Proyecto	Gestión Ambiental – Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Informes trimestrales con los registros fotográficos, área con cobertura de bosque intervenida, cantidad de árboles talados versus árboles autorizados para corta – Permisos de corta de árboles  EJECUTOR PG Las Pailas	Antes del Inicio de los movimientos de tierras	Fin de la fase de construcción
Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 20 y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario.	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.	1. En el trazado de rutas de tuberías y caminos, en la medida de lo posible deberá evitar la corta de árboles gruesos de diámetros a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 cm, particularmente de especies de mayor importancia ecológica, éstos deben ser acatados por el personal de campo, los supervisores y encargados de obra. 2. Emplear personal capacitado para la corta y desrame de árboles, al igual que técnicas de tala dirigida para reducir daños al ecosistema. 3. Evaluar técnicas, maquinaria y equipo orientado a minimizar el impacto durante las labores de excavación, movimientos de tierra y materiales, montaje de la tubería, alcantarillado y línea eléctrica. 4. Elaboración y ejecución de un plan de tala con mapas delimitando el área boscosa a intervenir y programa de seguimiento para cada obra, con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las acciones estipuladas. 5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón). 6. Realizar inventarios de 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. 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, detallando la 143edición, distribución y ubicación de los individuos por especie rescatada y los resultados de sobrevivencia, desarrollo y adaptación	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra, evitando dañar la vegetación circundante..	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  1. Mapas con la ubicación y dimensiones de las rutas de las tuberías y caminos de acceso así como todas las demás obras, con la ubicación de los árboles a cortar enumerados. 2. Cursos al personal a cargo de la tala y troceo de la madera. Listas de asistencia firmadas y registro de evaluaciones del aprendizaje. 3. Informes de evaluación y ajustes al método constructivo para minimizar el área a intervenir. 4. Plan de tala del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento por obra para verificar cumplimiento del plan. Informes trimestrales y bitácoras de seguimiento a emplear por el personal de gestión ambiental, que deben firmar los encargados de obra. 5. Áreas boscosas a intervenir delimitadas y árboles a cortar marcados (enumerados en el tronco y el tocón). 6. Informe del inventario de flora con la identificación de especies escasas, amenazadas y en peligro de extinción en área boscosa del AP a intervenir. 7. Plan de rescate. (Informes semestrales y bitácoras de seguimiento).  EJECUTOR PG Las Pailas	Todos los indicadores deberán estar disponibles un mes previo a las labores.	Un mes antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto los informes, y bitácoras de seguimiento, durante de la fase constructiva.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Continuación Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8,9, 17, 20. Y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario	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.	8. Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, obras de manejo de escorrentía y control de erosión, descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación. (Disponibles 3 meses previo al inicio de las labores). 9. Elaboración de planes reforestación y necesidades de producción de áboles, procurando la conectividad con sectores aledaños de bosque maduro y/o secundario, el diseño de plantación deberá ser una mezcla de al menos 10 especies arbóreas de rápido crecimiento. Para un mayor detalle referirse a la Sección Paisaje del Estudio Técnico Ambiental 2012 páginas 31 a 33. (Disponibles 3 a 6 meses previo al inicio de las labores restablecimiento de la cobertura vegetal). 10. Establecimiento de un invernadero para el rescate de plantas durante la fase constructiva. (Disponible un mes previo a las labores de corta)	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado.	\$ 124	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos -Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  8. Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos. 9. Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y planes de manejo silvicultural. 10. Invernadero para rescate de flora y registros de la flora rescatada. 11. Planes, mapas y programación del establecimiento y manejo de pantallas vegetales.  EJECUTOR PG Las Pailas	Todos los indicadores deben estar disponibles antes del inicio de las obras.	Fase de abandono del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Continuación Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1,2,3,4,5,6,8, 9, 10,17, 20 y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario.	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.	11. En zonas de pastizal, si las condiciones de ubicación y el diseño lo permiten elaborar planes de establecimiento y manejo de pantallas vegetales para enmascaramiento de obras, en casa de máquina se recomienda utilizar franjas perimetrales de al menos 50 metros de ancho, con un diseño de plantación mixta de 8 o más especies rápidas, no caducifolias de varias alturas. Para tuberías, plataformas de perforación y estaciones separadoras, las pantallas deberán tener un ancho mínimo de 20 m con al menos 5 especies rápidas, no caducifolias, con copas anchas de follaje denso. Para mayor detalle del diseño y composición florística. Referirse a la Sección Paisaje Informe Técnico Ambiental 2012 página 24 a 33. (Disponibles 3 a 6 meses previo al inicio de las labores).  12. Elaboración de programas de seguimiento de la reforestación en las escombreras y pantallas vegetales, para corroborar el cumplimiento y la efectividad de estas medidas. (Disponibles 3 meses previo al inicio de las labores de restablecimiento de la cobertura forestal).	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – CS Recursos Geotérmicos	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado.		Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  12. Programa de seguimiento del proceso de recuperación de escombreras, establecimiento y manejo de pantallas vegetales. Durante los primeros años de establecimiento los informes serán anuales (fase constructiva); para etapas posteriores del desarrollo (fase de operación) deberán ser quinquenales durante la vida útil del proyecto. 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) Registros incremento medio anual de las especies utilizadas, con mediciones cada 3 años. En el caso de la reforestación de escombreras el indicador de cumplimiento será el área reforestada, los indicadores de la efectividad de la restauración ecológica serán: i) Identificación y abundancia de especies colonizadoras, tanto heliófitas durables como esciófitas ii) Caracterización de la estructura vertical y composición florística por estrato.	EJECUTOR PG Las Pailas	El 14 y el 15 deben estar disponibles 3 meses antes del inicio de las obras. Los informes y bitácoras de seguimiento de la reforestación, durante los primeros años de establecimiento serán anuales; para etapas posteriores del desarrollo serán cada 5 años.	Fase de abandono del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Flora 03 U2P #24	Fase constructiva acciones 1,2,4,5,6,7,8, 9, 10,17, 20y25	Flora: Pastizal arbolado	Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora del pastizal	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.	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. Detallando programación de labores, maquinaria, equipo y técnicas correspondientes.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	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.	Incluido en el costo de la medida anterior	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Planes y mapas de restauración de áreas afectadas por obras temporales, EJECUTOR PG Las Pailas	Un mes antes del inicio de las labores	Al cierre de la fase de construcción
Fauna 1 U2P #25	Movimiento de tierras Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico(25)Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos)	Ecosistema - Fauna	Alteración de la fauna silvestre,	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	Contratar un profesional en biología, para capacitar y administrar el personal para el rescate y reubicación de la fauna silvestre.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos	Atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que pongan en riesgo al personal y atrasos en los procesos operativos.	Costo considerado en el presupuesto de nómina de las operaciones (biólogo) + \$ 5 000 (compra dispersores)	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas. – Presencia de un profesional en biología en la planilla – Desglose de sus funciones EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

(26)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 2 U2P #26	Fase Construcción. Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (1), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10). Edificios. Número de acción (es) de la matriz causa- efecto 14), (17). Transmisión (LT – ST). Número de acción (es) de la matriz causa- efecto 21).	Fauna Acuática: Ictiofauna, Invertebrados acuáticos, Anfibios y Reptiles.	Pérdida de la ictiofauna local anfibios y reptiles por el aumento de la turbidez en quebradas, ríos y nacientes. Pérdida de nichos ecológicos de los adultos de anfibios y reptiles (alteración de suelos)	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE- Decreto 33903 MINAE-S Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Aguas Superficiales	<p>1. Contemplar en el diseño de las obras los elementos necesarios para la reducción de la carga de arrastre de sedimentos en los ríos y quebradas del AP (sedimentadores, disipadores de 147edición, canalización de las aguas y drenajes. 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 147edición147 constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo</p> <p>2. Establecer un programa de mantenimiento de los sistemas de sedimentación y de calidad del agua, el monitoreo de los mismos. Los parámetros medibles quedarán a criterio del profesional responsable de las mediciones.</p> <p>3. Frecuencia de monitoreo: el establecido por la legislación vigente y en cuanto a sedimentos, en lo posible realizar semanalmente observaciones (visual cualitativa) de fácil medición de campo durante la fase de construcción y mensualmente los demás parámetros.</p> <p>4. En la medida de lo posible ubicar sitios de escombreras en lugares alterados como pastizales, pastizales poco arbolados o charrales. Las escombreras deben tener sistemas de drenajes y retención de sedimentos para reducir su vertido en cuerpos de agua.</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Reducir el incremento en la concentración de sedimentos y la afectación de la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del AP.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de diseño de obras de retención de sedimentos:</li> <li>- Informe periódico de resultados de calidad del agua.</li> <li>- Programa de mantenimiento de los sistemas de sedimentación, en donde se debe de asignar personal y maquinaria, así como el responsable.</li> <li>- Informe de diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de estructuras para retención de sedimentos.</li> </ul> <p>EJECUTOR PG Las Pailas</p>	Inicio de obras de construcción	Finalización etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 3 U2P #27	Fase de Construcción y Operación Aceites y compuestos químicos. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (26).	Fauna Acuática: Ictiofauna, Invertebrados acuáticos y Herpetofauna	Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua (vertido de químicos y aceites)	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, Ley de Aguas. Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales No 27000-MINAE. Ley General de Salud No 5395 Reglamento sobre el manejo de basuras No 190440-S Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales No 27001-MINAE	<p>1. Diseñar y construir obras civiles necesarias para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas. (Hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de los límites establecidos por la legislación vigente). Frecuencia de monitoreo: semestral. En la fase de construcción, informe y análisis de hidrocarburos cuando se detecte derrames o una posible contaminación. 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 (según la legislación nacional), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo. Elaborar protocolo para la atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas según la Legislación Nacional. Frecuencia de monitoreo: mensual. Además debe de haber al menos dos personas por frente trabajo capacitados en la contención de derrames de hidrocarburos y fluidos geotérmicos</p> <p>2. –Elaborar y ejecutar un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción y operación, que permita detectar contaminantes y sus orígenes.</p> <p>3. Contar con los implementos para la contención de derrames y poner en práctica un programa de capacitación al personal sobre su uso.</p> <p>4. –Elaborar un plan de contingencia el cual detecte, prevenga y atienda eventuales derrames y malas prácticas en el manejo de sustancias químicas peligrosas e hidrocarburos.</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p>	<p>Reducir la contaminación ocasionada por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática.</p>	<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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informe de resultados de calidad de agua: Resultados de análisis fisicoquímicos EJECUTOR CSRG</li> <li>– Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Protocolo para la atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames). Depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas según la Legislación Nacional. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP. EJECUTOR CSRG</li> <li>4. Plan de contingencias para la atención de derrames de los vertidos químicos y aceites EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> </ul>	<p>Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto.</p>	<p>Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)</p>

