



## **Informe de Responsabilidad Ambiental**

Informe de Responsabilidad N° LII-2020

Período del Informe: Julio – diciembre 2020

### **Proyecto Geotérmico Pailas**

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

Expediente N° 0788-2004-SETENA

#### **Responsable Ambiental**

Lic. Carlos Alvarez Morales

CI-329-16

Resolución 3276-2018, Vencimiento 30/01/2021

Teléfono: 2000-3201, email: calvarezmo@ice.go.cr

---

*Responsable Ambiental*

---

*Ing. Luis Fernando Barrantes Prado  
Representante Legal  
Instituto Costarricense de Electricidad*

Enero, 2021

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Información del Proyecto .....	8
II.	Ubicación del Proyecto .....	8
III.	Objetivo de las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental .....	10
IV.	Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental y Registro Fotográfico.....	11
1.	PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos) .....	11
2.	PGP-02: Manejo y disposición de residuos sólidos .....	13
3.	PGP-03: Manejo y disposición de residuos líquidos .....	19
4.	PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias .....	21
5.	PGP-05: Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas .....	24
6.	PGP-06: Consumo de agua (Agotamiento de agua) .....	28
7.	PGP-07: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos) .....	30
8.	PGP-08: Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica (Accidentes relacionados con el trabajo).....	31
9.	PGP-09: Operación del Campo y Planta geotérmica (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta).....	36
10.	PGP-10: Presencia de infraestructura (El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras).....	37
11.	PGP-11: Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta) .....	38
12.	PGP-12: Operación del campo geotérmico (Contaminación del agua por fluidos geotérmicos).....	41
13.	PGP-13: Operación del campo geotérmico (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial).....	43

14. PGP-14: Operación del campo geotérmico (Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua).....	44
15. PGP-15: Emisión de gases no condensables H <sub>2</sub> S (Riesgo de cambios en la composición química de los suelos).....	51
16. PGP-16: Plan de restauración y conservación (Restauración y conservación de ecosistemas boscosos).....	51
17. PGP-17: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta) .....	53
18. PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta) .....	54
19. PGP-19: Operación de la Planta y del campo geotérmico (Alteración de la cotidianidad de las comunidades) .....	67
20. PGP-20: Perforación de pozos geotérmicos (Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H <sub>2</sub> S) .....	70
21. PGP-21: Perforación de pozos geotérmicos (Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos) .....	70
22. PGP-22: Perforación de pozos geotérmicos (Alteración del paisaje).....	70
23. PGP-23: Obras civiles (Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos) .....	70
24. PGP-24: Emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S, pentano y otros) .....	71
25. PGP-25: Consumo de agua potable (Alteración de la calidad de agua) .....	72
26. PGP-26: Movimientos de tierra (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial) .....	74
27. PGP-27: Movimientos de tierra (Corta de árboles).....	75
28. PGP-28: Movimientos de tierra (Alteración de sitios arqueológicos) .....	78
29. PGP-29: Movimiento de tierras (conformación sitios de construcción, escombrera) .	78

30. PGP-30: Movimiento de tierras (Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat) .....	79
31. PGP-31: Producción de concreto (Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto) .....	80
V. Conclusiones .....	81
VI. Recomendaciones .....	83
VII. Anexos. ....	84

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas .....	9
Figura 2 Planta Geotérmica Las Pailas, Unidad II .....	9
Figura 3. Detención de vagoneta con fuga de aceite. ....	11
Figura 4. Mantenimiento de vehículos y maquinaria en taller institucional .....	12
Figura 5 Estado, RTV y evidencias de mantenimiento del vehículo 7523 .....	12
Figura 6. Estado, RTV y evidencias de mantenimiento del vehículo 6195. ....	13
Figura 7. Áreas de acopio temporal de residuos en instalaciones.....	14
Figura 8. Instalaciones de CTR de C.S. Recursos Geotérmicos. ....	14
Figura 9. Despacho de residuos a gestores.....	14
Figura 10 Certificados de Recolección de Residuos de CSRG .....	15
Figura 11. Centro de Transferencia de Residuos CS CON. ....	16
Figura 12 Residuos contabilizados en el segundo semestre del 2020 .....	17
Figura 13. Video presentado al personal con charla sobre manejo de residuos.....	18
Figura 14. Extracto de lista de asistencia de entrenamiento de manejo de residuos.....	18
Figura 15 Lista de asistencia al taller de manejo de residuos, controles operacionales y asuntos ambientales, dirigido a operadores.....	19
Figura 16 Pileta para el lavado de equipos mecánicos en taller de Pailas Unidad I .....	20

Figura 17 Pileta para el lavado de equipos mecánicos en Unidad II .....	20
Figura 18 Tanque de neutralización de sustancias peligrosas .....	20
Figura 19. Taller mecánico con sus respectivos canales y trampas de aceites. ....	21
Figura 20. Tanques sépticos y servicios sanitarios utilizados en el CG Las Pailas. ....	21
Figura 21. Trampas para aguas oleaginosas de talleres .....	22
Figura 22. Construcción y uso de tanque séptico para disposición de aguas residuales...	22
Figura 23. Trampas de grasas y aceites utilizadas en las salidas de aguas residuales ordinarias provenientes de los cafetines y comedores. ....	22
Figura 24 Reporte operacional de aguas residuales de la PTAR Pailas .....	23
Figura 25 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Planta Pailas .....	23
Figura 26 Almacén de sustancias peligrosas Unidad II .....	24
Figura 27 Almacén de sustancias peligrosas Unidad I .....	25
Figura 28. Fichas de seguridad en áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas..	26
Figura 29. Áreas de almacenamiento para sustancias químicas peligrosas.....	27
Figura 30. Caseta de almacenamiento de sustancias peligrosas de Obra Civil.....	27
Figura 31. Tanqueta y equipos utilizados para el despacho de combustibles .....	28
Figura 32. Inspección realizada en taller de mantenimiento de equipos y maquinaria. ....	28
Figura 33. Ayudas visuales en sitio de consumo y verificadas en rutas de inspección.....	29
Figura 34. Registros de consumo de agua.....	29
Figura 35 Lineamiento sobre el uso de agua para riego de zonas verdes.....	30
Figura 36. Límites de velocidad en comunidades de influencia.....	31
Figura 37. Equipos para atención de emergencias. ....	31
Figura 38. Rotulación preventiva y uso de EPP por parte del personal.....	32
Figura 39 Lista de asistencia a Taller TAST para personal Pailas .....	33

Figura 40. Charlas y capacitaciones en Salud y Seguridad en el Trabajo.....	33
Figura 41. Comedor ubicado en la PLP-06. Campo Geotérmico Las Pailas. ....	36
Figura 42. Iluminación en caminos del Campo.....	37
Figura 43. Paisajismo en sitios de obras y Plazoletas 12 y 13 .....	37
Figura 44. Registros obtenidos en el monitoreo de ruido en el CG Pailas.....	39
Figura 45 Monitoreos de ruido en Planta pailas Unidad I .....	40
Figura 46 Monitoreos de ruido en Planta Pailas Unidad II.....	40
Figura 47 Pantalla sónica instalada en Planta Pailas Unidad II.....	41
Figura 48. Registro sobre el monitoreo de aguas superficiales del AP.....	43
Figura 49. Hallazgos durante inspección de sistemas de evacuación pluvial.....	43
Figura 50. Sitio para el monitoreo de calidad de agua, Colorado abajo (LT).....	44
Figura 51. Técnica utilizada para el monitoreo de macroinvertebrados.....	45
Figura 52. Recolecta de muestra de agua para análisis en laboratorio. ....	46
Figura 53. Ninfa de <i>Anacroneria</i> segundo género común en monitoreo.....	49
Figura 54. Establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en áreas sometidas a procesos de conservación y restauración de ecosistemas boscosos.....	52
Figura 55. Extracto de base de datos composición florística.....	53
Figura 56. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas. ....	53
Figura 57. Rescate de serpiente Bécquer y Paloma. ....	54
Figura 58. Anfibios más comunes en monitoreos de fauna silvestre. ....	55
Figura 59. Reptiles más comunes en monitoreos de fauna silvestre.....	56
Figura 60. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo .....	57
Figura 61. Avistamiento de ave del sol ( <i>E. helias</i> ) durante monitoreo de aves.....	58
Figura 62. Cantidad de aves identificadas durante monitoreos .....	59

Figura 63. Registro indirecto de mamíferos .....	60
Figura 64. Mono congo identificado durante monitoreo diurno de fauna silvestre.. .....	60
Figura 65. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres.....	61
Figura 66. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos.....	61
Figura 67. Registro de tres especies de felinos mediante cámaras trampa.....	62
Figura 68. Avistamiento de serpiente de cascabel y huella de jaguar. ....	63
Figura 69. Cantidad de registros de especies que utilizaron los pasos subterráneos.....	64
Figura 70. Evidencia de las cuatro especies utilizando los pasos subterráneos.....	65
Figura 71. Resultados del monitoreo de fauna en sistema de tuberías. ....	65
Figura 72. Visita efectuada en junio a uno de los pasos aéreos.....	66
Figura 73. Dispositivos instalados en contrapozo en PLP-12 y laguna en PLP-13.....	67
Figura 74. Mantenimiento de rótulos de señalización vial y advertencia de fauna.....	67
Figura 75. Atención solicitud comunal, San Jorge.....	68
Figura 76. Atención solicitud comunal, Parcelas Santa María.....	68
Figura 77. Daños a techo propiedad privada comunidad Curubandé.....	69
Figura 78. Reparación de estructura de techo propiedad privada, Curubandé.....	69
Figura 79 Estabilidad de taludes en Planta Pailas Unidad I .....	70
Figura 80 Estabilidad de taludes en Planta Pailas Unidad II .....	71
Figura 81 Resultados del monitoreo de calidad de agua para consumo humano.....	74
Figura 82. Excavaciones para la colocación de pedestales de la ruta.....	75
Figura 83.Retiro de material de las excavaciones para pedestales de la ruta. ....	75
Figura 84. Portada del Informe de Regencia Forestal N°3 (cierre).....	76
Figura 85. Portada de contrato de Regencia Forestal N° 016289 G.....	77

Figura 86. Portada de resolución N° 161/2020-ACG-DRFVS-OSRL.....	77
Figura 87. Movimientos de tierra en el sitio de trabajo La Urba.....	78
Figura 88. Material colocado en la Escombrera 1. ....	78
Figura 89. Uso de lona para el acarreo de escombros.....	79
Figura 90. Reporte y reubicación de serpiente ubicada en sitios de obra.....	79
Figura 91. Limpieza de sedimentador de la planta de concreto. ....	80
Figura 92. Fosa natural para el secado de sedimentos en la Escombrera 1. ....	80

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1 Mantenimiento de vehículos asociados a Planta .....	13
Cuadro 2 Residuos retirados mediante gestores autorizados .....	16
Cuadro 3 Registro de capacitación de SST realizadas en el CG Las Pailas .....	34
Cuadro 4 Registros de niveles de ruido obtenidos entre julio-diciembre 2020 .....	38
Cuadro 5 Parámetros de calidad de aguas para consumo humano .....	41
Cuadro 6 Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua.....	44
Cuadro 7 Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido .....	45
Cuadro 8 Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos .....	47
Cuadro 9 Resultado del índice BMWP-CR en aguas superficiales del AP .....	49
Cuadro 10 Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de agua. ....	50
Cuadro 11 Valores de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. ....	51
Cuadro 12 Ubicación de parcelas permanentes de muestreo forestal en áreas sometidas a procesos de conservación y restauración de ecosistemas boscosos.....	52
Cuadro 13 Registro de solicitudes comunales, diciembre 2020 .....	68
Cuadro 14 Monitoreos de gases H <sub>2</sub> S en Planta Pailas durante el periodo .....	72

## **I. Información del Proyecto**

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) presenta a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), el Informe de Regencia Ambiental “LII” del Proyecto Geotérmico Las Pailas (Expediente Administrativo N° 0788-2004-SETENA), correspondiente a los meses de julio a diciembre 2020.

La Planta está conformada por dos unidades denominadas Pailas I y Pailas II. La primera de ellas con una capacidad instalada de 35 MW entró en operación el 24 de junio del 2011. Pailas II alcanza 55 MW, e inició el 23 de julio del 2019, para un total de 90 MW de energía renovable, que viene a fortalecer la matriz eléctrica del país

En Resolución N° 3180-2019-SETENA se oficializa el cierre de la etapa constructiva e inicio de la operativa del Proyecto Geotérmico Las Pailas, indicando que la frecuencia de presentación de los informes de regencia ambiental es semestral. De acuerdo a la Notificación SETENA-DT-ASA-0356-2020, los informes de regencia ambiental cubrirán los periodos del 01 de enero al 30 de junio, y del 01 de julio al 31 de diciembre de cada año.

### **Empresa Desarrolladora**

Instituto Costarricense de Electricidad.

Representante legal: Ing. Luis Fernando Barrantes Prado

Teléfono: 2000-6298

Fax: 2003-0146

Correo electrónico: LBarrantesP@ice.go.cr

### **Responsable Ambiental**

Lic. Carlos Alvarez Morales

Consultor SETENA CI-329-16

Teléfono: 2000-3201 / 8818-9055

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

## **II. Ubicación del Proyecto**

La Planta Geotérmica Las Pailas se ubica 9 km al noreste de Curubandé de Liberia, provincia de Guanacaste, en la hoja cartográfica 3148 III Curubandé del Instituto Geográfica Nacional (IGN), en las coordenadas 1 190 200 m FN / 353 000 m FE (Proyección CRTM05) (Figura 1 y Figura 2).