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 4 U2P #28	Fase de Construcción y Operación Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>①</sup> , (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (14), (17), (21).	Herpetofauna	Pérdida del hábitat Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat. Migración a otros hábitats. Disminución de individuos o poblaciones (Tala de árboles, 149edición 149e de tierras, interrupción de paso de fauna, atropello y colecta)	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 N° 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre N° 7317 Ley Forestal N° 7575 Ley de Biodiversidad N° 7788 Convenio 7513: Convenio Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley N° 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas. N° 276.	1. Monitoreo biológico de herpetofauna durante la fase de construcción, para determinar la diversidad y abundancia, identificar el comportamiento biológico/reproductivo de las especies y las variaciones de la población en la fase constructiva y de operación. 2. Capacitación al personal del Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna (principalmente serpientes venenosas). 3. Capacitación al personal en el manejo de fauna y debidamente equipado, dentro de las instalaciones y obras del AP en la fase construcción y de operación, el cual debe ser coordinado por un biólogo, de planta. 4. Realizar rescate de fauna, para brindarles primeros auxilios, y reubicación durante la fase de construcción (tala de árboles, remoción de cobertura vegetal y movimientos de tierra). Aplicar protocolo de 149edición clínicos y protocolo de rescate de fauna. 5. Colocación de reductores de velocidad, señalización vial y capacitación del personal de obra, del manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de atropellos, llevar un registro fotográfico. 6. Elaboración de un monitoreo mensual de herpetofauna para determinar la diversidad, abundancia, sobrevivencia y efectos de la pérdida de hábitat en la fase constructiva y de ejecución de proyecto. 7. Elaboración de un plan de reforestación con especies nativas en los sitios de obras que luego de la fase de construcción no se utilicen más para este propósito, de manera que se recupere parte del hábitat perdido.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas- Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir la pérdida de herpetofauna del AP debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto. Promover la sucesión natural asistida con reforestación con especies nativas en sectores propuestos para conectividad de bosques.	300	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Informe semestral que integre los resultados del inventario mensual de la herpetofauna para determinar efectos antropogénicos e iniciar medidas para reducir los posibles efectos negativos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Plan de reforestación con especies nativas. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Informe mensual (durante la fase de construcción) sobre las actividades del rescate de fauna siguiendo los lineamientos establecidos en la legislación vigente. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Reductores, señalización vial colocados en la vía según análisis previo. Registro fotográfico EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de las capacitaciones dadas al personal. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de obras de construcción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 5 U2P #29	Fase de Construcción y operación Número de acción (es) de la matriz causa-efecto①), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (10) y (12).	Ornitofauna y Mastofauna	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  Ley N° 3763  Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	1. Ubicar en la medida de lo posible los sitios de escombreras en lugares ya alterados como pastizales, pastizales poco arbolados o charrales.  2. Reforestación de escombreras y áreas aledañas a los sitios de obras que implican deforestación (plazoletas, satélites, caminos etc). La reforestación debe contemplar especies nativas, y en lo posible especies que se encuentran en el lugar antes de la intervención y especies de rápido crecimiento, atractivas para la fauna que brinden alimento (ejemplo guarumos, lengua de vaca, capulín etc)  3. Se debe dar mantenimiento por cinco años a las áreas reforestadas, para garantizar la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados.  4. Realizar un monitoreo mensual de aves y mamíferos en el área de proyecto (AP) durante la fase de construcción para determinar la diversidad y abundancia de las especies que permita dar seguimiento a la efectividad de las medidas propuestas para el restablecimiento forestal y la fauna silvestre. (En la fase de operación quedará a criterio del biólogo responsable)	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-  Director del CS Recursos Geotérmicos	Compensar la eliminación de cobertura vegetal en áreas aledañas que no estarán sujetas a intervención por parte del proyecto o que luego de la fase constructiva no se utilizarán más, de forma que se garantice la disponibilidad de hábitats similares para las especies de fauna presentes en las áreas 150edición.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  – Diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de sistemas de retención de sedimentos. EJECUTOR PG Las Pailas  – Registro fotográfico de los sitios reforestados, antes y después de la intervención y de la reforestación. EJECUTOR PG Las Pailas  – Registros de los mantenimientos a las áreas reforestadas EJECUTOR PG Las Pailas  – Informe semestral con los resultados del monitoreo de aves y mamíferos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de las obras del PG	Cinco años después de la fase de construcción del PG.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 6 U2P #30	Fase de Construcción Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑧1), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (12), (14), (15), (17), (19), (20), (21). Fase de Operación. Emisión de ruido y vibraciones. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto<sup>⑧24)</sup></sup>	Ornitofauna y Mastofauna	Cambios en la diversidad y abundancia de aves y mamíferos (reducción de nichos, mortalidad e incremento del ruido).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788 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 N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	<p>1. Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos y tuberías dentro del AP. El diseño y ubicación de los puentes de pasos aéreos y terrestres se colocarán en los sitios que se consideren adecuados y necesarios por el biólogo de planta. En general se recomienda la construcción de pasos para la fauna terrestre tipo zanja o paso de desnivel por debajo de las tuberías distanciados cada 40 o 50 m, con una altura del suelo al tubo mínima de 1.20m. Si las condiciones topográficas en algunos sitios permiten alturas similares de manera natural se puede obviar construir estos pasos.</p> <p>2. Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía.</p> <p>3. 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 y terrestres).</p> <p>4. El biólogo de planta deberá coordinar las acciones necesarias para la atención y 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 151edición clínicos y protocolo de rescate de fauna (en proceso de normalización en el CGA, PySA).</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-</b> <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p>	Reducir la muerte de aves y mamíferos silvestres por atropello así como el estrés y desplazamiento ocasionado por el ruido y la presencia de maquinaria.	15	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños y puentes de pasos aéreas EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>- Presencia de rótulos restrictivos de velocidad. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>- Monitoreos semanales por personal del área de biología, durante la etapa de construcción del proyecto, para determinar la ubicación de los puentes de paso. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>- Informe semestral sobre especies de la fauna detectadas o reportadas por los trabajadores presentes en el AP y que hacen uso de los dispositivos de paso y cuales rutas de paso son utilizadas con una mayor frecuencia de manera que sirva de mejora continua para la futura implementación de este tipo de medidas en proyectos venideros. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>- Registro de animales silvestres tratados, curados o rescatados y reubicados en el área del proyecto. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> </ul>	Inicio de las obras del PG	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil).

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 7 U2P #31	Fase de Construcción Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑯14), (16), (19).</sup> Fase de Operación. Emisión de ruido y vibraciones. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: Número de acción (es) de la matriz causa-efecto. (24), Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑯28)</sup> .	Ornitofauna y Mastofauna	Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos y aves (por ruido y desechos ordinarios)	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 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	1. Considerar en la medida de lo posible el diseño de la infraestructura con materiales aislantes de ruido. Elaborar plan de monitoreo biológico que incluya metodología de investigación de los efectos del ruido sobre aves y mamíferos en las zonas de impacto por esta causa. La frecuencia y alcance de los muestreos debe estar sujeta al criterio del biólogo responsable. 2. Verificar que se cumpla con los niveles de ruido según la legislación vigente. 3. Incluir en el plan de manejo integral del Proyecto los residuos sólidos ordinarios, que impida el acceso a ellos por parte de la fauna silvestre y apegado a directrices del SIGIR-PySA.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir el estrés y desplazamiento de mamíferos silvestres a causa del ruido y actividad humana. Evitar la interacción de los animales silvestres con el ser humano. Conocer la afectación real del ruido de las obras hacia la fauna, de manera que sirva de mejora continua para la futura implementación de este tipo de medidas en proyectos venideros	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Plan de monitoreo biológico de los efectos del ruido sobre las aves y mamíferos. EJECUTOR CSRG  – Informe semestral de los resultados de la investigación sobre los efectos del ruido sobre la fauna. Incluye registro de especies que ingresan a los sitios de obras en busca de alimento, que hacen uso de las estructuras físicas o van de paso. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil).

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Fauna 8 U2P #32	Fase de Construcción. Línea de distribución 34.5 Kv. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>②0</sup> .	Ornitofauna y Mastofauna	Mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788 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 N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	<p>1. Utilizar cable semi-aislado en toda la extensión de la línea que atraviese zonas boscosas o en recuperación.</p> <p>2. Ajustar el diseño de la línea a la red vial de acceso a las obras, evitando abrir nuevos carriles de paso a través de bosques o áreas en recuperación.</p> <p>3. En la medida de lo posible ajustar el trazo de la línea para evitar corta de árboles, siguiendo las márgenes del camino que tenga menor impacto.</p> <p>4. Llevar un monitoreo de la eventual afectación de la LD a la migración de aves dentro del AP (mortalidad). Periodicidad en lo posible en el primer año de construcción quincenal con informes trimestrales. Después de este la periodicidad quedará a criterio del biólogo de planta. En el caso que el responsable ambiental con base en los estudios respectivos recomiende la instalación de dispersores de aves en las líneas de distribución y transmisión</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Evitar la muerte de animales por electrocución.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <p>5. Documento con diseño y planos de ruta de la línea de distribución.</p> <p>6. Informe de diseño y áreas que requieren cable aislado y conos anti escalamiento.</p> <p>7. Verificación de campo por medio de registro fotográfico de la instalación de los cables aislados y conos anti escalamiento.</p> <p>8. Informe del monitoreo de la eventual afectación de la LT a la migración de aves dentro del AP.</p>	EJECUTOR PG Las Pailas	Inicio de la fase constructiva de la línea de distribución.	Cierre de la fase de construcción de la línea de distribución.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 9 U2P #33	Fase de Construcción y Línea de distribución 34.5 Kv. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto®20). Fase de Operación. Empleo de Luminarias. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (27)	Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos	Afectación de los ciclos biológicos de insectos y otras especies de la fauna silvestre. (Contaminación lumínica)	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, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	1. Durante la etapa de operación en lo posible en la fase de construcción utilizar luminarias de mercurio o luz amarilla o luces de neón para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica. 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 aledañas, se recomienda el uso de cobertores grandes en forma de campana, colocada aproximadamente a 8,5 metros de altura. Instalar las luminarias estrictamente necesarias y apagarlas cuando no se necesiten.  2. Realizar un estudio para determinar las repercusiones de las luminarias en los insectos y otros tipos de fauna	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas- Director del CS Recursos Geotérmicos Director del Centro de Generación	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	9. Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesto. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pailas  10. Informe final del estudio de las repercusiones de las luminarias sobre insectos y fauna conclusiones y recomendaciones. EJECUTOR CSRG	Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Patrimonio 01 U2P #34	Movimiento de tierras (01),(02), (03), (04), (05), (06), (07)	Patrimonio	Alteración de sitios arqueológicos	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>1. 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.</p> <p>2. Requiere disponer de un profesional en arqueología.</p>	<b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-</b>	Prevenir, mitigar y compensar el deterioro del Patrimonio Arqueológico.	Los gastos de nómina están incorporados en el presupuesto de la construcción y la gestión del campo geotérmico.	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto.</li> <li>- Reportes aprobados por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico.</li> <li>- Registros de los monitoreos 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.</li> </ul> <p>EJECUTOR: PG Las Pailas</p>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin de la construcción del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Escombreras 01 U2P #35	Movimiento de tierras – conformación sitios de construcción - Escombreras Perforación Obras (08), (09), (10)	Paisaje (formas de relieve , vegetación – huellas de erosión)	Cambio de la naturaleza del paisaje debido a los sitios de escombreras.	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, De. No. 35860-MINAET	<p>1. En la medida de lo posible el terreno seleccionado para ubicar la escombrera debe carecer de vegetación boscosa.</p> <p>2. Para los sitios de escombreras se deben considerar medidas geotécnicas apropiadas, lo que significa que deben tener la capacidad para soportar el material acumulado, que no se encuentre en un área de recarga de agua y que no sean vulnerables a las amenazas naturales (inundaciones, llicuefacción, deslizamientos de tierra y avalanchas).</p> <p>3. Disponer de autorización del propietario (en caso de que no pertenece al ICE), de acuerdo con lo establecido en la presente legislación.</p> <p>4. Transportar el material en vehículos con lona que cubra la carga, para reducir los derrames en el camino. Definir las rutas de acarreo de materiales y sitios de escombrera.</p> <p>5. Diseñar adecuadamente los sitios de escombrera y aplicar métodos de construcción y cierre de escombreras para tener una inclinación no mayor al 15%. Considerar los espacios correspondientes, establecidos en la legislatura para los cuerpos de agua existentes.</p> <p>6. El sitio de la escombrera debe contener una entrada apropiada para la maquinaria o debe ser mejorado y habilitado para este fin.</p> <p>7. La acumulación de materiales debe hacerse de tal manera que se ajuste a las condiciones geomorfológicas del terreno, según criterios geotécnicos, garantizando la estabilidad, de tal forma que no se convierta en una amenaza para otros, desde el punto de vista del espacio de la tierra. Este material debe ser compactado.</p> <p>8. Aplicar la Resolución No.1948-2008-SETENA. 7.5 Escombreras pág.18-19 / 11 Manejo de aguas pluviales pág. 22-23</p> <p>9. La capa superior del sitio de la escombrera debe ser cubierta con tierra orgánica, de tal manera que se facilite su revegetación en el menor tiempo posible.</p> <p>10. En ningún caso, como resultado de las actividades de remoción de tierras, los escombros deben depositarse en el cauce de un río o cualquier otro cuerpo de agua, ni tampoco en laderas escarpadas, bosques o zonas con árboles.</p> <p>11. Plantar vegetación en los sitios utilizados como escombreras.</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado por el proceso de manejo de escombreras preparación de terrenos y construcción de edificaciones (obras civiles). Reducir los procesos de erosión en el AP – Restitución de la cobertura boscosa	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano topográfico (curvas /2 m) de los terrenos de las escombreras- rutas de acarreo de los escombros</li> <li>- Diseño de la escombrera (con las obras de manejo de escorrentía, control de erosión y volúmenes máximos de escombros a depositar )</li> <li>- Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos detallando: actividades de descompactación, sitios de acopio de suelo orgánico y colocación de la capa superior).</li> <li>- Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y manejo silvicultura (Disponibles 1 año previo al abandono del sitio de escombrera).</li> </ul> <p>EJECUTOR: PG Las Pailas</p>	Antes del Inicio de las actividades de conformación de los sitios de escombreras )	Fase de abandono de la escombrera.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Servicios básicos 01 U2P #36	Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico (25) Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (26)	Condiciones de trabajo – Servicios	Aumento en la demanda de los servicios básicos. (Agua potable para consumo humano)	Ley Orgánica del Ambiente, Ley General de Salud, N° 5395, N° 7554	Construir un acueducto para el suministro del agua potable para la nueva planta de generación eléctrica así como para reforzar el acueducto local de la comunidad de Curubandé. Referirse Sección Servicios básicos página 37-38 del Estudio Técnico Ambiental del 2012 y su Anexo No.7. El diseño y mantenimiento del acueducto, será responsabilidad del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA), el ICE lo construirá, para ello mediará la firma de un Convenio de Cooperación entre ambas Instituciones. Esta medida dependerá de los resultados de los estudios de disponibilidad de este recurso en la zona por el AyA	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Compensar las condiciones socioeconómicas y necesidades de infraestructural comunal	\$ 350	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Convenio de colaboración ICE/AyA – Diseño e informe del proceso de avance de la construcción del acueducto.  EJECUTOR: PG Las Pailas	Antes del Inicio de la fase producción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Salud Ocupacional 01 U2P #37	Fase de construcción Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico (24) Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (25)	Condiciones de trabajo – Salud Ocupacional	Aumento en el número de accidentes relacionados con el trabajo. (Seguridad Ocupacional)	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	<p>1. Cumplir con las normas técnicas y procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud ocupacional (Salud Ocupacional).</p> <p>2. Establecer un programa de seguridad y salud ocupacional, según la legislación actual, adaptada a las condiciones del sitio donde el trabajo se llevará a cabo. Divulgación y capacitación del programa a los trabajadores del proyecto.</p> <p>3. Definir las medidas de seguridad, por ejemplo, para prevenir y reducir la caída de objetos y poniendo en peligro tanto las cosas y las personas en los niveles inferiores.</p> <p>4. Colocar la hoja de seguridad y el manual de productos peligrosos en los almacenes correspondientes. De tal manera que esté a la disposibilidad de todos los empleados . Según la legislación actual.</p> <p>5. Crear políticas para el equipo de protección personal (EPP), y entrenar al personal su uso adecuado.</p> <p>6. Colocar los extintores portátiles y equipos médicos para primeros auxilios en el sitio del proyecto, que se mantendrá en condiciones operables. Asegurar la permanencia de un paramédico.</p> <p>7. Montar un sistema para el monitoreo control de incendios forestales en el perímetro de las nuevas instalaciones</p> <p>8. Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA inc. 12 Seguridad laboral e higiene ocupacional pág.23</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas</b></p> <p>Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de alto riesgo. Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento de los equipos de protección personal</p> <p><b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p> <p>Cumplir las acciones en materia de seguridad y salud ocupacional de antes y después de realizadas las labores según la Instrucción de Trabajo:</p> <p><b>Director del Centro de Generación</b></p>	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <p>– Registros de monitoreados que cumplen con los parámetros establecidos por la legislación / Total de monitoreos o mediciones realizadas.</p> <p>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG- CG Las Pailas</p>	<p>Durante toda la Etapa de construcción, operación de la planta y manejo del campo geotérmico</p>	<p>Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)</p>		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 01 U2P #38	Ampliación y construcción (6.5 km) (1), (8), (11), (14), (17), (18), (21), (22), (23), (24), (25), (26), (28),	Alteración de cotidianidad de las comunidades (vida)		Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 ambientales del Sector Electricidad, 24-	<p>1. Formular una estrategia de comunicación considerando los diversos grupos de interés social del proyecto.</p> <p>2. Durante la fase de construcción se 159edición reuniones periódicas con las organizaciones comunales del área de influencia social al menos una vez cada tres meses, para tratar asuntos relacionados con la construcción del proyecto, seguimiento a la implementación de las medidas ambientales, así como para realizar ajustes en caso de presentarse problemas o inconvenientes de su área de influencia social.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar e implementar un protocolo para la atención de consultas, solicitudes o denuncias.</li> <li>• Fomentar un Programa de Educación Ambiental con el público interno y externo (comunidades 159edi de influencia social) orientado principalmente en los temas de reforestación y gestión de residuos sólidos.</li> <li>• Elaborar e implementar un plan de capacitación sobre gestión de residuos sólidos en las escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge.</li> <li>• Promover un plan de comunicación interna orientado a la inducción a los trabajadores y contratistas sobre cómo debería ser su comportamiento en relación con la población comunal.</li> <li>• Coordinar con los grupos comunales de Curubandé capacitación con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).</li> <li>• Incluir un plan de comunicación externa en medios electrónicos según solicitud de JICA. Publicación del Informe Técnico Ambiental (ITA) emitido por la Regencia Ambiental <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Etapa 1: publicación en la página web del ICE</li> <li>b) Etapa 2: Dar a conocer los informes técnicos del avance del cumplimiento de las medidas de control ambiental (informes regenciales).</li> </ul> </li> </ul>	<b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas</b> <b>CS Gestión Ambiental</b>	Prevenir potenciales conflictos sociales por medio de una de las expectativas y necesidades comunales.  Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica.  Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social de la institución.	Incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto +\$5 (programa educación ambiental)	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Documento de Estrategia de comunicación anual e informe de implementación. 2. Documento de protocolo de atención de consultas, solicitudes o denuncias. 3. Cantidad de folletos informativos distribuidos en las comunidades. 4. Informe Técnico Ambiental sobre la divulgación de información a las diferentes comunidades. 5. Informes semestrales de implementación del Plan de Educación Ambiental. 6. Registro fotográfico de las áreas reforestadas. 7. Cantidad de capacitaciones desarrolladas en las comunidades. 8. Informes trimestrales o mensuales sobre la atención de quejas de los habitantes de las comunidades sobre el comportamiento de los trabajadores del ICE. 9. Planes de capacitación comunal impartidos por el INA para suplir los requerimientos técnicos del proyecto.  <b>EJECUTOR:</b> PG Las Pailas – Publicación en la Página Web del ICE. <b>EJECUTOR CSGA</b>	Inicio fase construcción	