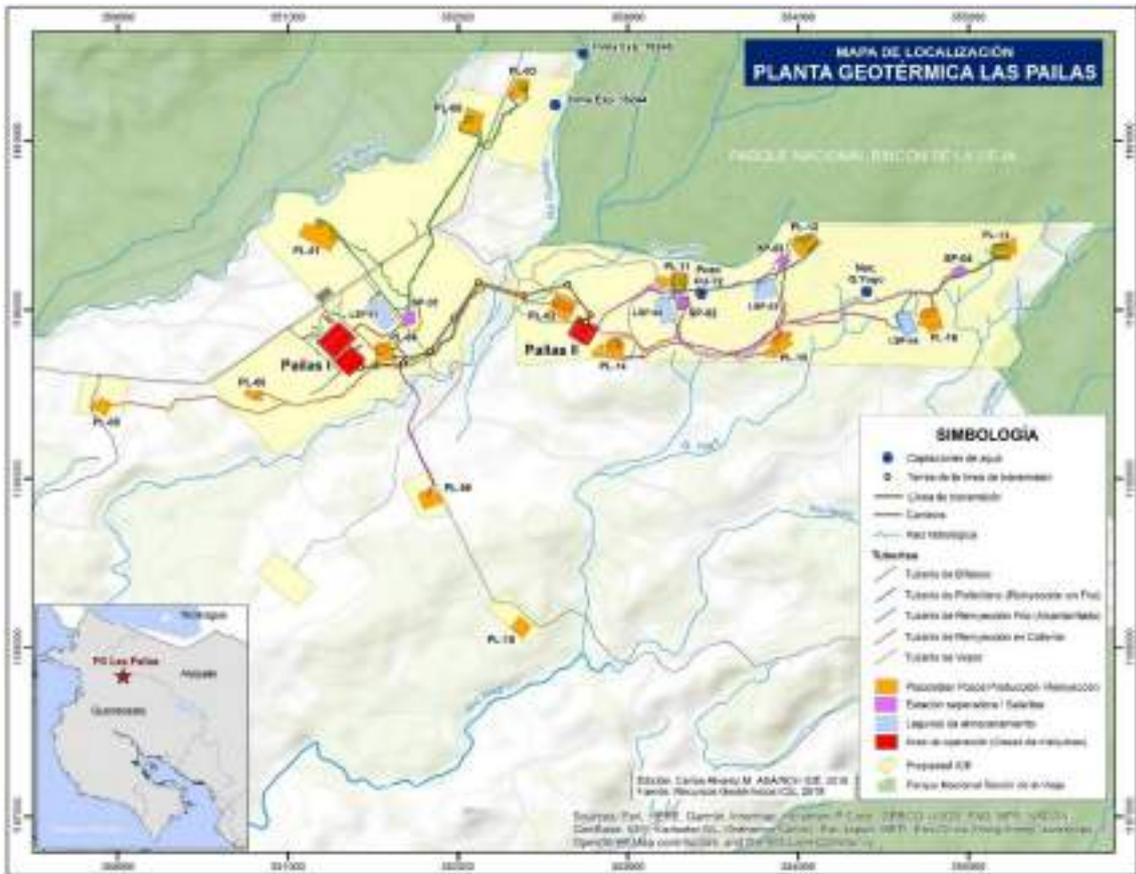


Figura 1. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas



Figura 2 Planta Geotérmica Las Pailas, Unidad II

### **III. Objetivo de las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental**

Las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental tienen el objetivo de verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto en la etapa operativa de la Planta y el campo geotérmico.

El seguimiento y control ambiental es realizado por el regente ambiental con el apoyo e información del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) en los procesos de Operación y Mantenimiento del Campo Geotérmico, Gestión Ambiental de Ingeniería y Construcción (CS CON), y el Negocio de Generación (NG), en correspondencia a la operación de la Planta.

El 28 de octubre se entrega a SETENA el documento de Modificación del PGA PG Las Pailas etapa operativa. El documento incluye toda la identificación y valoración de nuevos impactos, además de la integración de los impactos anteriores que fueron adaptados a esta nueva etapa e integrando Recursos Geotérmicos e Ingeniería y Construcción.

El nuevo cuadro de gestión ambiental fue discutido y revisado por el equipo socioambiental de la región Chorotega y Dirección, Recursos Geotérmicos e Ingeniería y Construcción, y el equipo de la Revisión Interna del Sistema de la Planta.

El 11 de diciembre del presente se recibe Resolución 2111-2020 por parte de la Secretaría, en la cual se avala la actualización del PGA para la fase operativa.

A partir de la declaratoria de estado emergencia nacional en todo el país (Decreto Ejecutivo 42227-MPS), por la situación actual a nivel mundial por el COVID-19, se definieron medidas sanitarias preventivas por parte del Ministerio de Salud, y el ICE ha mantenido hasta la fecha la responsabilidad para continuar con la operación de las Plantas sin exponer al personal y ciudadanía. Por esto, se envía a todos los colaboradores los lineamientos para el uso de áreas comunes en centros de trabajo, vehículos de transporte, medidas administrativas de higiene y distanciamiento social.

#### IV. Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental y Registro Fotográfico

##### 1. PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos)

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

La maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites (Figura 3), combustibles, ruptura en los sistemas de escape y desperfectos en los sistemas catalizadores, son retirados de operación y se reparan en el taller institucional o en taller externo contratado. En la Figura 4 se ilustran actividades de mantenimiento de vehículos en taller institucional.



Figura 3. Detención de vagoneta con fuga de aceite.

Toda la flota vehicular tanto de Recursos Geotérmicos, Construcción como de Planta cuenta Revisión Técnica Vehicular y Marchamo al día. En las (Figura 5 y Figura 6) se expone como ejemplo los RTV, derechos de circulación y mantenimientos de los vehículos 103 007523 y 103 006195, utilizados en procesos asociados a la Operación y Mantenimiento del Campo Geotérmico Las Pailas. En el Cuadro 1 se presenta el mantenimiento de vehículos asociados a la operación de Planta durante el segundo semestre del 2020.



Figura 4. Mantenimiento de vehículos y maquinaria en taller institucional



Orden	Clase de orden	Texto breve	Fecha entrada	Sistema	Cost. net. mano	Valor	Compe. clasif.
7962141	12700027146	MR Nissan Frontier 2318	12/05/2020	CTEC:OMP NULO PREC	56 120.50	#1228200512	0105
7907957	12700027957	MR Nissan Frontier 2318	04/05/2020	CTEC:DET REMO NULO PREC	90 545.97	#1228200804	0105
7906780	12700026780	MR Nissan Frontier 2318	07/05/2020	CTEC:DET REMO NULO PREC	47 081.80	#1228200807	0105
7966157	12700026157	RELLENO DE ACEITE 6105	06/05/2020	CTEC:DET REMO NULO PREC	30 095.33	300646007	0105
7966159	12700026159	MR Nissan Frontier 2318	24/11/2020	LAB. SERVICIO REMO NULO PREC	0.00	#1228201124	0105
8010111	1280000111	LUBRIFICACION 6105	12/07/2020	CTEC:NOTI DET MOVIM NULO PREC	212 824.18	500900084	0105
0418929	11100004929	REP. BOMBA DIRECCION HIDRAULICA 6105	12/07/2020	CTEC:DET MACO MOVIM NULO PREC	67 860.00	800780086	0105
0418972	11100004972	DIAGNOSTICO GENERAL 6105	02/04/2020	CTEC:NOTI MACO MOVIM NULO PREC	1 757 046.90	111110085	0105
5451045	11100074555	DIAGNOSTICO Y REPARACION MOTOR 6095	25/07/2020	CTEC:NOTI MOVIM NULO PREC	1 507 045.89	500900084	0105
3230908	11100002908	REPARACION DE ALC DEL VEHICULO 6095	04/05/2020	CTEC:NOTI MACO MOVIM NULO PREC	382 081.25	800110091	0105
0424990	11100001490	REPARACION DEL VEH. 6105	11/10/2020	CTEC:NOTI FEAR MACO MOVIM NULO PREC	117 042.30	500110091	0105
7257441	11100001441	DIAGNOSTICO GENERAL VEHICULO 6105	09/04/2020	CTEC:OMP NULO PREC	29 590.24	500110091	0105
	11100049547	MR Nissan Frontier 2030	30/07/2020	CERRAR REMO NULO PREC	0.00	#1228200718	0105
	11100003110	MR Nissan Frontier 2030	20/05/2020	CERRAR REMO NULO PREC	0.00	#1228200807	0105
	11100056630	MR Nissan Frontier 2030	29/02/2020	CERRAR REMO NULO PREC	0.00	#1228201618	0105
7967121	11100016684	CAMBIO DE BOMBA D/A 6105	05/11/2020	CTEC:OMP NULO PREC	17 080.80	500646007	0105

Figura 5 Estado, RTV y evidencias de mantenimiento del vehículo 7523



Fecha	Detalle	Código	Tipo de Servicio	Fecha entrada	Estado sistema	Ejercicio	Autor	Campo
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	56.230,50	18182000512	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	90.345,93	18182000044	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	41.000,00	18182000907	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	10.000,00	18182000007	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	0,00	18182000110	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	113.814,18	18182000044	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	87.800,00	18182000044	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	1.357.000,00	13315000000	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	1.307.000,00	13315000000	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	480.000,00	13315000000	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	117.000,00	13315000000	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	20.000,00	13315000000	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	0,00	18182000010	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	0,00	18182000007	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	0,00	18182000007	6185
20/08/2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	2020	MANUTENCIÓN FRONTAL 2020	20/08/2020	CTEC 00MP MLC0 PRC	17.000,00	18182000007	6185

Figura 6. Estado, RTV y evidencias de mantenimiento del vehículo 6195.

Cuadro 1 Mantenimiento de vehículos asociados a Planta durante el segundo semestre del 2020

ID	Placa	Mes	Mantenimiento
2000540	103006550	ago	Pai cambio de llantas 6560 km 301802
		ago	Pai cambio de llantas 6560 km 302061
		sep	Pai cambio aceite y transmisiones 6560
		oct	Pai revisión y reparación rotulas 6560
		nov	Mantenimiento correctivo según rtv 6560
2002566	103004424	jul	Dgrch CAMBIO DE ACEITE 4424 KM 450272
		ago	Pai cambio aceite motor 4424 km 456298
		ago	Pai cambio aceite transmi 4424 km 456299
		oct	Pai revisión brazo pitman 4424
		nov	Cambio de aceite motor veh 4424 km462409
2002859	103005741	nov	Cambio de llantas
		dic	Cambio de llantas veh 44-24
		ago	Radiador dañado 4424
		ago	Revisión rol tensor 4424
		ago	Cambio de faja de distribución veh: 5741
2002863	103005748	nov	Cambio llantas tramad veh 5741 km 443465
		sep	Cambio de aceite
		sep	Pai problemas de embrague 5748
2003484	103008046	oct	Pai problemas de embrague 5748
		ago	Cambio de aceite 5748 km306400 mir
		dic	Pai cambio de aceite 8046 km 199552
			Revisión de a/c 8046

## 2. PGP-02: Manejo y disposición de residuos sólidos

En el Campo Geotérmico, Planta y los equipos de trabajo de Ingeniería y Construcción, los residuos generados se disponen temporalmente en recipientes rotulados, con tapa, y con el color correspondiente para su clasificación por tipo de residuo (Figura 7).



Figura 7. Áreas de acopio temporal de residuos en instalaciones.

Los residuos valorizables de Recursos Geotérmicos se trasladan al centro de transferencia de residuos ubicado en instalaciones del CSRG, donde son pesados y registrados para su posterior disposición con gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud. En la Figura 8 y Figura 9 se muestran las instalaciones del Centro de Transferencia de Residuos y despachos realizados durante este periodo. Los residuos valorizables de CS CON son enviados al Centro de Transferencia de residuos en Pailas. En la Figura 10 los certificados de la gestión de los residuos del CSRG.



Figura 8. Instalaciones de CTR de C.S. Recursos Geotérmicos.



Figura 9. Despacho de residuos a gestores

**HC Recycle S.A.**  
Sociedad por Acciones de Capital Cerrada

**HC-CD-2020-1321**

**CERTIFICADO DE DESTRUCCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS**

HC Recycle S.A., entidad jurídica No. 3-025-582988, con domicilio en Taper del Guero, Cartago, certifica el manejo adecuado, destrucción y disposición final de los residuos del Instituto Costarricense de Electricidad:

• **Solicitud 750**

Materiales	Peso kg. Neto
Aluminio	83
Plástico	180
Latón Aluminio	54.5
Papel	1,812.5
Cerámico	1,221.5
<b>Total 3,252 kg</b>	

Lo anterior en cumplimiento a lo que establece la Ley No. 8095, Ley para la Gestión Integral de Residuos, y su Decreto No. 27503-CO-08099-13.

Se confirma por este documento que dicho proceso ha sido realizado por el gerente autorizado ante el Ministerio de Salud Pública y Asesoría Gubernamental (MISA).

Para ser válidos, firme el presente certificado.



**HC Recycle S.A.**  
Sociedad por Acciones de Capital Cerrada

**HC-CD-2020-1158**

**CERTIFICADO DE DESTRUCCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS**

HC Recycle S.A., entidad jurídica No. 3-025-582988, con domicilio en Taper del Guero, Cartago, certifica el manejo adecuado, destrucción y disposición final de los residuos del Instituto Costarricense de Electricidad:

• **Solicitud 670**

Materiales	Peso kg. Neto
Aluminio	83
Plástico	70
Latón	100
<b>Total 253 kg</b>	

Lo anterior en cumplimiento a lo que establece la Ley No. 8095, Ley para la Gestión Integral de Residuos, y su Decreto No. 27503-CO-08099-13.

Se confirma por este documento que dicho proceso ha sido realizado por el gerente autorizado ante el Ministerio de Salud Pública y Asesoría Gubernamental (MISA).

Para ser válidos, firme el presente certificado.



**HC RECYCLE**  
C.R. 3-025-582988  
Sociedad por Acciones de Capital Cerrada  
Taper del Guero, Cartago, Costa Rica

**CERTIFICADO DE RECOLECCIÓN**

**AGROPOR FORESTAL S.A.**

**AGROPOR FORESTAL S.A.**  
HACE CONSTAR QUE EN EL PROYECTO DEL ICE:  
**Recursos Geotérmicos Miravalles.**

Se realizó por medio del contrato CCF-AGROP-2019-0001, los siguientes residuos:

Material Residuo	Peso (kg)	Fecha de Recolección	Residuos de Recolección
Residuos de Construcción	2440	08/11/2019 08:00:00	800

Se declara que el presente certificado es válido para el cumplimiento de los requisitos establecidos en el artículo 10 del Reglamento General de Gestión Integral de Residuos (RGR) de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (LGR) No. 8095-13.



**CERTIFICADO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**geep**

GEEP COSTA RICA CERTIFICA QUE LA EMPRESA:  
**ICE Plantel Proyecto Geotérmico Miravalles 8-738-20**

Ha cumplido con los requisitos establecidos en el artículo 10 del Reglamento General de Gestión Integral de Residuos (RGR) de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (LGR) No. 8095-13.

El presente certificado es válido para el cumplimiento de los requisitos establecidos en el artículo 10 del Reglamento General de Gestión Integral de Residuos (RGR) de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (LGR) No. 8095-13.




**Sociedad de Occidente**

**En armonía con el ambiente**

**Constancia de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos**

**Residuos de Occidente**

Se depositaron en la Bodega del Centro, 250 metros al oeste de la Super Pro en San Ramón-Alejo la cantidad de 2228,4 kg. de Residuos de desecho para, cumplirse con los procedimientos establecidos en el Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos (RGR) No. 8095-13.

Las mismas proceden de la catadura hecha al Sistema de Gestión Integral de Residuos (SGIR), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) Certificación No. 003 del 05 de octubre de 2020 del Segundo E21.

- Recepción desde el Centro de Asesoría de Miravalles ubicado en Miravalles, zona la Bodega del Centro 250 metros al oeste de la Super Pro en San Ramón-Alejo.
- 08 Residuos, Total de peso 2228,4k.

Gerente Ambiental  
Cecilia 2-328-800

Figura 10 Certificados de Recolección de Residuos de CSRG



Figura 11. Centro de Transferencia de Residuos CS CON.

La cantidad total de residuos registrados fue de 98 731 kg., 7 883 kg fueron reutilizados internamente en obras del CS CON y 55 820 kg fueron retirados por un gestor autorizados por el Ministerio de Salud para ser gestionados adecuadamente según la legislación nacional (Cuadro 2).

Cuadro 2 Residuos retirados mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud

Residuo Retirados	Cantidad (kg)	Tipo de Residuo	Gestor Autorizado
Aceite/grasa Vegetal	2600	Ordinarios	RS Tecnoambiente
Geomembrana	1000	Especial	RS Tecnoambiente
Ordinario no valorizable	500	Ordinarios	RS Tecnoambiente
Cartón Coprocesable	500	Especiales	RS Tecnoambiente
EPP	500	Especiales	RS Tecnoambiente
Plástico Coprocesable	200	Especiales	RS Tecnoambiente
PVC	200	Especiales	RS Tecnoambiente
Residuos de Cemento	800	Especiales	RS Tecnoambiente
Residuos de Corte y Soldadura	2000	Especiales	RS Tecnoambiente
Cable de Cobre	8000	Especiales	Geep Costa Rica
Cable de Fibra Óptica	500	Especiales	Geep Costa Rica
Cable de Aluminio	6000	Especiales	Geep Costa Rica
Electrónicos	300	Especiales	Geep Costa Rica
Láminas de Aluminio	2000	Especiales	Geep Costa Rica
Madera	20000	Especiales	Agrep Forestal
Aluminio Reciclable	300	Ordinarios	Geep Costa Rica
Cartón Reciclable	2000	Ordinarios	Geep Costa Rica
Papel Reciclable	500	Ordinarios	Geep Costa Rica
Plástico Reciclable	150	Ordinarios	Geep Costa Rica
Tetrabrik	70	Ordinarios	Geep Costa Rica
Ordinario no valorizable	1500	Ordinarios	RS Tecnoambiente
Plástico Coprocesable	1500	Especiales	RS Tecnoambiente
Fibra de Vidrio	2000	Especiales	RS Tecnoambiente
Cartón Coprocesable	500	Especiales	RS Tecnoambiente
Tierra contaminada con hidrocarburos	2000	Peligrosos	Wastech
Aditivo para concreto	200	Peligrosos	Wastech
<b>Total:</b>	<b>55820</b>		

Los residuos de Planta se disponen temporalmente en el Centro de Transferencia de Pailas Unidad I. En Planta se contabilizaron 3211 Kg de residuos en el segundo semestre del 2020, clasificados como se indica en la Figura 12. Los residuos ordinarios, especiales y peligrosos se encuentran en el Centro de Transferencia esperando concluir con las maniobras de mantenimiento de Planta para gestionar su traslado en las primeras semanas del 2021. La basura no reciclable se transporta todos los martes y viernes a los contenedores a las afueras de planta para su recolección por parte de la Municipalidad de Liberia.

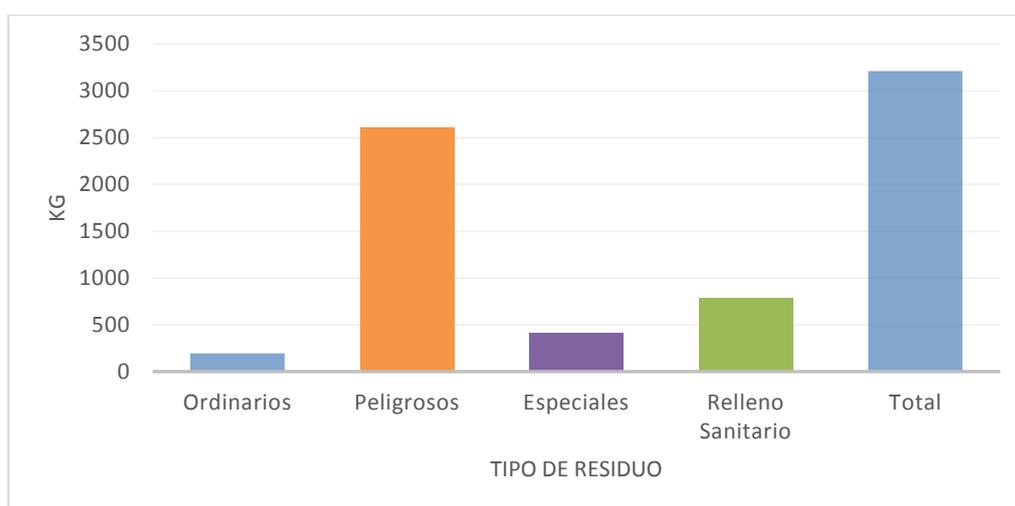


Figura 12 Residuos contabilizados en el segundo semestre del 2020 en PG Las Pailas

Anualmente el personal de CSRG es capacitado mediante charlas sobre el manejo integral de residuos, para este periodo se han capacitado 13 colaboradores del Laboratorio de Geoquímica, mediante un video sobre el manejo de residuos ordinarios. en la Figura 13 se extrae parte del contenido del video impartido de forma virtual.

También se realizaron charlas de manejo de residuos, controles operacionales y asuntos ambientales dirigidos a operadores, equipo civil y de mantenimiento de Planta. En la Figura 15 se incluye la lista de asistencia del personal participante.





Figura 13. Video presentado al personal con charla sobre manejo de residuos

Al personal de las Obras Pailas del CS CON, se les brindó un entrenamiento sobre el manejo de residuos ordinarios y especiales (Figura 14), en el cual se les habla sobre Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839, algunas generalidades a nivel país y mundial de la problemática por el mal manejo de los residuos y cómo se realiza una adecuada separación según el tipo de residuo. Solamente se realizó un entrenamiento en el año debido a que por temas de la pandemia por el COVID-19, la coordinación de Gestión Socioambiental del CS CON, emitió el lineamiento que se suspendan las charlas de educación ambiental como manera preventiva, en cumplimiento de la directriz institucional.

CÓDIGO		NOMBRE DEL DOCUMENTO / FORMACIÓN		VERSIÓN
		Manejo de Residuos Ordinarios y Especiales		
PERSONAL FORMADO				
NOMBRE	FIRMA	CÉDULA	CENTRO FUNCIONAL	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5277-875	53-79	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5440352	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-728-377	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	5-202-002	73-19	

Figura 14. Extracto de lista de asistencia de entrenamiento de manejo de residuos.

	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD GERENCIA ELECTRICIDAD	Código: DE-CP-008 Versión: 2
	Formulario de Asistencia a Reservas	Página: 1 de 1 Rev. a partir de: 15/07/2007
Elaborado por: Gerencia Electricidad	Aprobado por: Gerencia Electricidad	

**Asistencia a Reservas**

Correspondiente al día: Miércoles 08 de diciembre 2006  
Celebrada en: Sala principal Laboratorio de Geopelículas  
Temas: Entrenamiento para cumplir planes acción (Presentación video montaje de residuos)

Nombre	Dependencia	Firma
Marcelo Torres García	Trabajos Laboratorio de Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Alberto Salazar Quirós	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Freddy Ureña Quirós	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Iván Corrales Hernández Rivas	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Gerardo Rangel Marín	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Diego Guzmán Ruiz	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Wladimir Riquelme Alvarado	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Andrés Blandón Ocasión	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Diego Ramos Ceballos	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Andrés Delgado Rodríguez	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Andrés Rojas Rodríguez	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Santiago García Fernández	Geopelículas	<i>[Firma]</i>
Diego Osorio Méndez	Geopelículas	<i>[Firma]</i>

© Derechos Reservados. Prohibida la reproducción sin autorización.

	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD	Código: DE-CP-008 Versión: 2
	Formulario de Asistencia	Página: 1 de 1 Rev. a partir de: 15/07/2007

**Asistencia a Reservas**

Correspondiente al día: Miércoles 08 de diciembre 2006  
Celebrada en: Sala principal Laboratorio de Geopelículas  
Temas: Entrenamiento para cumplir planes acción (Presentación video montaje de residuos)

ID	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Día Asistencia		Comentarios
			PRIMA	SEGUNDA	
1	Diego Osorio Méndez	Plantas las Patas	TEAMS		
2	Diego Ramos Ceballos	Plantas las Patas	TEAMS		
3	Diego Ramos Ceballos	Plantas las Patas	TEAMS		
4	Roberto Rojas	ASA	TEAMS		
5	Diego Ramos Ceballos	ASA	TEAMS		
6					

	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD	Código: DE-CP-008 Versión: 2
	Formulario de Asistencia	Página: 1 de 1 Rev. a partir de: 15/07/2007

**Asistencia a Reservas**

Correspondiente al día: Miércoles 08 de diciembre 2006  
Celebrada en: Sala principal Laboratorio de Geopelículas  
Temas: Entrenamiento para cumplir planes acción (Presentación video montaje de residuos)

ID	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Día Asistencia		Comentarios
			PRIMA	SEGUNDA	
1	Roberto Rojas	Las Patas	TEAMS		
2	Diego Ramos Ceballos	Las Patas	TEAMS		
3	Diego Ramos Ceballos	Las Patas	TEAMS		
4	Diego Ramos Ceballos	Las Patas	TEAMS		

	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD	Código: DE-CP-008 Versión: 2
	Formulario de Asistencia	Página: 1 de 1 Rev. a partir de: 15/07/2007

**Asistencia a Reservas**

Correspondiente al día: Miércoles 08 de diciembre 2006  
Celebrada en: Sala principal Laboratorio de Geopelículas  
Temas: Entrenamiento para cumplir planes acción (Presentación video montaje de residuos)

ID	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Día Asistencia		Comentarios
			PRIMA	SEGUNDA	
1	Yugo Villegas José Manuel	Plantas las Patas	TEAMS		
2	Diego Ramos Ceballos	Plantas las Patas	TEAMS		
3	Rojas, Ugo José Francisco	Plantas las Patas	TEAMS		
4	Diego Ramos Ceballos	Plantas las Patas	TEAMS		
5	Diego Ramos Ceballos	ASA	TEAMS		
6	Roberto Rojas	ASA	TEAMS		
7	Diego Ramos Ceballos	ASA	TEAMS		

Figura 15 Lista de asistencia al taller de manejo de residuos, controles operacionales y asuntos ambientales, dirigido a operadores

### 3. PGP-03: Manejo y disposición de residuos líquidos

En Planta se cuenta con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de equipos electromecánicos e hidráulicos, los cuales tienen sitios para el lavado de los equipos y piezas, y disponibilidad de kits para la limpieza y tratamiento en caso de derrames de sustancias peligrosas (Figura 16, Figura 17). Además, estos talleres están confinados y dirigen posibles derrames a un tanque de neutralización (Figura 18), para luego ser retirados y almacenados en estaciones dispuestos en el Centro de Transferencia de Residuos.



Figura 16 Pileta para el lavado de equipos mecánicos en taller de Pailas Unidad I



Figura 17 Pileta para el lavado de equipos mecánicos en Unidad II



Figura 18 Tanque de neutralización de sustancias peligrosas

Fuera de Planta se cuenta con talleres para dar mantenimiento y realizar reparaciones de la maquinaria y/o vehículos utilizados por CS CON y CSRG. Dichas labores se realizan en instalaciones designadas para este fin, y cuentan con canales perimetrales y trampas de aceite, en caso de que ocurran derrames dentro de las instalaciones (Figura 19). Las trampas reciben mantenimiento y limpieza cuando se encuentran a un 75% de capacidad.



Figura 19. Taller mecánico con sus respectivos canales y trampas de aceites.

A los talleres se les realiza inspecciones ambientales mensualmente y se les brindan recomendaciones a los encargados, para su atención.

#### **4. PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias**

En las instalaciones del Campo Geotérmico se da tratamiento a las aguas residuales ordinarias mediante tanque séptico (Figura 20).



Figura 20. Tanques sépticos y servicios sanitarios utilizados en el CG Las Pailas.