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 02 U2P #39	Ampliación y construcción de accesos (1) y (14)	Percepción local	Generación de expectativas en cuanto a los beneficios del proyecto en las comunidades de influencia social.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Efectuar oportunamente eventos para el reclutamiento de personal (feria de empleo) en la comunidad de Curubandé, promoviendo la participación de la población de las comunidades de influencia social del Proyecto. Se debe procurar el mayor acceso a la información posible y que se cuente con la participación de personal capacitado e informado del tema de contrataciones.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Evitar conflictos sociales con las comunidades de influencia social del proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Listas de asistencia y minutos de reuniones con los grupos comunales del área de influencia social directa. 2. Informe de la actividad, registro de participantes y fotográfico. Elaborar una encuesta de evaluación de la actividad por parte de los participantes.  EJECUTOR: PG Las Pailas	Previo a la construcción.	Finalización de la etapa constructiva.
Social 03 U2P #40	Ampliación y construcción de accesos (6.5 km) (1), (2), (6), (8), (11), (13), (17), (19), (23), (27)	Seguridad vial	Generación de riesgo de accidentes de tránsito en las rutas de traslado de maquinaria y personal	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Construcción de reductores de velocidad en la comunidad de Curubandé, San Jorge y Parcela Santa María, en las áreas cercanas a las Escuelas. 2. Señalización peatonal para paso de 160edición160es frente a las escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge. 3. Elaboración de un programa de seguridad y salud ocupacional que contemple la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para el proyecto respetando la legislación vigente. 4. Elaborar e implementar un Plan de control de velocidad: a) Instalación de señalización vertical para prevención. b) Rotulación de vehículos institucionales y alquilados que permita la identificación, en caso necesario. c) Habilitar un canal de comunicación telefónica y electrónica para la denuncia de comportamientos inadecuados de funcionarios y contratistas del proyecto. d) Gestionar charlas en escuelas del área de influencia social de educación y seguridad vial. e) Utilizar cobertores en las vagonetas para minimizar el polvo. 5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge 170 metros de longitud por 2.4 metros de altura y portones frontales para la entrada y salida de la población estudiantil.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura vial de las comunidades del área de influencia social del proyecto.  Prevenir en las comunidades la posibilidad de ocurrencia de accidentes u otro tipo de riesgo asociados al aumento vehicular y de maquinaria pesada relacionada con el proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Registro fotográfico de los reductores de velocidad. 2. Registro fotográfico de la señalización peatonal en las comunidades. 3. Informes semestrales sobre la implementación del programa de seguridad y salud ocupacional. 4. Colocación de la señalización vertical de prevención (registro fotográfico). 5. Informe de implementación del plan de control de velocidad, registro de quejas, consultas y sugerencias por parte de los habitantes de las comunidades, protocolo de atención de las mismas. 6. Número de charlas realizadas en las Escuelas, registro de participantes. 7. Registro fotográfico de la colocación de la malla perimetral en la Escuela de San Jorge  EJECUTOR: PG Las Pailas.	Previo a la construcción.	Previo a la construcción.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 04 U2P #41	Ampliación y construcción de accesos (6.5 km) (1), (8), (11), (13), (14), (16), (18), (24), (25), (26), (27), (28),	Actividad Turística.	Generación de riesgo de accidentes a los turistas que se trasladan por el área de proyecto (AP).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Implementar mecanismos de comunicación con los empresarios turísticos principalmente de los hoteles Hacienda Guachipilín y Rincón de la Vieja Lodge así como a la administración del Parque Nacional Rincón de la Vieja en relación con el avance de las obras. 2. Colocar rótulos (señalización vertical) en sitios cercanos a los frentes de trabajo, que indique de la construcción del proyecto y prevenga del paso de vehículos y maquinaria pesada a los turistas en la medida de lo posible el idioma español e inglés. Principalmente para el acceso al Parque Nacional Rincón de la Vieja.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Mantener informados del avance del proyecto a los empresarios más cercanos al área de construcción del proyecto. Prevenir la ocurrencia de accidentes y fomentar las buenas relaciones con los actores sociales de la zona.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos – Centro de Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Cantidad de reuniones con los actores turísticos y “mecanismos de comunicación implementados. 2. Registro fotográfico de la colocación de la señalización.  EJECUTOR: PG Las Pailas.	Previo a la construcción.	Previo a la construcción
Paisaje U2P #42	Manejo de residuos – escombros(10 ) Transmisión (LT – ST) (22) Sistema reinyección trasiego de fluidos geotérmicos) (25) Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico	Paisaje	El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras lineales.	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	1. Pintar los silenciadores con tonos verdes en armonía con el entorno y utilizar para el recubrimiento del aislante en las tuberías un tono similar al RAL 6003 – verde oliva, (la hoja genérica de color RAL). 2. En la medida de lo posible establecer una pantalla vegetal al costado Noreste de la casa de máquinas (en el lindero hacia el PN Volcán Rincón de la Vieja), propiedad del ICE, más la del costado Oeste en dirección al hotel. 3. En la medida de lo posible plantar árboles y arbustos en los cuatro costados de la casa de máquinas Emplear pantallas perimetrales de vegetación perennifolia en los linderos de la nueva planta en una franja con un ancho mínimo de 50 m 4. Enzacatar espacios abiertos en los alrededores de las obras dentro el nuevo plantel de generación 5. Creación de un registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto + \$62	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio. – Registro de las pantallas perimetrales construidas  EJECUTOR: PG Las Pailas	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
<b>MEDIDAS JICA 2013 – ICE AJUSTE PGA 2012 – FASE OPERACIÓN-MANEJO DEL CAMPO GEOTÉRMICO</b>												
Operación 01 U2P #43	8. Llevar a cabo un análisis químico del suelo, a un radio de 1000 m de las instalaciones de Casa Máquina (2 campañas de muestreo quinquenales) a partir 5 años de la entrada	Torre enfriamiento – emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S) (23)	Calidad del Aire	Emisiones de gases no condensables : lluvia ácida	Ley Orgánica del Ambiente, No 7554	de la fase de operación, en los sitios cubiertos en fase constructiva – línea base – (Referencia medida # 20 del presente PGA).	<b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	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.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos.	Previo al Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Operación 02 U2P #44	1. Llevar a cabo un seguimiento periódico de la concentración de H <sub>2</sub> S en el aire, en los alrededores de la nueva unidad generadora.	Torre enfriamiento – emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S) (23)	Calidad del Aire	Emisiones de gases: H <sub>2</sub> S	DE-30221-S – Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	2. Ajuste de los umbrales permitidos de concentración de gas indicadas por la Organización Mundial de la Salud sobre el H <sub>2</sub> S ( $\leq 0,1$ ppm, promedio 24 horas)	<b>Director del Centro de Generación Las Pailas (Planta)</b>	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto	Centro de Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro de Servicios Recursos Geotérmicos. Centro de Generación Las Pailas.	Previo al Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Operación 03 U2P #45	CM- Equipo electromecánico –emisión de ruido y vibraciones (23) (24) Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico(25)Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (26))	Calidad de vida (ruido natural)	Ruido y las vibraciones generadas, por la operación de la planta.	DE-28718-S – Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar el monitoreo de los niveles de ruido a través de la instalación de estación fija dentro de los terrenos de la planta. Ajuste del umbral permitido en el Decreto 28718-S Control de la Contaminación del Ruido.</li> <li>2. Monitoreo del ruido cuatro veces por año, incluye los siguientes escenarios: (emitir un informe (trimestralmente)           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Durante el periodo de perforación y prueba de pozos cada tres meses)</li> <li>b. Funcionamiento de la Planta, el nivel de ruido constante que se espera o promedio.</li> <li>c. Los acontecimientos de la planta (limpieza de tuberías) y los eventos inesperados de contingencia.</li> </ol> </li> <li>3. Elaborar 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</li> <li>4. Disponer de un plan de contingencia: para ejecución de medidas correctivas ante eventuales fugas no controladas de gases no condensables y emisiones de ruido.</li> </ol>	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación Las Pailas	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 incorporado en el presupuesto de la operación de la planta geotérmica	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos. Centro de Generación Las Pailas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo del ruido EJECUTOR CSRG – CG Las Pailas</li> <li>- Nivel de ruido medido / Límite permitido según el marco normativo horario diurno y nocturno del día. Dentro las instalaciones de la planta debe ser ≤ 1</li> <li>- Registros mediciones mensuales con los gráficos de control de las mediciones realizadas.</li> <li>- EJECUTOR CSRG- CG Las Pailas</li> <li>- Plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas.</li> <li>- EJECUTOR CSRG – CG Las Pailas</li> </ul>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Operación 04 U2P #46	Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico y mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos)	Ecosistema - Fauna	Alteración a la fauna silvestre	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	Establecer un programa de vigilancia de la incursión de la fauna silvestre dentro de los límites de la propiedad del ICE en esta nueva sección del campo geotérmico e instalaciones de la nueva unidad de generación (planta). Los alcances de este programa de vigilancia estarán sujetos al criterio del biólogo del campo geotérmico. Considerar épocas de reproducción criaderos, etc. Después de 5 años, la continuación del monitoreo será examinada de nuevo sobre la base de opiniones de expertos en biología.	Director del CS Recursos Geotérmicos	Cuantificar la variedad de especies y comportamiento en el tiempo  Atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que pongan en riesgo al personal o inconvenientes a los procesos operativos	Costo incorporado en el presupuesto de la operación de la planta geotérmica	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro de Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro de Servicios Recursos Geotérmicos. CG Las Pailas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro del monitoreo de aves, anfibios, reptiles y mamíferos. Para el bosque y plantaciones forestales, una vez al año por un período de 5 años desde su entrada en operación.</li> <li>- Registro de observaciones y fotografías EJECUTOR CSRG</li> </ul>	Una vez entra de la fase de operación de la planta	A criterio del especialista en biología a cargo de la su implementación
					\$ 1 792						

\*Costo

(\*) Costo: Columna incluye únicamente los costos asignados directamente por los expertos ambientales, adicionales a los considerados en el presupuesto constructivo y de operación del proyecto.

Anexo 3. Bitácora

28-09-2017

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGIA  
0095  
Osetena  
SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

En la Casa de Maquinas continuan trabajos en los Tramos de Cofre miento, la Dica Vizcaya y otras. En la Línea de Transmisión se colocaron las disipadores de ríos en el cable más alto, esto una vez finalizados los trabajos de lo abra. En los corrimos internos continuan trabajos de manejo de agua en cunetas de concreto y continuan los trabajos de perforación en la PL-II. Adicionalmente se realiza mantenimiento a los arbolitos que están bajo la Línea de Transmisión.

Biol. Israel Zúñiga Pacífico

Coronado 0156-2009

12-10-2017

Se realiza gira al sitio de la Plazuela PL-13, en la cual actualmente se realizan trabajos de perforación de pozos profundos. En la gira se progras el inicio de mejoramiento de tierra de la tubería de conducción que va a conectar el sistema de la Plazuela, estos conjuntos los vienen constituyendo, biología, arqueología y seguimiento ambiental. Se indica en siifo que la tierra de excavación se debe trasladar al sitio de la (escoriares Puntas) y algunas rocas se pueden utilizar para estabilización en el mismo sitio, esto es a la menor distancia de tierra expuesta a la erosión. Ademáis en el sitio no existen árboles que requieran de autorización al MINAE se programa monitoreo arqueológico de un sector de la excavación y personal que realiza actividades de rescate de fauna.