En los talleres se utilizan trampas para aguas oleaginosas para el manejo de aguas residuales especiales, según se muestra en la Figura 21.

El CS CON construyó un tanque séptico donde depositan las aguas residuales de las obras que se realizan en Pailas, previo a la construcción del mismo se realizaron las pruebas de infiltración correspondientes, que avalaron las condiciones del terreno para realizar el tanque séptico (Figura 22).



Figura 21. Trampas para aguas oleaginosas de talleres



Figura 22. Construcción y uso de tanque séptico para la disposición de aguas residuales ordinarias.

En los cafetines y comedores se cuenta con trampas de grasas para reducir el impacto de las aguas residuales generadas por el lavado de utensilios utilizados por los colaboradores en sus tiempos de alimentación. A dichas trampas se les brinda mantenimiento cuando se encuentran a un 75% de capacidad (Figura 27).



Figura 23. Trampas de grasas y aceites utilizadas en las salidas de aguas residuales ordinarias provenientes de los cafetines y comedores.

De acuerdo a los reportes operacionales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Planta (Figura 24), en el periodo entre marzo y diciembre del 2020, la PTAR se mantiene con bajo caudal de agua (por poco personal en Planta), teniendo un promedio de 3.72 m<sup>3</sup>/día lo que representa un 7% de capacidad, lo que provoca que llegue poca agua al tanque homogenizador.

## REPORTE OPERACIONAL AGUAS RESIDUALES

SECRETARÍA DE ENERGÍA Y MINERÍA

**1. DATOS GENERALES**

Ente Generador: Instituto Costarricense de Electricidad      CIRA: 48119  
Planta las Pailas

Actividad(es): Generación de energía geotérmica

Provincia: Guanacaste      Cantón: Liberia      Distrito: Caraballeda

Dirección: De los sembradíos de Liberia 4.7 km. hacia el norte carretera interamericana, último tramo el cual TRAF, camino a Caraballeda

Página en Internet: <https://www.gruposic.com>

---

Permiso Sanitario de Funcionamiento: No. ECE-1892-1074-1817      Pipe: 45-2017      Vence: 06-2022

Patente Municipal: No. N/A      Pipe: MA      Vence: N/A

Fecha del reporte: 15      14/12/2020

Periodo reportado: del      Septiembre 2020      al      Diciembre 2020

Frecuencia de presentación del Reporte: Semanal ( )      Trimestral ( )      Anual ( )

Propietario o Representante del Ente Generador: Melvin Morge Soto

Tel: 2000-3020      Fax: N/A      VR

Correo Electrónico: mmorge@ice.go.cr

Responsable Técnico del Reporte: Ing. Jairo Andrés Estro

Tel: 2069-2778      Fax: N/A      Apartado Postal: N/A

Correo Electrónico: jma@ice.go.cr      N° Registro MS: 8880.67.11.4R

**2. DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Vertidas al cuerpo receptor:      Nombre del cuerpo receptor: Río Colorado

Vertidas al Alcantarillado Saneado:      Nombre del E.A.S.S.

Recicladas:      Tipo N° \_\_\_\_\_

**3. MEDICIÓN DE CAUDALES**

Método empleado: volumétrico

La medición de caudales debe hacerse en la salida de la última celda de tratamiento.

**4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES POR PARTE DEL ENTE GENERADOR**

**TABLA 1. ESTADÍSTICA DEL MONITORIO**

	N° de Veces Vocada	Promedio	Desvio Estándar	Máximo	Mínimo	Valor *1.5σ
Caudal (m <sup>3</sup> /día)*	25	3.72	1.85	1.34	6.62	-
pH	28	7.2	0.21	8.72	7.29	-5.9
Temperatura Indicadores **	28	0.0	0.00	0.0	0.0	<-1
Temperatura	28	15.8	0.81	24.30	21.0	15.48

\*La información de la tabla No. 4, corresponde a los valores de los parámetros medidos por el ente generador y sometido a la tubería en el caso de las aguas residuales.

\*\* Si tiene que ver con la calidad de proyecto para el flujo de la tubería a considerar, lo que difiere de este flujo, se está considerando aquí, por lo que se usa como referencia el caudal de entrada ya que el medidor no mide por flujo flujo.

\*\* Estos valores son estimados ya que a veces no hay flujo por bajar así, entonces la medida de la tubería.

En caso de que se cuente con un sistema de tratamiento, debe indicar el caudal de diseño, en m<sup>3</sup>/día: 19.75/día

**5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

Nombre del Laboratorio: LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - USA

Número de Permiso Sanitario de Funcionamiento: CN-ARS-B-2148-2015

Rige: \_\_\_\_\_      Vence: noviembre 2020

N° Análisis Físico-químico: AG-111-2020      N° Análisis Microbiológico: \_\_\_\_\_

Muestra: simple

Tiempo de Duración (Indicar el número de muestras por tiempo de muestreo): 1 muestra tipo simple a las 14:56, en el sedimento del  
Salida de la planta

**TABLA 2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Parámetro	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	pH	T (°C)	SST (mg/l)	SSG (mg/l)	Gr.A (mg/l)	SAAM (mg/l)	CO (Mg/l)
Valor	19.1	108.7	8.40	24.5	142.0	2.0	7.9	nd	6.81
Desviación	1.7	2.0	0.25	0.04	1.70	0.005	1.2	-	0.818
Valor *1.5σ	50	130	-5.9	15.48	38	1	30	5	-

Además de los resultados de los análisis de laboratorio con su respectivo código del Colegio Profesional de Químicos e Ingenieros Químicos de Costa Rica.

Figura 24 Reporte operacional de aguas residuales de la PTAR Pailas



Figura 25 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Planta Pailas

Para seguir manteniendo las condiciones del proceso, se aumentaron los tiempos de residencia y reciclos de las piletas lo que ha generado que el tanque de sedimentación sea esporádico.

El comportamiento de los equipos es normal, no se han tenido fallas, el agua tiene un color café claro, sin olor, pero siempre con bajos niveles en las piletas, no llega grasa a las parrillas, lo que baja la carga orgánica. El homogenizador tiene un pH de 6.86, una conductividad de 599  $\mu\text{S}$ , no se han tenido problemas con la aireación. En el caso de reactor biológico, normalmente tiene nivel normal, pero se mantiene casi siempre reciclando, el color del agua es café paja, no hay malos olores, no se observa grasa, el comportamiento de las bombas de sumidero es satisfactorio, no se han tenido fallas de la aireación, tiene un pH de 7.20, una conductividad de 512  $\mu\text{S}$ , y es necesario cambiar los filtros de aire. El contenido de sólidos sedimentables del reactor tiene un promedio de 39 ml/l, que es bastante bajo. El sedimentador normalmente está con bajo nivel o seco, ya que el reactor tarda días en llenarse luego de un vertido, con un pH de 7.2 en promedio. El sensor de flujo no puede mostrar el valor por estar muy bajo el valor, por lo que se usa como referencia el flujo de entrada a la planta. El lecho seco no se está usando dado el bajo flujo de agua residual y poco lodo que actualmente está ingresando a la planta.

Actualmente se están realizando los estudios correspondientes para construir un tanque séptico contiguo a la PTAR, para poder tratar las aguas más eficientemente, dado el poco caudal que llega en momentos de operación.

## 5. PGP-05: Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas

Las sustancias peligrosas de los almacenes, talleres, tanques de combustibles, soda caustica, tanque de pentano, entre otros, tienen sistemas de contención de derrames y el sistema de evacuación va dirigido a los tanques de neutralización. Los canales de evacuación son monitoreados para evitar obstrucciones de materia orgánica u otro elemento que pueda impedir el paso de sustancias por algún derrame. Además, se cuentan con bandejas de contención y kits para el control de derrames (Figura 26, Figura 27), para que, en caso de algún accidente por derrame, este sea tratado de inmediato en sitio y reportado al área de mantenimiento y regente ambiental.



Figura 26 Almacén de sustancias peligrosas Unidad II, se cuenta con kits para el control de derrames y drenajes hacia el tanque de neutralización



Figura 27 Almacén de sustancias peligrosas Unidad I, se cuenta con kits para el control de derrames y drenajes hacia el tanque de neutralización

Fuera de Planta, en el campo geotérmico, los sitios utilizados para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas cuentan con diques para la contención de derrames, rotulados y con espacios separados de acuerdo al tipo de sustancia que almacena, (Figura 29). Además, se cuenta con dispositivos y materiales para tratamiento y recolección de derrames. Asimismo, se dispone de las fichas de datos de seguridad de productos o sustancias peligrosas en los sitios de almacenamiento correspondientes (Figura 28).





Figura 29. Áreas de almacenamiento para sustancias químicas peligrosas en el CG Pailas

Cada sitio de trabajo habilitado por el CS CON cuenta con un espacio para el almacenamiento de sustancias peligrosas (Figura 30), el cual contiene muros de contención, pisos a desnivel, caja de contención, ventilación, kit de contención de derrames, hojas de seguridad y acceso restringido. Las obras que son transitorias o de campo y requieren la utilización de sustancias peligrosas disponen de equipos de contención portátiles y de un kit de contención de derrames.



Figura 30. Caseta de almacenamiento de sustancias peligrosas de Obra Civil.

El abastecimiento de combustible a maquinaria y equipos se realiza mediante tanqueta diseñada para esta tarea (Figura 31).



Figura 31. Tanqueta y equipos dispensadores utilizados para el despacho de combustibles

Anualmente el personal es capacitado mediante charlas sobre el manejo adecuado de derrames de sustancias peligrosas, sin embargo, para este periodo no se realizaron todas las charlas programadas como prevención ante el COVID-19. En la Figura 15 se muestra el personal que participó de charlas de controles operacionales y asuntos ambientales dirigidos a operadores, equipo civil y de mantenimiento de Planta.

Como parte del Sistema de Gestión Ambiental, se realizan rutas de inspección para verificar la eficacia de controles operacionales según se muestra en la Figura 32, y en caso detectar fugas u otros hallazgos, se procede a realizar las acciones correctivas necesarias para garantizar la realización de actividades en armonía con el ambiente.



Figura 32. Inspección realizada en taller de mantenimiento de equipos y maquinaria especializada.

## 6. PGP-06: Consumo de agua (Agotamiento de agua)

Se realizan rutas de inspección, en las cuales se revisa el estado de la rotulación utilizadas para promover el ahorro de agua (Figura 33) y la detección de fugas en llaves de chorro y tuberías para evitar que se presente desperdicio de aguas en instalaciones y campo. En caso de identificar fugas o algún desperfecto, se reportan al área civil para su debida reparación.



Figura 33. Ayudas visuales colocadas en sitio de consumo y verificadas en rutas de inspección

En las instalaciones se lleva un registro del consumo de agua mediante lecturas mensuales al medidor, asimismo, se cuenta con algunos dispositivos para optimizar el consumo de agua en inodoros, grifería e hidrolavadoras, entre otros. En la Figura 34 se detallan los registros de consumo de agua obtenidos en 2020 en el CSRG Pailas.



Figura 34. Registros de consumo de agua.

Se cuenta con dos concesiones de agua del río Colorado de un total de 120 l/s, tanto para la operación de la Planta como para el sistema contra incendios y Recursos Geotérmicos y Construcción. La tubería que abastece el campo geotérmico cuenta con hidrómetro y válvulas para el cierre y control del caudal. En enero 2021 se instalarán las válvulas e hidrómetros en la tubería de Planta.

La Planta maneja un lineamiento para el uso de agua para riego, de acuerdo a un horario para mejor aprovechamiento del recurso (Figura 35).

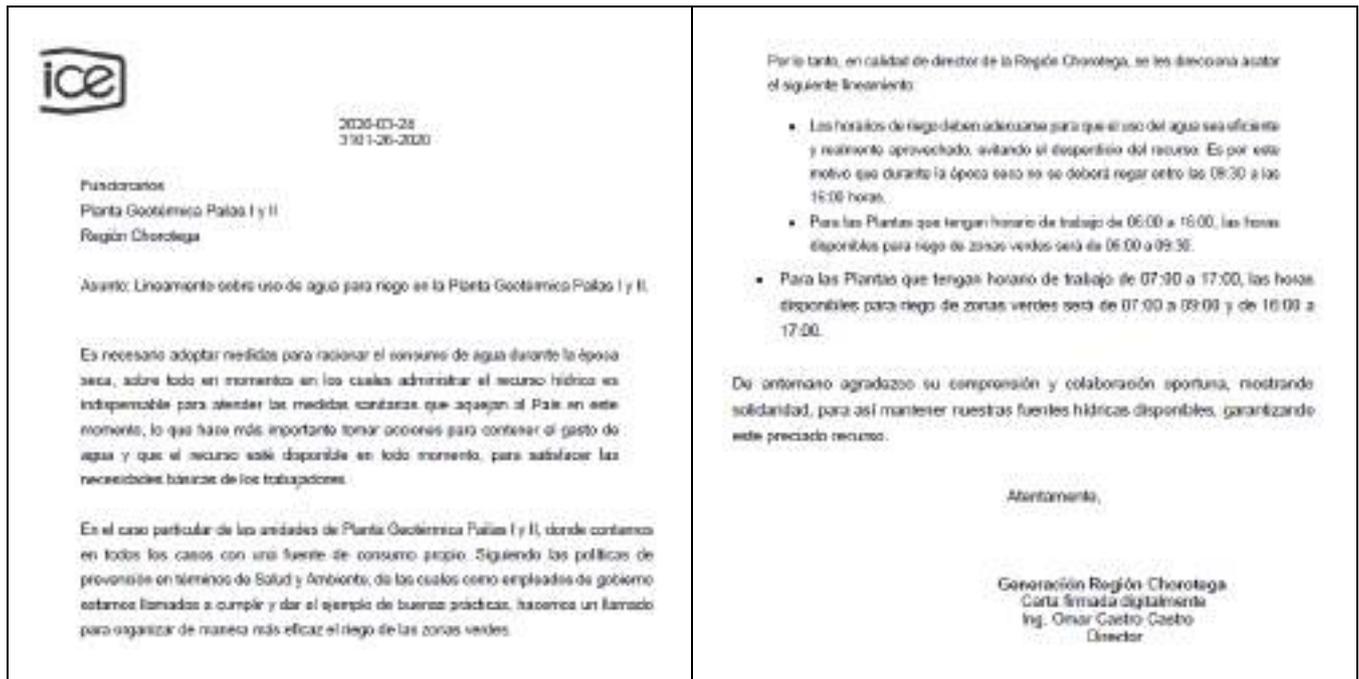


Figura 35 Lineamiento sobre el uso de agua para riego de zonas verdes

## 7. PGP-07: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos)

El ICE se compromete en respetar las restricciones de velocidad definidos y rotuladas por el MOPT en las rutas de acceso al Campo Geotérmico Las Pailas, para ello cuenta con el mecanismo de reporte de quejas, el cual se ha sensibilizado desde la etapa constructiva en las comunidades de influencia. El objetivo principal de este mecanismo es proporcionar un medio de comunicación directo entre las comunidades y el ICE mediante el correo [inforecursosgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforecursosgeotermicos@ice.go.cr) y la línea telefónica gratuita 800-GEOTERMIA. Asimismo, se cuenta con GPS instalados en toda la flota vehicular institucional, lo cual permite dar trazabilidad al tipo de conducción de los colaboradores y corroborar cualquier reporte recibido de comunidades del área de influencia.

Para el periodo se recibió una queja relacionada a exceso de velocidad de un vehículo institucional, la persona que emitió la queja no indica placa del vehículo para solicitar revisión GPS, no obstante, se procedió en comunicar a las diferentes agrupaciones del ICE que se movilizan frecuentemente en la zona. El comunicado va orientado a reiterar al personal sobre los límites de velocidad establecidos en comunidades de influencia de los Campos Geotérmicos, en la Figura 36 se muestra el comunicado correspondiente.

**i informa**

**LIMITES DE VELOCIDAD EN COMUNIDADES DE ÁREA DE INFLUENCIA**

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

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

Comunidades de Influencia Directa que aplican estas restricciones:

CG Alfredo Mainieri Protti	CG Pailas	CG Borinquen
Fortuna	Curubandé	Curubandé
Guayabo	San Jorge	Agua Fria
Cuipilapa	Parcela Santa María	El Cedro
La Unión		El Pital
Rio Blanco		Cañas Dulces
		Buena Vista

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

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

☎ Línea Telefónica Gratuita: 800-436-837-642 (800-GEOTERMIA)

Figura 36. Límites de velocidad en comunidades de influencia social de los Campos Geotérmicos.

## 8. PGP-08: Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica (Accidentes relacionados con el trabajo)

En las distintas áreas de proceso, se cuenta con extintores portátiles para el control de posibles conatos incendio, además, se dispone de equipos médicos para primeros auxilios, según se evidencia en la Figura 37.



Figura 37. Equipos para atención de emergencias.

En los sitios donde se desarrollan actividades que puedan provocar riesgos a la salud de los colaboradores se dispone de rotulación preventiva y se asigna el debido equipo de protección personal para evitar accidentabilidad.



Figura 38. Rotulación preventiva y uso de EPP por parte del personal.

Permanentemente se capacita al personal mediante charlas y talleres en temas de prevención sobre salud y seguridad en el trabajo, atención de emergencias: Protocolos de Salud y Seguridad en el Trabajo, Prevención y control de incendios forestales (ERI), Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias) y Amenazas naturales, entre otros.

Se realizó una capacitación del personal del Negocio Generación en Técnicas para la Actuación Segura en el Trabajo (TAST), la cual consiste en educar al colaborador para tener los cuidados posibles para evitar errores y no sufrir un accidente o generarlos, y no afectar a otras personas; desarrollar conciencia de los principales errores que se cometen en el trabajo y vida cotidiana; y corregir estados que puedan generar accidentes, conociendo las posibles consecuencias. La Figura 39 muestra la lista de asistencia del Taller dirigido al personal de Pailas.

ice		INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: NG-00-FI-05-04	
		NEGOCIO GENERACION		Versión: 2	
		CENTRO DE ASISTENCIA		Página: 1 parte de 1	
				Fecha de revisión: 01/11	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: Charla del TAST					
LUGAR: Teleconferencia por medio de Microsoft Teams					
INICIO: 07:00 FIN: 11:30					
Nº	PARTICIPANTES Nombres Completos	CENTRO DE TRABAJO	IS-01	IS-02	Comentarios
			FIRMA	FIRMA	
1	Rolay Carmon Henrice	PSP			Teleconferencia
2	Fanny Juñiga Coronado	PSP			Teleconferencia
3	Gerardo Ramos López	PSP			Teleconferencia
4	Rafael Rojas Borahón	PSP			Teleconferencia
5	Jorge Vindas Escob	PSP			Teleconferencia
6	Galeno Hernandez Carvajal	PSP			Teleconferencia
7	Ogier Alvarez Rodriguez	PSP			Teleconferencia
8	Eric Quesada Elizondo	PSP			Teleconferencia
NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:			NOMBRE Y FIRMA COORDINADORA:		
RODY BARRALES CHAVEZ			RODY CARVALLO HENRICES		

Figura 39 Lista de asistencia a Taller TAST para personal Pailas

En el Cuadro 3, se detallan las capacitaciones impartidas en este periodo y en la Figura 40 se presentan evidencias fotográficas de algunas charlas realizadas.



Figura 40. Charlas y capacitaciones en Salud y Seguridad en el Trabajo.

Cuadro 3 Registro de capacitación de SST realizadas en el Campo Geotérmico Las Pailas

Sub-Área	Área	Formador	Tema	Día	Tiempo (horas)	Participantes
Mantenimiento de Obra Civil	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	ORQ	Higiene postural y Levantamiento de cargas	27/1/2020	1,3	5
Mantenimiento mecánico de Válvulas	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	ORQ	Higiene postural y Levantamiento de cargas	24/2/2020	1,3	8
CSRG	CSRG-General	YOS y ERI	Medidas de Higiene prevención COVID-19	3/3/2020	0,5	42
Cementación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	DV (BULLARD)	Uso y mantenimiento de PAPR marca Bullard	10/3/2020	1,3	6
Mantenimiento de Perforación y Servicios Generales	CSRG-General	ORQ	Refrescamiento de trabajos en altura	5/5/2020	1	5
Apoyo al proceso	Gestión Técnica Administrativa del Proceso	JMB	Reporte Interno de accidente laboral	25/6/2020	1	2
Cadena de Abastecimiento (Almacén Pailas)	Gestión Técnica Administrativa del Proceso	ORQ	Medidas de prevención COVID-19	22/7/2020	1	2
Aire	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	ORQ	Medidas de prevención COVID-19	22/7/2020	1	2
Gestión socioambiental	Ingeniería de Soporte al Proceso	ORQ	Medidas de prevención COVID-19	22/7/2020	1	4
Taller de herramienta direccional	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	ORQ	Medidas de prevención COVID-19	22/7/2020	1	5
Oficiales de Seguridad privada, Puesto vigilancia Pailas	CSRG-General	ORQ	Rutas de evacuación en caso de emergencia	27/7/2020	1	1
Servicios de Equipo, Maquinaria Especializada y Transporte	Gestión Técnica Administrativa del Proceso	DCM	Medidas Preventivas COVID-19	4/8/2020	0,5	4
Instrumentación	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	DCM	Medidas Preventivas COVID-19	4/8/2020	0,5	3
Operación de Campo	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	DCM	Medidas Preventivas COVID-19	4/8/2020	0,5	5
Cementación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	DCM	Medidas Preventivas COVID-19	4/8/2020	0,5	5
Perforadora National, Mantenimiento de perforación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	ORQ	Uso de sistema de anclaje horizontal	31/8/2020	1	1
Oficiales de Seguridad privada, Puesto vigilancia Pailas	CSRG-General	ORQ	Rutas de evacuación en caso de emergencia	2/9/2020	1	1
Oficiales de Seguridad privada, Puesto vigilancia Pailas	CSRG-General	ORQ	Rutas de evacuación en caso de emergencia	4/9/2020	1	1
Ingeniería de Perforación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	1
Ingeniería de Perforación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	6

Mantenimiento de Equipo de Perforación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	7
Ingeniería de Perforación	Perforación de Yacimientos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	8
Mediciones Termohidráulicas, Servicios de Equipos, Maquinaria Especializada y Transporte.	CSRG-General	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	8
Servicios de Equipos, Maquinaria Especializada y Transporte.	Gestión Técnica Administrativa del Proceso	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	29/9/2020	0,5	6
Gestión Socio Ambiental.	Ingeniería de Soporte al Proceso	YOS	Medidas Preventivas COVID-19	6/10/2020	0,75	6
Cadena de Abastecimiento y Aprovisionamiento del Proceso	Gestión Técnica Administrativa del Proceso	DCM	Medidas Preventivas COVID-20	13/10/2020	0,5	2
Mantenimiento Mecánico de Campos Geotérmicos	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-19	13/10/2020	0,5	8
Mantenimiento de Obra Civil	Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	GRV	Medidas Preventivas COVID-20	13/10/2020	0,5	3
Gestión Socio Ambiental	Ingeniería de Soporte al Proceso	JFM	Reporte Interno de accidente laboral	22/10/2020	1.26	4

## 9. PGP-09: Operación del Campo y Planta geotérmica (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)

En caso de reportes de fauna que ingresa a las obras, el personal de biología se encarga de la atención, rescate y reubicación del animal; para estas actividades se cuenta con el personal capacitado y equipo especializado.

Para concientizar y tener el apoyo por parte de los trabajadores para que reporten accidentes de fauna, se brindan charlas, comunicados y capacitaciones donde se reitera la importancia de reubicar los animales. Sin embargo, durante el periodo no se impartieron charlas debido a las indicaciones emitidas como prevención ante el contagio de COVID-19, se espera retomar charlas y capacitaciones en el primer trimestre del 2021 y abarcar diferentes temas relacionados a la gestión biológica (velocidad en carreteras, generalidades de las serpientes, extracción de flora y fauna y prohibición de alimentación de fauna).

Relacionado al tema de alimentación, se cuenta con comedores acondicionados para que los trabajadores mantengan el orden, aseo y eviten consumir los alimentos en áreas abiertas o zonas verdes, de esta manera los residuos quedan en los separadores y no hay riesgo de que depositen las sobras en cualquier lugar.

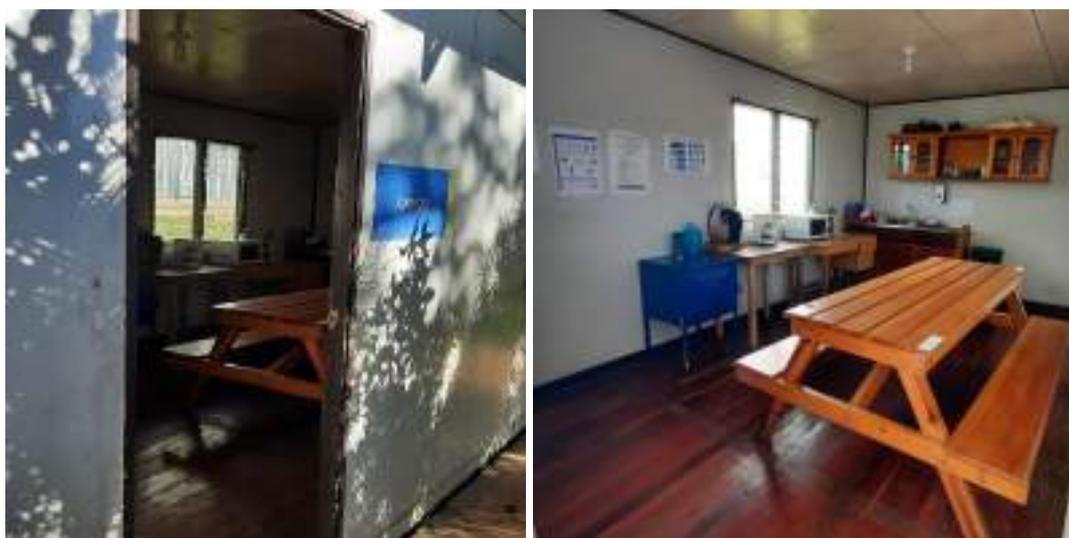


Figura 41. Comedor ubicado en la PLP-06. Campo Geotérmico Las Pailas.

En Planta, plazoletas y accesos se utilizan luminarias con luz amarilla para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica. Los dispositivos de alumbrado están dirigidos hacia el suelo (Figura 42).



Figura 42. Iluminación en caminos del Campo

#### 10. PGP-10: Presencia de infraestructura (El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras)

El mantenimiento a las obras de infraestructura se realiza conservando estándares de acabados y tonos naturales que armonicen con el entorno, mantenimiento de zonas verdes y pantallas arbóreas y arbustivas. En la Figura 43 se muestra plazoleta 12 y 13 que considera los criterios para disminuir el efecto paisajístico que pueden generar las obras. La Figura 2 es una fotografía del paisaje de la Unidad II, en la cual se muestra el uso de barreras y tonos naturales, para reducir el impacto visual de estructuras lineales.



Figura 43. Paisajismo en sitios de obras y Plazoletas 12 y 13

## 11. PGP-11: Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta)

En el área de proyecto y áreas de influencia directa se ejecuta el programa de monitoreo de los niveles de ruido en PLP-02 ubicada al costado norte de Planta Unidad II, Hotel Rincón de la Vieja Lodge, Hotel Hacienda Guachipelín, y Parque Nacional Rincón de la Vieja. Las mediciones se realizan como mínimo cada dos meses y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se detalla en el Cuadro 4 y Figura 44. EN octubre no se tienen datos por envío de los equipos para su calibración.