Biol.-Israel Zúñiga Pacífico

Coronado 0156-2009

13-10-2017

Se realiza giro de seguimiento ambiental a sitio de la S7 en las PL donde se realizan trabajos de control / fijación a los pedestales instalados en la obra. Parte del material de excavación se convierte en los caminos de la Obra abriendo en una lona amarilla. Posteriormente este mismo material se utilizará en la compactación del terreno de los mismos pedestales. En el recorrido hacia el sitio de obra se observó tanque de riego de la superficie de los caminos internos.

*Biel. Tresel Luis Pacheco  
Construcción 2009*

15-10-2017

En recorrido por las obras del proyecto se evidencia el excelente estado del camino de acceso al sitio de la Escombrera Paithe II, incluso como es un día en que no recibe material se observa siendo el acceso con postrín de malla celón. En la Planta PL-13 se realizan actividades de perforación y además se utilizan vagones tandem sellados para transportar los materiales hacia la PL-1 de Paithe I. De igual forma en la PL-II se realizan actividades de perforación, también en la PL-2 continúan los trabajos de mejoras en los manejos de aguas superficiales de los caminos internos de Paithe II.

*Biel. Tresel Luis Pacheco  
Construcción 2009*

29-10-2017

En campo Paithe II continúan los trabajos de aguas (manejos) superficiales con conexiones en concreto y en la misma máquina las actividades constructivas de las fases de consolidación, grava viajera y demás edificios de la

Ques. Ademas trabajos de cierreamiento de los Plazobetas PL-11, PL-15 y PL-16, actividades de perforación en PL-11, PL-12 y PL-13.

Foto: Trabajo bien ejecutado

Conseljor 0156-2009

09-11-2017

Se realizó recorrido en el camino interno que lleva hasta la Plazaleta 13, donde se realiza el movimiento de tierra para la entrada de la Tubera, que un hace el satélite N° 4, previo al inicio se coordinó con el personal de construcción para realizar trabajos de cierre de fuga y montaje tecnológico del movimiento inicial de tierra. Durante el recorrido se verifica que todos los operarios trabajan su respectivo "toldo" y además continúan los trabajos de la cunilla de manejos de aguas superficiales con juntas en los caminos internos.

Foto: Trabajo bien ejecutado.

Conseljor 0156-2009

24-11-2017

En recorrido por las obras de la Casa de Haciendas del PE Pailas II se observan trabajos de san civil y montaje electrodoméstico, montaje del condensador y trabajos en los Tránsitos de enfriamiento. Las condiciones de viento que se presentan durante el día hace que el polvo se levante, por lo que se le solicita al encargado del área constructiva realizar ciego con tapadera en los caminos internos de la Obra.

Foto: Trabajo bien ejecutado.

Conseljor 0156-2009

28-11-2017

Se realiza recorrido por las instalaciones de la Casa de Oficios de Pailas II, en general la Obra se observa ordenada, sin embargo se observa al encargado en campo trabajando al viento, el acopio la madera que se genera de los equipos que llevan las instalaciones en la Obra. Se realizó visita al centro de

Acopio con el encargado del mismo, en general el sitio se observa muy ordenado, con los materiales clasificados y guardado de buena forma, en el sitio no se presentan males olores y se cuenta con un registro de los ingresos y salidas de materiales.

~~Bd. Faustel Pte. Pacheco~~

~~Consejor 0150-2009~~

08-12-2017

En la Casa de Maquinaria Parc II continúan los trabajos de armado del edificio Principal y la instalación de equipo Electro-mecánico. En la Plazoleta 13 se realizan trabajos de pedestales de lo Tubería de conducción, los caminos internos se observan en buen estado igual que los manejos de agua superficial.

~~Bd. Faustel Pte. Pacheco~~

~~Consejor 0150-2009~~

20-12-2017

Se realiza gira de campo y se observan trabajos en la Plazoleta 13 con tubería de llegada a la Plazoleta, pedestales y cañerías poco, en general el sitio se observa ordenado y los trabajos de movimiento de tierra han finalizado. En la Sub estación los trabajos están muy avanzados y se observa la fabricación de algunas rejillas de concreto para ductos interiores, se le va a solicitar al ingeniero encargado envíe al centro de acopio residuos de maderas que se han generado producto de la fabricación de las rejillas. En Vía PL-11 continúan las actividades de perforación y en el Satélite 2 se realizará movimiento de tierra para la tubería de ingreso a la Caja.

~~Bd. Faustel Pte. Pacheco~~

~~Consejor 0150-2009~~

Anexo 4. Informe Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental de la Planta Pailas I.

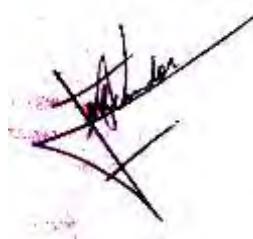


**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD**  
**CENTRO DE PRODUCCION LAS PAILAS I**  
**AREA DE CONTROL QUIMICO**  
**INFORME ETAPA OPERATIVA Y MONITOREOS AMBIENTALES**  
**DEL AREA DE PLANTA**

Setiembre 2017 a Diciembre 2017

13/12/2017

ING. JORGE VINDAS EVANS



## **CONTENIDO**

### **Introducción**

A continuación, se presenta un resumen del seguimiento del plan de gestión ambiental de la Planta Geotérmica Las Pailas durante su operación para el IV trimestre del 2017. Como el área de mantenimiento químico está dentro de la planta, se tiene un programa de trabajo con órdenes de trabajo y contacto permanente con el proceso y los aspectos ambientales a controlar.

### **Objetivo del monitoreo y seguimiento ambiental**

El monitoreo y seguimiento ambiental tiene como objetivo dar seguimiento al cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el Plan de Gestión ambiental y verificar que las recomendaciones y sugerencias emitidas en informes anteriores sean consideradas.

### **Plan de Gestión Ambiental.**

A continuación, se muestra información de las visitas y acciones ejecutadas según cada medida durante el cuarto trimestre del 2017.

### **Afectación al suelo y subsuelo por derrames de hidrocarburos (sitios de almacenamiento)**

Bodega de inflamables:

- Se hizo una visita del 4 al 5 de diciembre y se revisaron las hojas de seguridad que ya tienen un cajoncito nuevo en buen estado.
- Se revisó el tanque de contención de derrames y está lleno de agua de lluvia, es necesario impermeabilizar esta tapa, no se han presentado derrames.
- El kit de contención de derrames está en buen estado.
- El drenaje de piso está limpio.
- Revisión de los extintores en buen estado, están cargados.
- La ducha funciona satisfactoriamente.
- La bodega está limpia.
- Hay rotulo informativo sobre transporte y manejo de químicos en su lugar.

Todos estos edificios y sistemas se mantienen operando satisfactoriamente al momento de la inspección.



Figura 1. Vista exterior de la bodega de inflamables en su parte frontal y posterior.



Figura 2. Se instaló la estación de alerta de fuego.



Figura 3. Se cuenta con Información de seguridad, nomenclatura y extintores.



Figura 4. Bodega de inflamables acomoda y sistemas de contención.



Figura 5. Se cuenta con kits de contención de derrames.

Las bodegas de productos químicos se encuentran acomodadas según diseño y recomendaciones del regente químico. Actualmente las instalaciones se encuentran en buen estado y sus implementos de seguridad y contención funcionan correctamente.



Figura 6. Bodega de químicos, vista de estación de incendios y extintores.



Figura 7. Vista del interior de la bodega de químicos.

**Afectación a la calidad de vida por ruido, vibraciones y emisiones.**

El área química hace monitoreo de ruido cada dos meses. Además, se cuenta con planes de mantenimiento por área de la unidad, tanto mantenimiento preventivo como predictivo para velar por su buen funcionamiento y reducción de ruidos.

En las áreas más ruidosas es obligatorio el uso de protección personal como la turbina y bombas. La última medición de ruido se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2017, el cual mostro valores de ruido dentro de los valores normales, esta información se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Mediciones de ruido en la Planta Geotérmica Pailas 1 realizadas en el mes de noviembre del 2017.

RUIDO PROMEDIO 2016-2017	PLANTA GEOTERMICA LAS PAILAS								
	MEDICION DE RUIDO		# MUESTRA	HORA	TIEMPO DE MEDICION (MINUTOS)	MEDICION dB			OBSERVACIONES
						MEDICION #1	MEDICION #2	MEDICION #3	
06/11/2017	SALA DE CONTROL	DENTRO	1	13:22	1	59.2	59.2	59.3	59.2
		FUERA (FRENTE)	2	13:20	1	83.0	83.3	83.2	83.2
	OEC #1	DENTRO	3	13:14	1	100.5	100.1	99.9	100.2
		FUERA (FRENTE)	4	13:12	1	84.6	84.6	84.3	84.5
	OEC #2	DENTRO	5	13:05	1	99.0	99.0	98.8	98.9
		FUERA (FRENTE)	6	13:03	1	84.6	84.9	84.9	84.8
	TORRE DE ENFRIAMIENTO	BOMBAS DE ENFRIAMIENTO	7	13:09	1	86.9	86.5	86.7	86.7
		LADO DEL PARQUEO	8	13:26	1	86.3	86.2	86.3	86.3
	SILENCIADOR	EN EL SITIO	9	13:00	1	66.7	66.8	66.5	66.7
	BOMBAS DE REINYECCION	EN EL SITIO	10	13:18	1	82.3	82.2	82.1	82.2
	SUBESTACION	FRENTE	11	12:58	1	64.0	64.1	64.3	64.1
	EDIFICIO MANTENIMIENTO	FRENTE (CORTINAS TALLERES)	12	13:55	1	64.4	64.4	64.5	64.4
		FRENTE TALLER INSTRUMENTACION Y CONTROL	13	12:45	1	57.7	57.8	57.7	57.7
	LABORATORIO QUIMICO	DENTRO	14	12:40	1	58.7	58.6	58.9	58.7
		FUERA (ENTRE ALMACEN Y LABORATORIO QUIMICO)	15	12:42	1	55.7	55.8	55.6	55.7
	CENTRO DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES	EN EL SITIO	16	12:54	1	54.2	53.9	54.5	54.2
	ALMACEN	PATIO DE MATERIALES	17	12:48	1	48.4	48.3	48.5	48.4
	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	FUERA (FRENTE)	18	13:38	1	62.3	62.4	62.3	62.3
		DENTRO (IMPRESORAS)	19	13:40	1	48.8	48.6	48.6	48.7
	CASETA DE VIGILANCIA	FUERA	20	13:32	1	64.6	64.5	64.9	64.7
		DENTRO	21	13:36	1	50.4	50.4	50.6	50.5
	PLANTA DE CONCRETO DE PROYECTO	EN EL SITIO	22	13:28	1	67.7	67.4	67.6	67.6
	COMEDOR EDIFICIO MANTENIMIENTO	EN EL SITIO	23	13:53	1	56.7	56.6	56.7	56.7
	BOMBA DE PENTANO LADO IZQUIERDO OEC #1 9300A (POR LA BOTONERA)	EN EL SITIO	24	13:16	1	97.2	97.5	97.2	97.3
	BOMBA DE PENTANO LADO IZQUIERDO OEC #2 9300A (POR LA BOTONERA)	EN EL SITIO	25	13:07	1	96.1	96.1	96.0	96.1

## Dinámica socio cultural

Se cuenta con una brigada de emergencias que participa todos los viernes en charlas y prácticas sobre prevención y atención de emergencias. Se da seguimiento al plan de trabajo con las comunidades para ver lo que son relaciones comunales, (ver programa en apéndice). Se están haciendo las mejoras necesarias en los procesos y mantenimiento. Se tienen identificados los aspectos ambientales significativos de riesgos, y ambiente y controles operacionales para los menos significativos para cada área.