Cuadro 4 Registros de niveles de ruido obtenidos entre julio-diciembre 2020

Sitio	Ruido Min	Ruido Prm	Ruido Max
HOTEL HACIENDA GUACHIPELIN	35	39	46
HOTEL RINCÓN DE LA VIEJA LODGE	37	43	52
PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA	36	39	49
PLP-02	43	47	50

De acuerdo a la información obtenida se puede constatar que los niveles de ruido no sobrepasan los 65 dBA, el cual se toma como referencia ya que la mayor cantidad de actividades en el proyecto se realizan en jornada diurna.

En momentos de perforación de pozos, se realiza al menos un monitoreo por semana, sin embargo, para este periodo no realizaron perforaciones de pozos profundos.

En la medida de lo posible, las pruebas y limpieza de tuberías se limitan al horario diurno, en caso de no ser posible, se utilizan sistemas de silenciadores.

En Planta, los monitoreos de ruido se realizan una vez al mes en sitios preestablecidos (Figura 45, Figura 46). Por la operación normal de las turbinas, condensadores, torres de enfriamiento y equipos electromecánicos en general, los decibeles son altos. Por tanto, las unidades se encuentran confinadas en edificaciones especiales que aíslan el ruido, por lo que las puertas de ingreso principal deben estar cerradas cuando los sistemas estén operando. La Planta maneja un estricto lineamiento de uso de equipo de protección auditiva, tanto para los colaboradores como visitantes.

Se colocó una pantalla sónica instalada en la unidad II (Figura 47), que tiene como función aislar el ruido y evitar que alcance niveles que puedan afectar el PNRV y Hotel Rincón de la Vieja Lodge.

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.

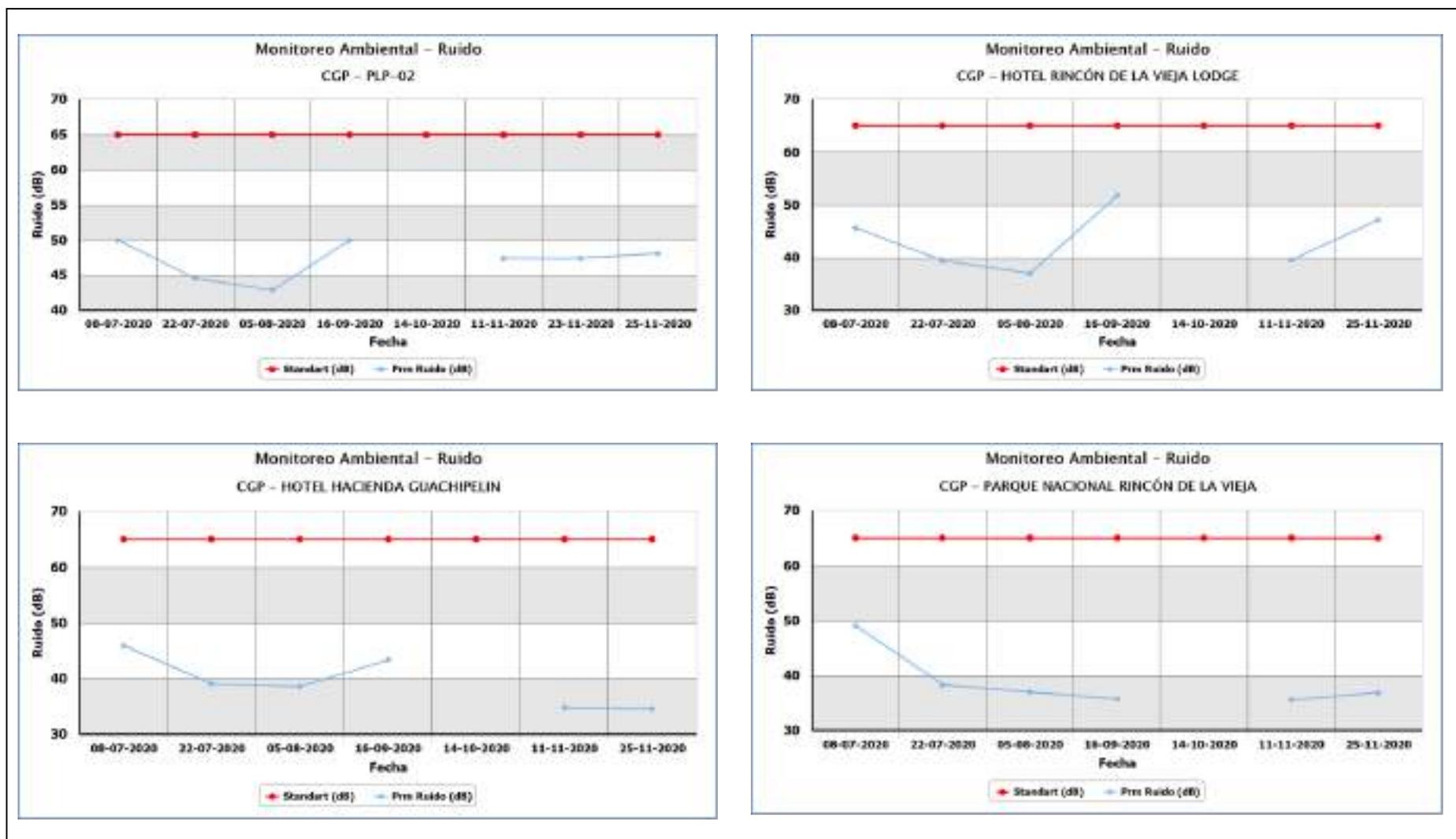


Figura 44. Registros obtenidos en el monitoreo de ruido en el CG Pailas

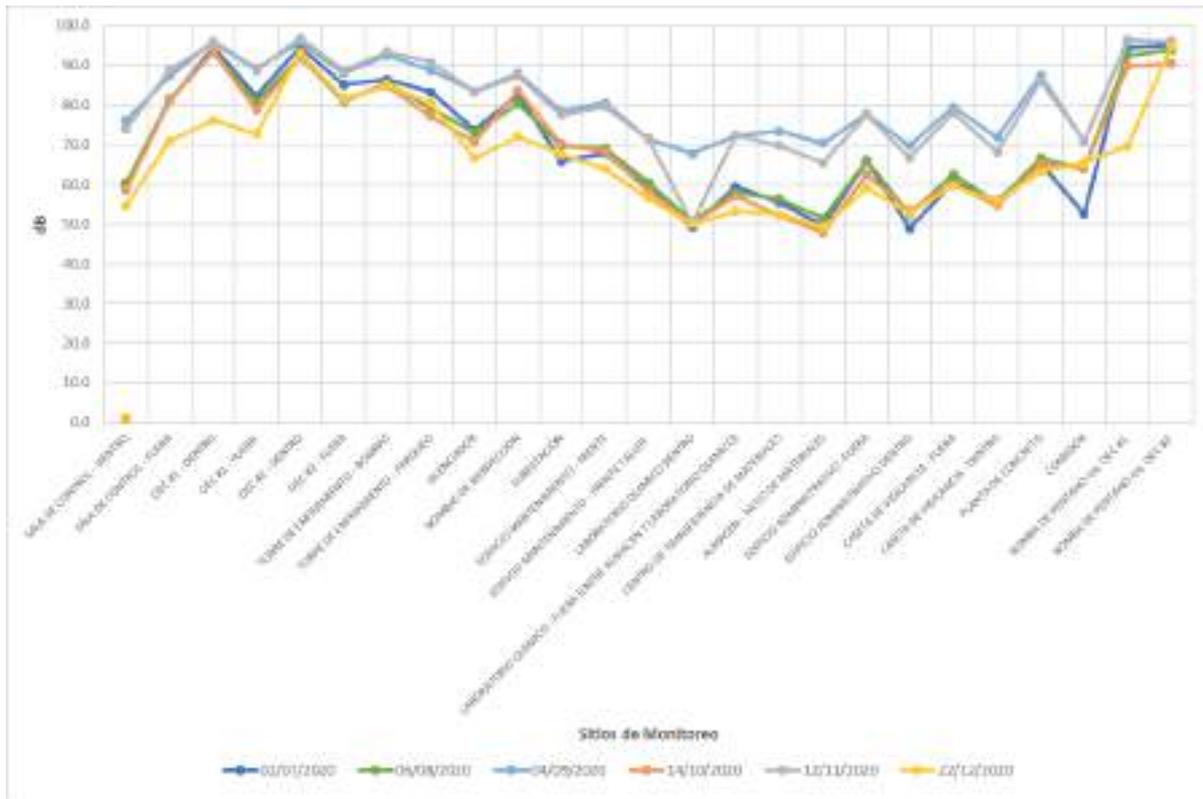


Figura 45 Monitoreos de ruido en Planta pailas Unidad I, durante el segundo semestre del 2020



Figura 46 Monitoreos de ruido en Planta Pailas Unidad II, durante el segundo semestre del 2020



Figura 47 Pantalla sónica instalada en Planta Pailas Unidad II

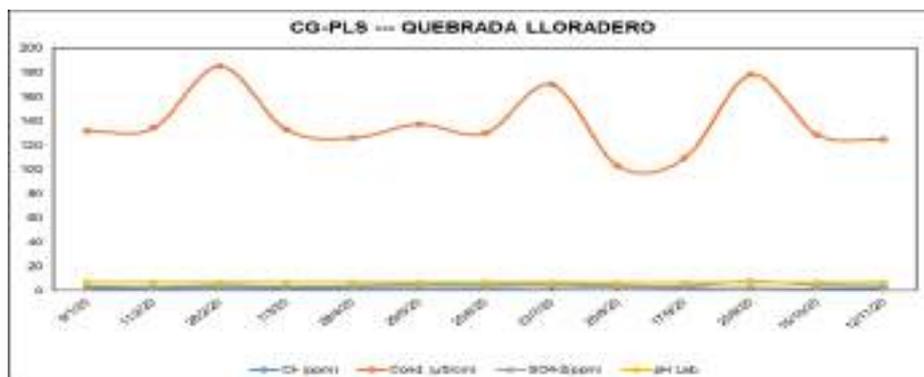
## 12. PGP-12: Operación del campo geotérmico (Contaminación del agua por fluidos geotérmicos)

Como parte de las rutas de inspección, se realiza un monitoreo mensual del estado de los sistemas de impermeabilización de las lagunas y tuberías del campo geotérmico. Para ello se detallan los resultados obtenidos en la medida de control ambiental PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta).

Se ejecuta un monitoreo mensual del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área del campo geotérmico. De acuerdo a la información de los gráficos de la Figura 48, se evidencia que las aguas superficiales en el área de proyecto muestran valores fisicoquímicos muy estables en el tiempo, inclusive los valores obtenidos no superan los límites del Decreto N°32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Cuadro 5). Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas no son utilizadas para consumo humano.

Cuadro 5 Parámetros de calidad de aguas para consumo humano

Parámetro	pH		Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )		Cloruro - Cl <sup>-</sup> (mg/L)		Turbiedad (UNT)	
	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Reglamento 32327-S	6.5	8.5	400	-----	25	250	<1	5 <sup>2</sup>



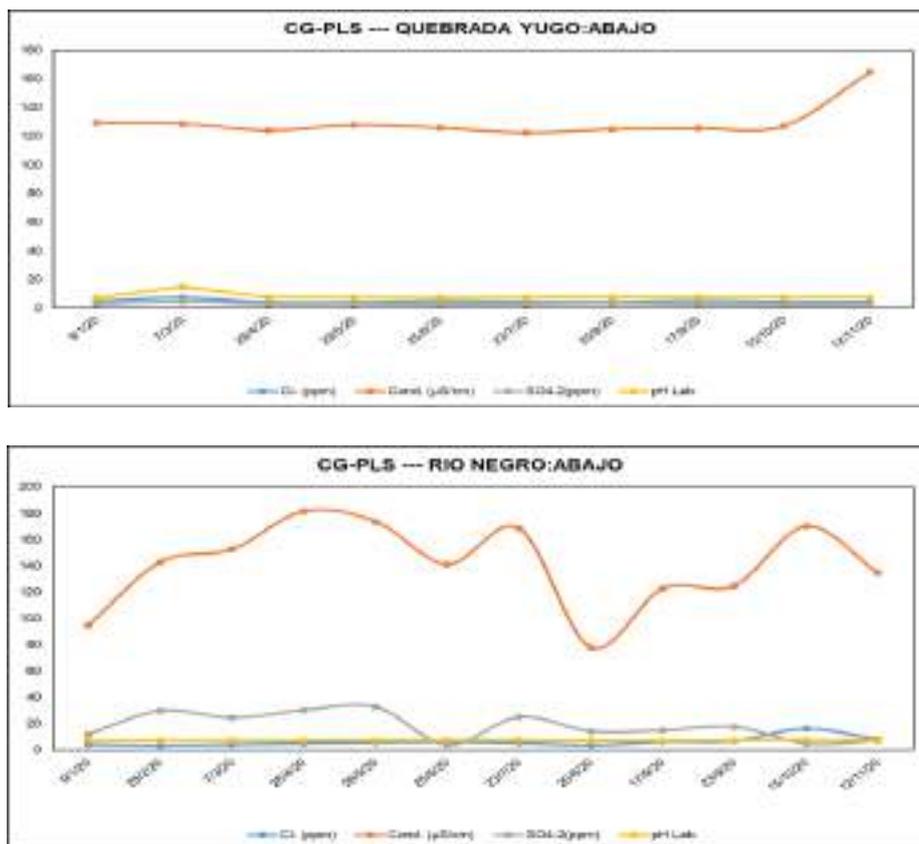


Figura 48. Registro sobre el monitoreo de aguas superficiales del AP

### 13. PGP-13: Operación del campo geotérmico (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial)

Mensualmente se realizan inspecciones para determinar el estado del sistema de evacuación pluvial del Campo Geotérmico Las Pailas.

En la inspección efectuada en diciembre, se observó que algunos sedimentadores perdieron el dispositivo de retención de sedimento. Probablemente ocurrió durante las fuertes lluvias que se presentaron en noviembre, por lo tanto, se va a proceder a sustituir dicha membrana de retención de sedimento (Figura 49).



Figura 49. Hallazgos durante inspección de sistemas de evacuación pluvial. Diciembre, 2020.

#### 14. PGP-14: Operación del campo geotérmico (Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua)

##### Monitoreo para Calidad de agua

Se establecieron ocho sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 6) en los cuales se toman muestras para realizar análisis físico químicos (DBO y nitrógeno amoniacal, sólidos, nitratos, conductividad, entre otros), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de fauna acuática (peces y macro invertebrados) como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua. Los sitios seleccionados están asociados a los accesos a los frentes de obra.

Cuadro 6 Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua

Nombre	Coord X	Coord Y	Altura msnm
Yugo arriba	354360	1190065	757
Yugo abajo (calle)	354051	1189587	743
Colorado arriba	352290	1190273	673
Colorado abajo (LT)	352217	1190096	655
Río Negro arriba	353013	1187934	555
Río Negro abajo	352946	1187847	549
Río Blanco arriba	351289	1190714	676
Río Blanco abajo	351176	1190651	668

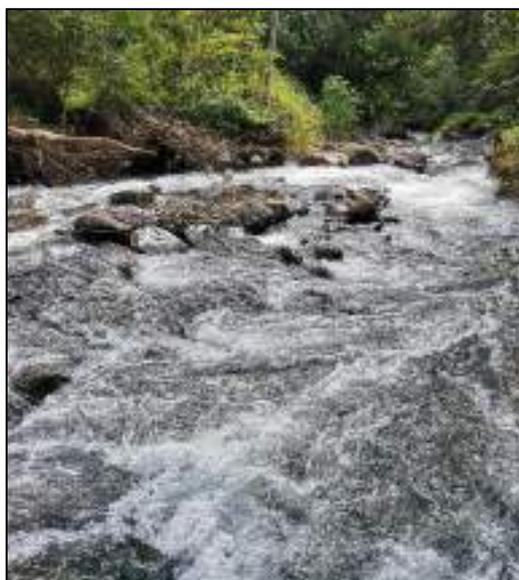


Figura 50. Sitio para el monitoreo de calidad de agua, Colorado abajo (LT). Diciembre 2020.

##### - Muestreo de macro invertebrados acuáticos

Para la colecta de macro invertebrados, en cada punto de monitoreo se tomó un tramo donde aleatoriamente se muestrearon los diferentes micro hábitats presentes (sustratos rocosos, orillas con vegetación, sedimento fino) durante 20 minutos usando las redes D-Net con malla de 250  $\mu$ m.

En la Figura 51 se observa el uso de la Red tipo D en una zona de rápidos, poza, vegetación, rocas expuestas y piedras sumergidas.



Figura 51. Técnica utilizada para el monitoreo de macro invertebrados. Diciembre 2020.

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

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

El resultado y conclusión de este índice (BMWP-CR) es que las familias poco tolerantes a la contaminación tienen registros con valores altos y las familias tolerantes tienen registros de valores bajos. El sistema BMWP, considera que un cuerpo de agua tiene un alto grado de contaminación cuando los valores obtenidos en el índice son bajos (Cuadro 7). Sin embargo, es importante analizar las variables que influyen en los resultados y las capturas de los individuos.

Cuadro 7 Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido

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

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

Como parte de las variables físico químicas de calidad de agua, se realizaron mediciones directas del pH y temperatura usando el medidor multiparámetros YSI 556 MPS. Las mediciones se realizan de manera trimestral y se ilustran en la Figura 52.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio 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.



Figura 52. Recolecta de muestra de agua para análisis en laboratorio. Diciembre 2020.

A continuación, se reportan los resultados de calidad de agua del II efectuado en agosto, los resultados del muestreo de diciembre se están tabulando y serán presentados en el próximo informe.

#### **Resultados de macro invertebrados acuáticos (agosto 2020)**

La composición taxonómica de macro invertebrados recolectados es de 38 familias, se lograron identificar 50 géneros distribuidos en 348 individuos (Cuadro 8). Este resultado es el registro más bajo que se presenta desde el 2018.

El punto de monitoreo Quebrada Yugo abajo (calle) corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos  $n= 104$ , seguido el sitio Río Negro arriba con 74 individuos y, por otra parte, Río Colorado arriba aportó el dato más bajo con apenas 21 individuos.

Cuadro 8 Composición taxonómica y numérica de macro invertebrados acuáticos recolectados en el Campo Geotérmico Las Pailas, agosto 2020

Taxón	Río Colorado arriba	Río Blanco abajo	Río Blanco arriba	Río Colorado LT	Río Negro abajo	Qb Yugo arriba	Río Negro arriba	Qb Yugo abajo (calle)	Total general
<i>Hebrus</i>			1						1
<i>Mayatrichia</i>								1	1
<i>Helichus</i>				1					1
<i>Belostoma</i>			1						1
<i>Heteragrion</i>						1			1
<i>Dolichopodidae</i>								1	1
<i>Microcylloepus</i>							1		1
<i>Baetodes</i>							1		1
<i>Petrophila</i>			1						1
<i>Epigomphus</i>					1				1
<i>Libellulidae</i>					1				1
<i>Disersus</i>		1							1
<i>Ceratopogonidae</i>			1						1
<i>Mayobaetis</i>		2							2
<i>Rhagovelia</i>				1		1			2
<i>Phanocerus</i>	1							1	2
<i>Heterelmis</i>						1	0	1	2
<i>Americabaetis</i>								2	2
<i>Tanypodinae</i>						2			2
<i>Hyallelidae</i>						2			2
<i>Blaberidae</i>		1						1	2
<i>Polypsectopus</i>		2				1			3
<i>Argia</i>			3						3
<i>Chironominae</i>			1	1			1		3
<i>Phylloicus</i>				1	1	1			3
<i>Tricorythodes</i>				1	2				3

Taxón	Río Colorado arriba	Río Blanco abajo	Río Blanco arriba	Río Colorado LT	Río Negro abajo	Qb Yugo arriba	Río Negro arriba	Qb Yugo abajo (calle)	Total general
<i>Austrotinodes</i>		1	3						4
<i>Macrelmis</i>				0	4		0	0	4
<i>Thraulodes</i>						1		3	4
<i>Farrodes</i>					2			2	4
<i>Mesoveloidea</i>		2				1	1		4
<i>Oligochaeta</i>	4								4
<i>Lutrochidae</i>				2			3		5
<i>Hexatoma</i>	1	2	1	1					5
<i>Pseudothelphusidae</i>				1		1		4	6
<i>Planariidae</i>				1		1		4	6
<i>Scirtes</i>		4	3						7
<i>Smicridea</i>				1	1		3	2	7
<i>Polycentropus</i>		4	4	1					9
<i>Macronema</i>	1				8				9
<i>Chimarra</i>							2	7	9
<i>Hetaerina</i>	1		4	3			2		10
<i>Nectopsyche</i>					3		4	4	11
<i>Leptohyphes</i>				1	1	4	1	5	12
<i>Limnocois</i>	2				3	8			13
<i>Corydalus</i>		2	2	4			4	3	15
<i>Tetraglossa</i>				3	1	2		13	19
<i>Simulium</i>		2	2		1		26		31
<i>Anacroneuria</i>	1			7	2	2	18	14	44
<i>Leptonema</i>	10					9	7	36	62
<b>Total general</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>104</b>	<b>348</b>

En cuanto a los taxones identificados, el taxón con mayor cantidad de especímenes recolectados fue el género *Leptonema* con 62 individuos recolectados, seguido por el género *Anacroneuria* con 44 individuos.

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.

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 (Figura 53).



Figura 53. Ninfa de *Anacroneuria* segundo género común en monitoreo de agosto del 2020.

Al aplicar el índice BMWP-CR (Cuadro 9) según el Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales N° 33903-MINAE-S se obtiene que en el monitoreo realizado en agosto 2020, cinco sitios registraron “Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada”, dos sitios presentaron “Aguas de calidad mala, contaminadas” y un sitio “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”.

Cuadro 9 Resultado del índice BMWP-CR en aguas superficiales del AP

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Qb Yugo arriba	82	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Qb Yugo abajo (calle)	93	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Colorado arriba	32	Aguas de calidad mala, muy contaminadas.
Río Colorado LT	86	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro arriba	67	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro abajo	76	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Blanco arriba	56	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Río Blanco abajo	51	Aguas de calidad mala, contaminadas.

En general, los cuerpos de agua monitoreados presentan condiciones de calidad buenas. Son ríos y quebradas limpias que a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua, a excepción de algunos ríos con muchos rápidos que dificultan la recolecta de los insectos.

Durante el muestreo, se pudo observar una gran diferencia en los sitios de monitoreo, no había hojarascas y un leve cambio en el caudal de algunos sitios producto de las lluvias lo cual puede provocar cambios en la composición y diversidad taxonómica del grupo. En resumen, se capturaron pocos individuos y baja diversidad de familias, sin embargo, se llevará el control de los próximos resultados para identificar si existe una tendencia.

Al interpretar las categorías de calidad del agua, se refiere a la integridad del ecosistema acuático, mas no así a la potabilidad del agua. Si se obtiene un resultado de aguas de calidad excelentes no quiere decir que sea potable, sino que el ambiente acuático se encuentra en buen estado de conservación.

Para el caso del río Colorado arriba, este sitio presenta grandes complicaciones en la captura de insectos, ya que es un rio bastante caudaloso y se dificulta el desplazamiento entre micro hábitats.

### Resultados de Parámetros fisicoquímicos

El Cuadro 10 muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en agosto del 2020 en los ocho sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

Cuadro 10 Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Ago 2020

Nombre	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DB O	DQ O	Nitrógeno amoniacal	Turbiedad
Q. Yugo arriba	694	22.4	7.66	11.7	<2	3	0.05	<0,50
Q. Yugo abajo	695	22.5	7.84	12.2	8	12	0.05	<0,50
Río Colorado	701	22.6	6.67	11.97	<2	3	0.05	<0,50
Río Colorado LT (abajo)	699	23.9	7.51	11.8	<2	<1	0.05	<0,50
Río Negro arriba	711	25.5	7.16	11.8	<2	4	0.05	<0,50
Río Negro abajo	711	25.5	7.44	9.88	6	10	0.06	<0,50
Río Blanco arriba	700	21.8	3.71	10.5	8	12	0.05	<0,50
Río Blanco abajo	701	21.8	3.73	11.3	<2	<1	0.05	<0,50

En el Cuadro 11 se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el índice Holandés en los sitios de monitoreo, el cual refleja que solo un sitio presenta aguas con contaminación incipiente (categoría verde) y los siete sitios restantes presentan aguas con contaminación moderada (categoría amarilla).

Los sitios con contaminación moderada (categoría amarilla) presentan esta condición debido al alto oxígeno disuelto (OD) en el agua. Cuando en un monitoreo se presenta un alto valor de OD puede deberse a que la muestra se tomó en un sitio de rápidos, donde la oxigenación es mayor por el burbujeo, sin embargo, para estos casos no fue

de esa manera. Otra variable que se asocia al OD es la temperatura, entre más fría esté el agua mayor OD, sin embargo, esta condición tampoco se presenta en los datos tomados en campo.

Cuadro 11 Valores de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. Ago 2020

Fecha	Sitio	Suma Puntos	Calidad de agua	Color
Agosto 2020	Q. Yugo arriba	7	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Q. Yugo abajo (calle)	9	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Río Colorado	7	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Río Colorado LT (abajo)	7	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Río Negro Arriba	7	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Río Negro Abajo	6	Contaminación incipiente	Verde
Agosto 2020	Río Blanco arriba	7	Contaminación moderada	Amarelo
Agosto 2020	Río Blanco abajo	7	Contaminación moderada	Amarelo

En el próximo monitoreo se analizarán de nuevo los parámetros para corroborar los datos, ya que los resultados pueden deberse a un error en la lectura del multiparámetro o que el equipo está presentando error por problemas de calibración.

#### **15. PGP-15: Emisión de gases no condensables H<sub>2</sub>S (Riesgo de cambios en la composición química de los suelos)**

Para el 2024 (5 años posterior a la entrada en operación), se realizará un análisis químico del suelo, en un radio de 1 km alrededor de la Planta. En 5 sitios de muestreo / campaña de muestreo. Parámetros: 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).

#### **16. PGP-16: Plan de restauración y conservación (Restauración y conservación de ecosistemas boscosos)**

Como parte del monitoreo de coberturas boscosas en proceso de restauración y conservación de ecosistemas boscosos, al finalizar el presente periodo de informe se cuenta con un total de 30 parcelas permanentes establecidas en cobertura de bosque en diferentes etapas sucesionales (Cuadro 12 y Figura 54).

Cuadro 12 Ubicación de parcelas permanentes de muestreo forestal en áreas sometidas a procesos de conservación y restauración de ecosistemas boscosos en el CG Las Pailas

Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
1	350848	1189353	19	352630	1190190
2	349802	1189388	20	352930	1190190
3	351090	1189273	21	353230	1190190
4	351428	1189537	22	353530	1189890
5	351904	1189897	23	353530	1190190
6	351860	1190147	25	354130	1189890
7	351905	1190295	26	354130	1190190
8	352067	1190280	27	354430	1189890
9	351062	1190554	28	354430	1190190
10	351476	1190739	29	354430	1190490
11	351653	1190750	30	354730	1190190
12	352470	1191159	31	355030	1189890
13	352264	1190944	32	355030	1190190
14	352454	1190950	33	355030	1190490
18	352330	1189890	35	355330	1190490



Figura 54. Establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en áreas sometidas a procesos de conservación y restauración de ecosistemas boscosos en el CG Las Pailas.