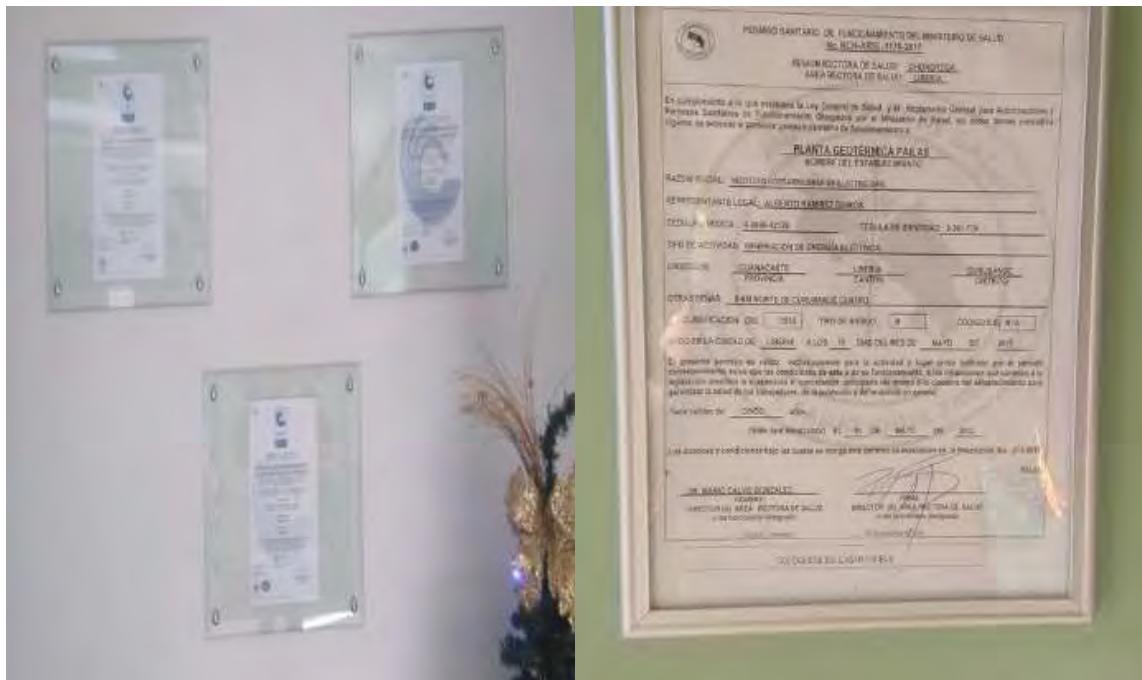


Figura 8. Certificados de calidad, ambiente, riesgos vigentes y Permiso de funcionamiento.



Figura 9. Gabinete con equipo contra incendios, con mangueras, pitones y herramientas.

## Afectación a fauna acuática y terrestre por derrames o contaminación

### Manejo de residuos sólidos,

Las baterías de desechos cumplen con la norma nueva de Inteco. Los desechos se envían al centro transferencia, donde se entregan a gestores autorizados.



Figura 10. Nuevos recipientes para clasificar sólidos del área química.



Figura 11. Centro de transferencia de residuos.

### **Control y manejo de derrames de hidrocarburos**

Para contener derrames de aceites y productos químicos se cuenta con bodegas con trampas de aceite y sistemas de contención de derrames de aceites y químicos, Además se tiene un kit absorbente de derrames, que se pueden llevar fácilmente al sitio.

Se cuenta con procedimientos para el manejo de productos químicos peligrosos, con toda su información técnica como las hojas de seguridad, ducha de emergencia, accesos controlados, almacenamiento según su tipo (oxidante o reductor).



Figura 12. Sistema de soda con muros de contención de derrames



Figura 13.Trampa de aceites de taller 5 de diciembre, está limpia de aceites la salida.

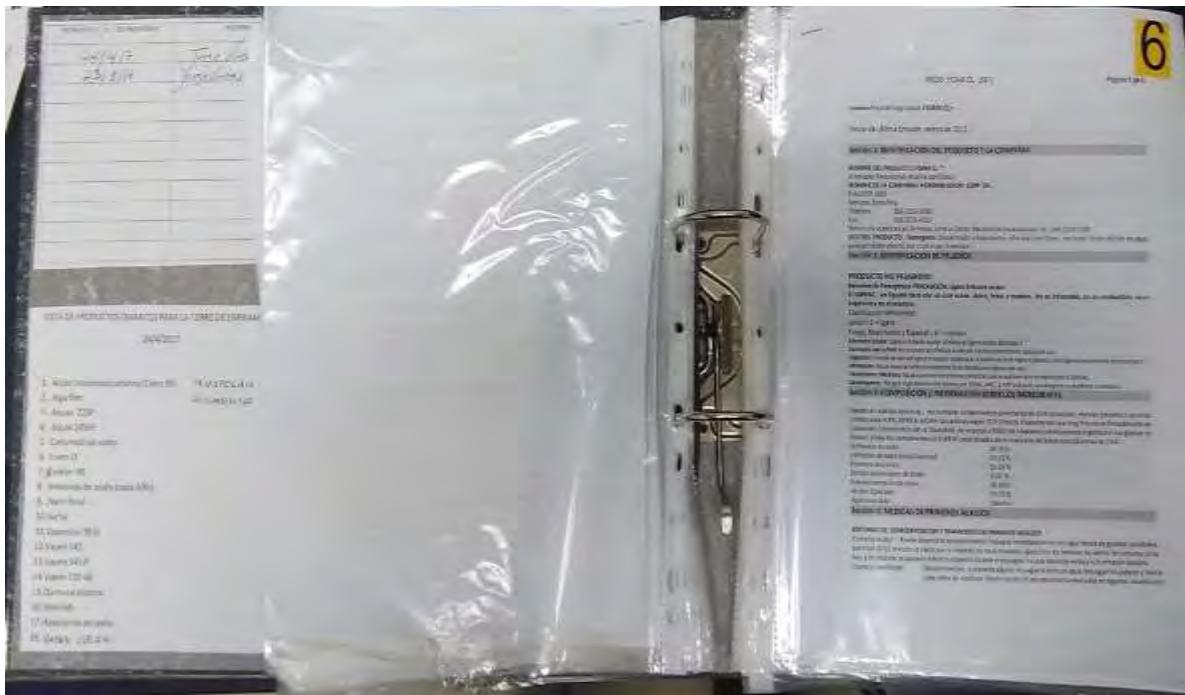


Figura 14. Listado de hojas de seguridad área química.



Figura 15. Kit de control de derrames del área química y msds.

### Manejo de aguas residuales

Se cuenta con una planta de tratamiento de agua residual la cual recibe las aguas de los diferentes edificios de la planta y del comedor de proyecto pailas II, las capacidades de diseño, diagrama de flujo se muestran en el Cuadro 2. Actualmente la planta está trabajando mucho mejor que antes, pero es muy manual. Se espera modernizar.

## **Información básica de la planta de tratamiento**

La planta de tratamiento cuenta con las siguientes características de diseño:

- La jornada de operación de la PTAR Las Pailas es continua.
- La jornada de trabajo de la PTAR Las Pailas es de 49 horas semanales, 52 semanas laboradas por año. Hay un técnico capacitado para su operación, de lunes a viernes.
- La capacidad de la PTAR Las Pailas es de 54.3 m<sup>3</sup>/día.

El detalle de la estimación de la carga hidráulica se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

<b>Aguas Negras</b>		
Número de personas	350	UND
Aporte de AR por empleado	100	Litros
Total de Aguas Residuales	35	m <sup>3</sup> /día
Caudal Promedio/hora	2,9	m <sup>3</sup> /hora
Factor Pico	2,5	-
Caudal Pico/hora	7,3	m <sup>3</sup> /hora
<b>Aguas Servidas</b>		
Número de personas	700	UND
Número de Comidas	1	UND
Aporte de AR por empleado	25	Litros
Total de Aguas Residuales	17,5	m <sup>3</sup> /día
Caudal Promedio/hora	1,5	m <sup>3</sup> /hora
Factor Pico	2,5	-
Caudal Pico/hora	3,6	m <sup>3</sup> /hora
<b>TOTAL DE AR</b>	<b>52,5</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>
<b>CAUDAL PICO TOTAL</b>	<b>10,9</b>	<b>m<sup>3</sup>/hora</b>

### Evaluaciones de las unidades y fallas

Luego del mes de setiembre se han venido muchas lluvias que causaron problemas de muy alto nivel en las pilas por la tormenta Nate, pero fuera de esto los cambios implementados con los residuos de flujo en las lagunas, mejor control de los niveles, reciclaje permanente

en el sedimentador, purgas de lodos, aplicación de bacterias, mejor control de la espuma y grasas, han venido a tener cargar orgánicas en DQO de menos de 150 mg/l a la salida del sedimentador, si es necesario una automatización del proceso ya que no se dispone de personal fines de semana o en la noche y una falla puede afectar el proceso, cosa que ha pasado, en este sentido para el 2018 se tiene presupuestado una mejora del proceso.



Figura 16. Vista general de planta de tratamiento.



Figura 17. Vista del tamiz de gruesos del comedor.



Figura 16. Tanque desgrasador.

En el tanque desgrasador del comedor de Proyecto, se aplican bacterias para mejorar la digestión de las grasas y así mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento. La grasa flotante se limpia tres veces por día.



Figura 17. Bacterias descomponedores digestoras de grasa.

### **Afectación por Emisión de gases**

En la planta se cuenta con un programa de monitoreo de gases. En la figura 18 y figura 19 se muestra el reporte de monitoreo de fugas de pentano hechos en la planta con un equipo

portátil. Para localizar cada una de las fugas de pentano encontradas, se colocan etiquetas en el sitio de la fuga, las cuales van a facilitar su ubicación. El informe de fugas se envía al personal del área mecánica para que se proceda a realizar las reparaciones correspondientes.

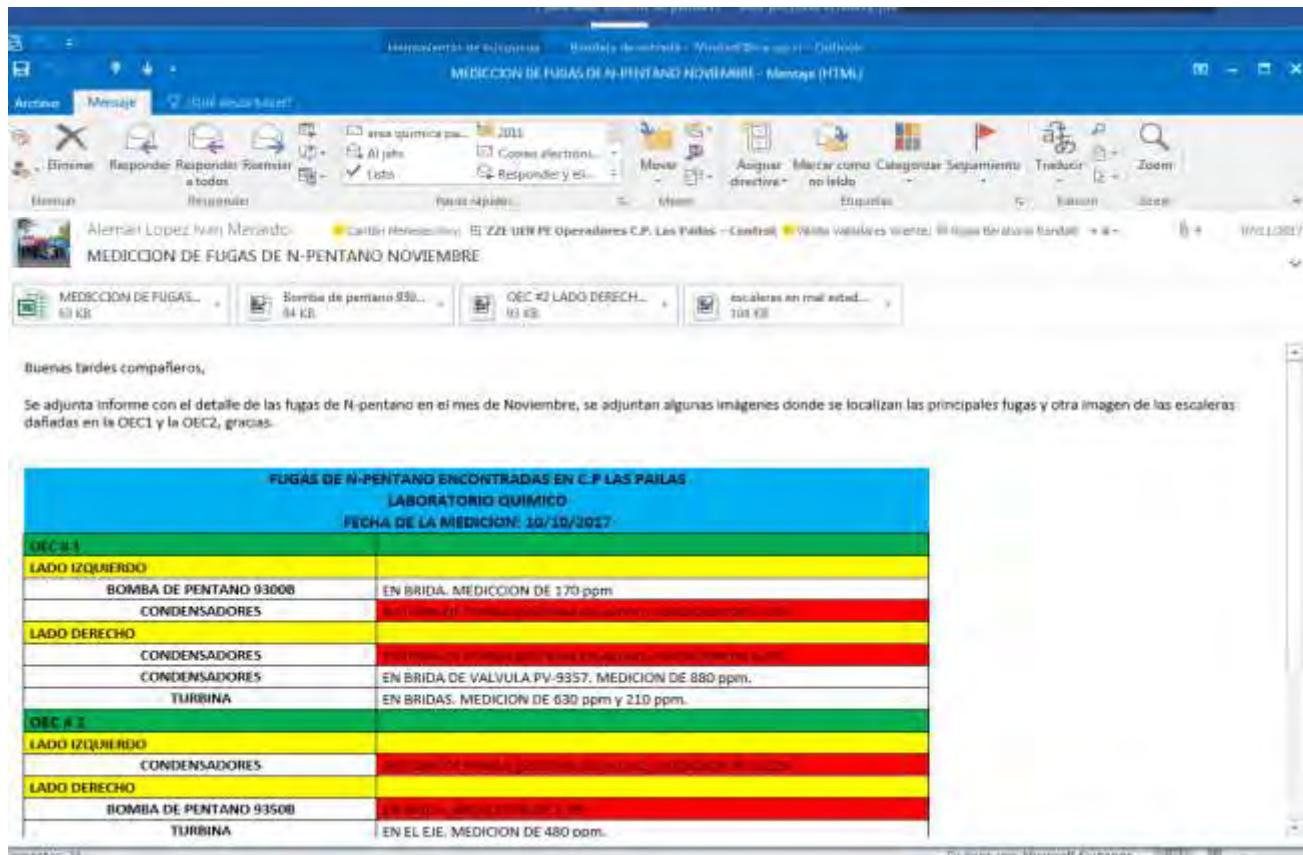


Figura 18. Envío del informe de fugas de pentano.

## MEDICION DE FUGAS PLANTA BINARIA LAS PAILAS

### LABORATORIO QUIMICO

FECHA: 07/11/2017

HORA: 06:00 AM

	HAY FUGAS	ppm	%	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
<b>OEC #1</b>					
<b>LADO IZQUIERDO</b>					
<b>SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO</b>					
<b>BOMBA DE PENTANO 9300 A</b>					
FILTRO DE SUCCION				X	
VALVULA HV-9306A SUCCION				X	
VALVULA HV-9310A DESCARGA				X	
MANOMETROS				X	
SELLO DE BOMBA				X	
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
<b>BOMBA DE PENTANO 9300 B</b>					
FILTRO DE SUCCION				X	
VALVULA HV-9306B SUCCION				X	
VALVULA HV-9310B DESCARGA				X	
MANOMETROS				X	
SELLO DE BOMBA				X	
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
<b>CONDENSADORES</b>					
<b>MIRA IZQUIERDA</b>				X	
VALVULAS				X	
BRIDAS				X	
<b>MIRA DERECHA</b>				X	
VALVULAS				X	
BRIDAS				X	
<b>SISTEMA DE PURGA</b>				X	
BRIDAS				X	
SISTEMA DE ALIVIO				X	
<b>VALVULA NV-9310</b>	***			***	ESCALERA EN MAL ESTADO (RIESGO DE SEGURIDAD)
BRIDAS	***			***	NO SE REALIZA LA MEDICION.
<b>VALVULA PV-9307</b>				X	
BRIDAS				X	
<b>PRECALENTADORES</b>					
<b>SALMUERA HE-9102</b>				X	
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
MANOMETROS				X	
<b>VAPORIZADOR</b>					
<b>HE-9100</b>					
BRIDAS				X	
MIRA	X	50			
VALVULAS				X	
MANOMETROS				X	
<b>TURBINA</b>					
VALVULA NV-9210	***			***	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.
VALVULA PV-9210	***			***	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.
VALVULA NV-9107A				X	
VALVULA NV-9107B				X	
MANOMETROS				X	
EJE				X	
JUNTAS DE EXPANSION				X	
BRIDAS				X	
CARCASA				X	

Figura 19. Monitoreo de fugas de pentano noviembre 2017.

## MEDICION DE FUGAS PLANTA BINARIA LAS PAILAS

### LABORATORIO QUIMICO

FECHA:	07/11/2017				
HORA:	08:30 AM				
	HAY FUGAS	ppm	%	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
OEC #1					
LADO DERECHO					
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO					
BOMBA DE PENTANO 9350 A					
FILTRO DE SUCCION				X	
VALVULA HV-9360A DESCARGA				X	
VALVULA HV-9356A SUCCION				X	
MANOMETROS				X	
SELLO DE BOMBA				X	
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
BOMBA DE PENTANO 9350 B					
FILTRO DE SUCCION				X	
VALVULA HV-9356B DESCARGA				X	
VALVULA HV-9360B SUCCION				X	
MANOMETROS				X	
SELLO DE BOMBA				X	
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
CONDENSADORES					
MIRA IZQUIERDA				X	
VALVULAS				X	
BRIDAS				X	
MIRA DERECHA				X	
VALVULAS				X	
BRIDAS				X	
SISTEMA DE PURGA				X	
BRIDAS				X	
SYSTEMA DE ALIVIO				X	
VALVULA NV-9360				X	
BRIDAS				X	
VALVULA PV-9357				X	
BRIDAS	X	110			
VALVULA LV-9153				X	
BRIDAS				X	
PRECALENTADORES					
VAPOR HE-9152A Y HE-9152B					
BRIDAS				X	
VALVULAS				X	
MANOMETROS				X	
VAPORIZADOR					
HE-9150					
BRIDAS				X	
MIRA				X	
VALVULAS				X	
MANOMETROS				X	
TURBINA					
VALVULA NV-9260	***			***	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.
VALVULA PV-9260	***			***	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.
VALVULA NV-9157A	X	180			
VALVULA NV-9157B				X	
MANOMETROS				X	
EJE				X	
JUNTAS DE EXPANSION				X	
BRIDAS				X	
CARCASA				X	

Figura 20. Monitoreo de fugas de pentano noviembre 2017.

También se realizan mediciones de fugas de H<sub>2</sub>S en la planta, las cuales se realizan mediante instrumentos especializados en la detección de este tipo de gases, ver figura 21. Los muestreros muestran condiciones normales en la planta, y los resultados se observan en el Cuadro 3.



Figura 21. Detectores de fugas de H<sub>2</sub>S.

**Cuadro 3.** Resultados de monitoreo de fugas de H<sub>2</sub>S en la Planta Geotérmica Pailas.

PUNTO						
	SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	
	05/09/2017	19/09/2017	09/10/2017	26-oct.-17	1-nov.-17	16-nov.-17
DRENajes DE LA OEC # 1	0	0	0	0	0	0
DRENajes DE LA OEC # 2	0	0	0	0	0	0
PARTe SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS C Y D	0	0	0	0	0	0
PARTe SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS D Y E	0	0	0	0	0	0
PARTe SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS E Y F	0	0	0	0	0	0
PARTe SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS F Y G	0	0	0	0	0	0
SILENCIADOR	0	0	0	0	0	0
SISTEMA NEUTRALIZACION	0	0	14.1	17.1	14.5	16.9
TUBERIAS DE VAPOR Y SALMERA	7	3.5	2.8	3.7	3.2	2.9
VAPOR CONDENSADO OEC #1 LADO DERECHO	190	192	186	190	192	196
VAPOR CONDENSADO OEC #2 LADO DERECHO	170	174	198	192	178	183
VAPOR CONDENSADO PURGA LADO DERECHO CANAL	0	0	0	0	0	0
VAPOR CONDENSADO PURGA LADO IZQUIERDO CANAL	0	0	0	0	0	0

En esta tabla se pude ver que el único momento importante donde se detecta es cuando se abre un drenaje para tomar una muestra de condensado, en el sistema de neutralización es muy poco y los otros no hay.

## **Calidad atmosférica y Manejo de fluidos**

Como se muestra en la figura 22, la planta cuenta con un sistema de recolección de drenajes en todos los sistemas principales del proceso, los cuales son llevados a través de una red de tuberías hasta llegar al tanque de neutralización donde se ajusta su pH y se bombea a la laguna de enfriamiento, para posteriormente ser pasado al pozo de reinyección, este sistema es automático, las tuberías están aisladas, camuflaje color verde, también se cuenta con sistemas de separación de aguas aceitosas en el edificio de mantenimiento, las que se limpian cada mes. Esto lo hace el área civil. Estos aceites se mandan al centro de trasferencia donde un gestor autorizado los recoge para reciclarlos. Los comedores tienen trampas de grasa, que se limpian mensualmente por el área civil.



Figura 22. Sistema de drenajes



Figura 23. Sistema de drenajes de condensados



Figura 24. Tanque de drenajes de condensado en buen estado

#### **Control de la temperatura del aire en planta y ruido**

Las tuberías de vapor y salmuera están recubiertas con un aislante térmico para evitar la fuga de calor al medio y la perdida de propiedades termodinámicas, similarmente, también están recubiertos los evaporadores y precalentardores de pentano, todo esto protege al personal, al ambiente y al proceso, baja en nivel de ruidos. Estos se mantienen en buen estado, ver figura 25 y figura 26.



Figura 25. Vaporizadores de pentano con aislamiento térmico.



Figura 26 .Estado de cubiertas aislantes de precalentadores y vaporizadores.



Figura 27. Aislamiento térmico y acústico de la caseta de turbina.

### **Protección del suelo y taludes**

Se cuenta con una cubierta de membrana para sostener el suelo de los taludes evitando la erosión y pérdida de estabilidad de los mismos, (Figura 28). Para el periodo en curso no evidencias desprendimientos de material de los taludes, sin embargo, se detecta la necesidad de ejecutar mejorías en algunos sectores.



Figura 28. Taludes estabilizados con geo-membranas sintéticas en la Planta Geotérmica Pailas 1.

También se da mantenimiento a las zonas verdes ubicadas dentro del área de la planta, las cuales durante el periodo se mantuvieron bien conservadas, como se muestra en la Figura 29.



Figura 29. Zonas verdes ubicadas en los alrededores de la Planta Geotérmica Pailas 1 en buen cuidado.

## Análisis de agua potable

Los puntos de monitoreo están dentro del edificio de control y el laboratorio químico, ahora se monitorean los tres comedores. El agua de consumo para la Planta Las Pailas, tiene las siguientes características generales a la salida del filtro UV :pH 7.38 , conductividad 142 uS, turbiedad 0.97 NTU, cloro 0.50 ppm (salida del filtro UV), no hay coliformes.

La planta potabilizadora se encuentra operando satisfactoriamente, se hizo una modificación al proceso para dosificar cloro en las tuberías para garantizar la desinfección. Esto es para garantizar que aguas abajo haya cloro remanente. Esto está vigente a diciembre 2017.

En la figura 30 se muestra la variación del pH del agua del grifo, los resultados muestran que la planta de tratamiento de agua potable está trabajando de forma correcta. De igual manera en el Cuadro 4 y Cuadro 5, se muestra los resultados de la salida de agua de la planta potabilizadora.



Figura 30. Variación del pH del agua para consumo humano.

**Cuadro 4.** Resultado de análisis mensual de agua potable a noviembre del 2017.

AGUA POTABLE											
SALIDA PLANTA POTABILIZADORA FILTRO UV											
FECHA	MES	MES	ALCALINIDAD	SULFATOS	SILICE	HIERRO	T.S.D.	DUREZA	CLORUROS		
13/01/2016	01/01/2017	ENERO	40.12	22.56	36	14	54.6	42	0.02	0	151.130
12/01/2016	01/02/2017	FEBRERO	37.61	22.02	41	27	49.9	48.5	0.07	0.03	161.142.8
09/03/2016	06/03/2017	MARZO	30.05	17.13	34	5.9	34	0.05	0.03	124.140	2.278
14/04/2016	26/04/2017	ABRIL	15.03	24.47	49	39	59.0	36	0.05	0.05	160.166
03/05/2016	09/05/2017	MAYO	37.56	19.58	47	41	55.4	53	0.01	0	160.161
08/06/2016	10/06/2017	JUNIO	35.06	19.58	41	38	47.1	48	0.01	0.02	147.152
06/07/2016	12/07/2017	JULIO	37.56	19.58	34	27	47.1	40	0.01	0	137.121
09/08/2016	24/08/2017	AGOSTO	32.55	22.02	38	33	51.1	47	0.12	0	151.182
06/09/2016	28/09/2017	SEPTIEMBRE	32.55	26.92	36	19	49.5	44	0.02	0	147.938
12/10/2016	18/10/2017	OCTUBRE	27.58	31.23	36	17	49.5	43	0.02	0	147.124
01/11/2016	20/11/2017	NOVIEMBRE	25.07	26.42	30	19	48.8	48	0.05	0	172.152
07/12/2016	DICIEMBRE		22.56		23		44.9		0.02		132.8
											2.6
											5.4

Cuadro 5. Análisis diario de aguas de consumo en la salida del filtro de agua y tanque de agua.

AGUA POTABLE Y COLIFORMES SALIDA DEL FILTRO UV					TANQUE NEGRO DE AGUA	
Fecha	# Registro	Ph	conduc.(uS/cm)	Turb.(NTU)	# Registro	Cl2 mg/l
16/11/2017	15706	7.56	147.80	0.70	15697	0.59
17/11/2017	15712	7.50	134.80	0.90		
20/11/2017	15721	7.54	147.20	0.70		
23/11/2017	15745	7.68	152.60	0.50	15747	0.71
24/11/2017	15760	7.51	156.40	0.70		
28/11/2017	15772	7.57	158.60	0.20		
29/11/2017	15781	7.65	161.90	4.00	15784	0.42



PRT 011 R-03  
Versión 07  
Página 2 de 4

UNIVERSIDAD NACIONAL  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
**REPORTE DE RESULTADOS**



No. Reporte: AG-776-2017

**Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:**

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Muestra Nº 05	Valor Máximo Admisible <sup>1</sup>
*pH (25 °C)	-	7,380 ± 0,042	7,320 ± 0,042	7,420 ± 0,042	6,830 ± 0,042	7,130 ± 0,042	6-8
*Conductividad	µS/cm	135 ± 16	141 ± 16	410 ± 16	96 ± 16	133 ± 16	-
*Turbiedad	NTU	1,170 ± 0,050	1,290 ± 0,053	1,300 ± 0,053	1,490 ± 0,058	1,330 ± 0,054	5
*Color aparente	UC	0,236 ± 0,014	0,223 ± 0,014	0,244 ± 0,014	0,315 ± 0,013	0,231 ± 0,014	15
*Temperatura	°C	25,60 ± 0,10	25,70 ± 0,10	26,30 ± 0,10	26,50 ± 0,10	26,30 ± 0,10	30
*Cloro residual libre	mg/l	0,430 ± 0,092	0,410 ± 0,092	0,380 ± 0,092	-	0,450 ± 0,092	0,3-0,6
**Olor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
**Sabor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	***	Aceptable	Aceptable

Análisis	Unidades	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08	Muestra Nº 09	Valor Máximo Admisible <sup>1</sup>
*pH (25 °C)	-	7,320 ± 0,042	6,760 ± 0,042	6,720 ± 0,042	6,770 ± 0,042	6-8
*Conductividad	µS/cm	139 ± 16	131 ± 16	129 ± 16	130 ± 16	-
*Turbiedad	NTU	0,924 ± 0,044	0,133 ± 0,026	0,301 ± 0,030	0,107 ± 0,026	5
*Color aparente	UC	0,186 ± 0,014	0,100 ± 0,014	0,105 ± 0,014	0,106 ± 0,014	15
*Temperatura	°C	26,80 ± 0,10	28,60 ± 0,10	27,70 ± 0,10	26,50 ± 0,10	30
*Cloro residual libre	mg/l	0,370 ± 0,092	nd	nd	-	0,3-0,6
**Olor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
**Sabor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

d= detectable

nd= no detectable

\*La incertidumbre de la medición se determinó para un factor de cobertura  $k = 2$  correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %.

<sup>1</sup> Decreto N° 38924-5 Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015

\*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2005, Alcance LE-024, más información en el sitio web [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

\*\*Ensayos no acreditados

\*\*\* El análisis no se realizó porque el análisis microbiológico fue positivo

**Resultados de Análisis Microbiológicos<sup>2</sup>:**

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Muestra Nº 05
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1,1	<1,1	<1,1	9,2	<1,1
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,1	<1,1	<1,1	9,2	<1,1
E. coli	NMP/100 ml	<1,1	<1,1	<1,1	9,2	<1,1
Análisis	Unidades	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08	Muestra Nº 09	
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1,1	<1,8	<1,8	<1,8	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,1	<1,8	<1,8	<1,8	
E. coli	NMP/100 ml	<1,1	<1,8	<1,8	<1,8	

<sup>2</sup>Analisis realizados por el Laboratorio Supilab Microbiología de Alimentos, Aguas e Industrial, número de alcance del ECA LE-079, según consta en el Informe No. (226295-226303)-17.

**Descripción de las muestras:**

- Muestra N°01: Muestra de agua tomada en Área Química
- Muestra N°02: Muestra de agua tomada en Comedor de Talleres
- Muestra N°03: Muestra de agua tomada en Comedor de Operadores
- Muestra N°04: Muestra de agua tomada en Tanque de Almacenamiento del Río Colorado (ahora entrada del agua del Río Colorado)
- Muestra N°05: Muestra de agua tomada en Tanque de Almacenamiento de agua Potable (Tubo interno) cubierto punto nuevo
- Muestra N°06: Muestra de agua tomada en Comedor Edificio Administrativo
- Muestra N°07: Muestra de agua tomada en Colonia de Colorado casa #1
- Muestra N°08: Muestra de agua tomada en Colonia de Colorado #5
- Muestra N°09: Muestra de agua tomada en Colonia de Colorado Salida del Pozo

Laboratorio de Análisis Ambiental  
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA  
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696

Figura 31. Resultados de análisis de muestras de agua.

Estos son los resultados de los análisis de recuento de coliformes en las aguas de consumo humano de la Planta Geot. Las Pailas:

Tabla #2: Cloro libre (mg/L) aguas de consumo humano  
Planta Geot. Las Pailas  
29/11/2017

Tanque Negro	Comedor Edif. Adm.	Comedor Sala de Control	Comedor Edif. Mant.	Laboratorio Químico
0.42	0.28	0.31	0.30	0.37



Cuadro 5. Resultados de análisis de coliformes en sitios de agua de consumo humano.