En cuanto al inventario de flora, se continua trabajando en el registro de especies florísticas en todo el campo geotérmico, las cuales han sido integradas a la base de datos de composición florística (Figura 55), así como al registro fotográfico de las mismas. Hasta le fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 582

especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 56).

FLORA DE TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS MIRVALDES, LAS PAILAS Y BORRACHOEN, DICIEMBRE 2020								
#	ESPECIE (Nombre Científico)	GENERO	ESPECIE	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRES COMUNES	HÁBITO	ORIGEN	Las Pailas
1	<i>Alamo blanco</i>	Alamo	blanco	Fabaceae-Fittonioidae	Clo de grapa	Árbol	Nativa	
2	<i>Anana melón</i>	Anana	melón	Fabaceae-Fittonioidae	Conchales	Árbol	Nativa	2
3	<i>Acacia congo</i>	Acacia	congo	Fabaceae-Fittonioidae	Conchales	Árbol	Nativa	1
4	<i>Acacia leucostoma</i>	Acacia	leucostoma	Fabaceae-Fittonioidae	Sarao, Injuno Mame	Árbol	Nativa	1
5	<i>Acayaha arvensis</i>	Acayaha	arvensis	Euphorbiaceae	Vieja negra, guandú, caribonillo	Arbusto	Nativa	1
6	<i>Acayaha divaricata</i>	Acayaha	divaricata	Euphorbiaceae	Guarallo, caribonillo	Arbusto	Nativa	1
7	<i>Acayaha sp</i>	Acayaha	sp	Euphorbiaceae	Guarallo, caribonillo	Arbusto	Nativa	1
8	<i>Actinocoma longifolia</i>	Actinocoma	longifolia	Urticaceae	Vieja	Hierba	Nativa	1
9	<i>Achyrocline saturei</i>	Achyrocline	saturei	Asteraceae	Haba de chaco	Hierba	Nativa	1
10	<i>Adiantum adnigrum</i>	Adiantum	adnigrum	Polypodiaceae	Cholte	Árbol	Nativa	1
11	<i>Adiantum pasadenense</i>	Adiantum	pasadenense	Fabaceae-Papilionoideae	Caribonillo, guayacán, chichipe	Árbol	Nativa	1
12	<i>Amorimia amara</i>	Amorimia	amara	Araceae	Coyal	Palma	Nativa	1
13	<i>Azida pida</i>	Azida	pida	Euphorbiaceae	Cualto	Arbusto	Nativa	1
14	<i>Adiantum carolinense</i>	Adiantum	carolinense	Polypodiaceae	Alto de rila, Llanillo	Hierba	Nativa	2

Figura 55. Extracto de base de datos composición florística. Diciembre del 2020.

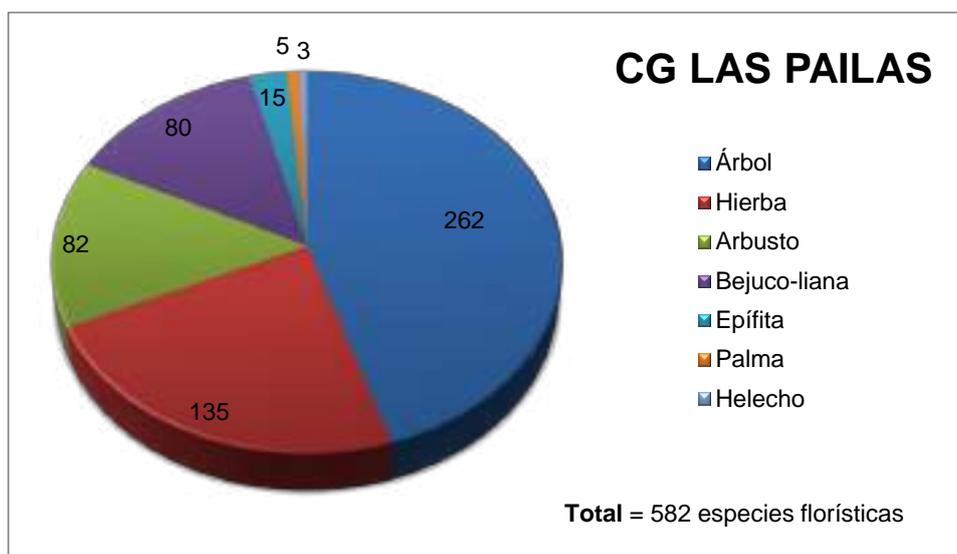


Figura 56. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas. Diciembre 2020.

### 17. PGP-17: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)

#### 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.

Para la realización de las labores de rescate se cuenta con equipo de protección como guantes de lona y cuero, cajas de madera, jaulas para un transporte adecuado, pinzas y ganchos herpetológicos y 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.

Las serpientes venenosas que sean capturadas serán trasladadas a sitios similares al que se encontraba, éstos son lugares lejanos a los sitios de obra, previamente identificados esto por razones de seguridad tanto para pobladores locales como trabajadores.

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.

En el periodo se realizaron dos rescates, una paloma (*Patagioenas flavirostris*) y una serpiente Bécquer (*B. imperator*) (Figura 57).



Figura 57. Rescate de serpiente Bécquer (*B. imperator*) y Paloma (*P. flavirostris*) Campo Geotérmico Las Pailas, agosto y diciembre 2020.

En el caso de la paloma, si se procedió con el traslado a un centro veterinario ya que presentaba lesión en el ala derecha producto de una colisión con uno de los edificios ubicados en la P-06. La serpiente no requirió atención veterinaria, por el contrario, se liberó exitosamente.

#### **18. PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)**

Para llevar a cabo el monitoreo de fauna silvestre se establecieron seis sitios, los cuales son utilizados para el monitoreo de aves, anfibios, reptiles, mamíferos terrestres y mamíferos voladores. Los sitios definidos para el monitoreo de fauna silvestre son los siguientes:

1. Transecto Los Monos.
2. Transecto Oropéndola.
3. Transecto PLP-03.
4. Transecto 1.
5. Transecto 3.
6. Transecto El Yugo.

## Monitoreo de Herpetofauna

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

Se realizan recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda de individuos, los recorridos diurnos tienen una duración de 3 horas dentro del horario de 8:00 a 17:00, revisando cuidadosamente en troncos, hojarasca y debajo de piedras y cualquier otro sustrato; y la búsqueda nocturna con una duración de 2 horas inicia a las 18:00 y finaliza a las 20:00.

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.

### Resultados

Se tiene un total de 187 individuos identificados, distribuidos en 17 familias y 30 especies. Se registraron 115 anfibios y 72 reptiles, en el caso de los anfibios la especie más abundante la rana verdadera (*Lithobates warszewitschii*) con 45 avistamientos, seguida por la rana (*Craugastor fitzingeri*) con 21 avistamientos (Figura 58).



Figura 58. Anfibios más comunes en monitoreos de fauna silvestre. Noviembre, 2020.

Del grupo de reptiles se registra como la especie más abundante la lagartija (*Norops cupreus*) con 30 avistamientos y la lagartija (*N. oxylophus*) con 12 individuos identificados (Figura 59).



Figura 59. Reptiles más comunes en monitoreos de fauna silvestre. Septiembre, 2020.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se tienen cuatro anfibios en condición amenazada, están protegidas y reguladas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE; y globalmente las cuatro especies están catalogadas por la UICN como especie de preocupación menor (LC).

Las cuatro especies mencionadas anteriormente son: la rana arborícola amarilla (*Dendropsophus microcephalus*), la rana túngara (*Engystomops pustulosus*), la rana de vidrio espinosa (*Teratohyla spinosa*) y la rana verde de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*). Esta última rana se encuentra además incluida en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna).

Durante el periodo se registraron individuos en todos los sitios de monitoreo, siendo el transecto Los Monos el sitio con mayores avistamientos donde se reporta un total de 62 individuos, seguido por el Transecto El Yugo con 52 individuos, este sitio es paralelo a la quebrada El Yugo (como su nombre lo indica) que es un cuerpo de agua con vegetación en ambos márgenes y rocas expuestas. El monitoreo de este cuerpo de agua es importante, ya que este tipo de ecosistema representa un recurso muy valioso para la sobrevivencia de muchas especies, además, que alberga muchas especies de fauna que no se observan regularmente en los otros sitios de monitoreo (Figura 60).

Es importante mencionar que el análisis de los datos no incluye el monitoreo de diciembre ya que la tabulación está programada para fechas posteriores a la entrega del informe.

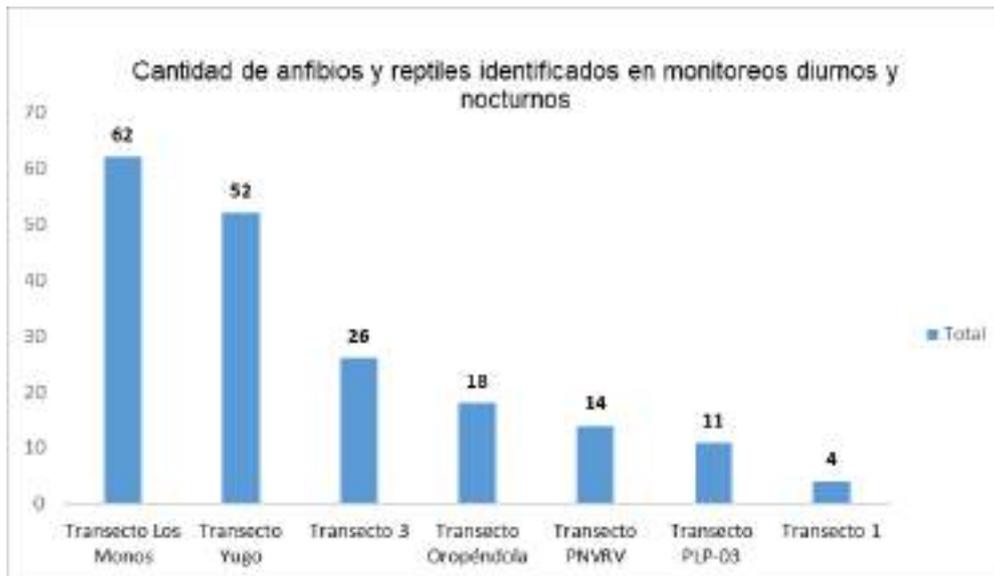


Figura 60. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo

### Monitoreo de aves

Las aves son un grupo fácil de monitorear debido a su canto y colores llamativos que poseen algunas de ellas. La técnica que se utiliza para el monitoreo de aves es la de puntos de conteo a lo largo de transectos de 900 m de longitud, los puntos de conteo abarcan una superficie de 20 m de radio y separados 150 m uno del otro, en cada uno se deben registrar todas las especies de aves que se visualicen y/o escuchen en un lapso de 10 minutos.

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 Canon SX60, 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.

### Resultados

Se tiene un total de 267 individuos identificados, distribuidos en 29 familias y 68 especies. Las especies más abundantes son la reinita cabecicastaña (*Basileuterus rufifrons*) con 20 avistamientos, seguida por el soterrey (*Thryophilus pleurostictus*) con 17 avistamientos.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se tienen al menos 17 especies bajo condiciones de amenaza, casi amenazada, vulnerable, entre otros. A continuación, se hará una breve mención de algunas de ellas. Todas ellas están protegidas y reguladas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE.

- Familia Cracidae: Se identificaron dos especies, ambas se encuentran en categoría amenazadas e incluidas en el Apéndice III CITES, sin embargo, la especie *Crax rubra* (Pavón) está considerada como especie VU (vulnerable) según la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).
- Familia Psittacidae: En esta familia están incluidas las loras, lapas y pericos, en el periodo se identificaron tres especies y todas se encuentran en categoría amenazadas e incluidas en el Apéndice II CITES.
- Familia Trochilidae: Esta familia agrupa a todos los colibríes, para el periodo se identificaron cinco especies y todas se encuentran en categoría amenazadas e incluidas en el Apéndice II CITES.
- *Eurypyga helias*: Conocida como garza del sol, es una especie no tan común y se encuentra principalmente cerca de cuerpos de agua. En nuestro país esta especie se encuentra amenazada.

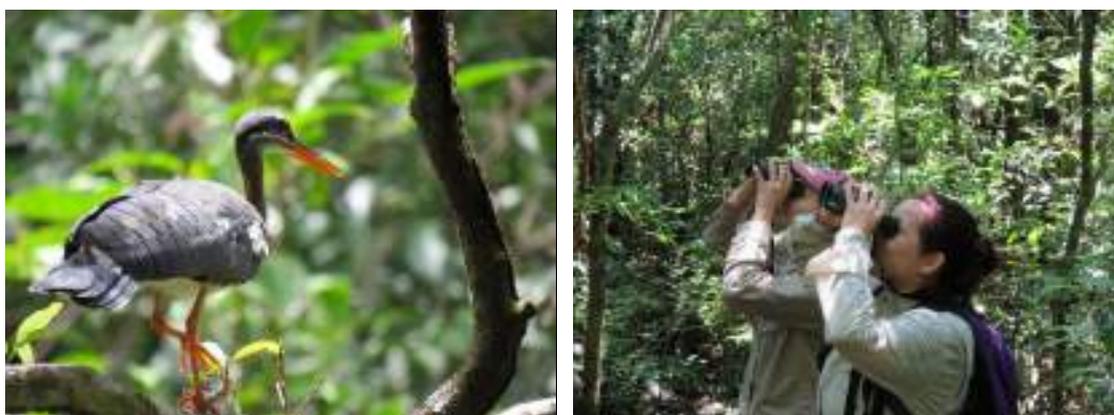


Figura 61. Avistamiento de ave del sol (*E. helias*) durante monitoreo de aves. Septiembre, 2020.

En la Figura 62 se detalla la cantidad de aves que se identificaron en cada sitio de monitoreo. El Transecto 1 fue el sitio donde se observó la mayor cantidad de especies con un total de 56 registros. Este transecto está localizado en un área abierta donde predominan charrales arbolados, por lo tanto, la observación de aves en sitios abiertos siempre será más fácil que dentro del bosque, ya que se tiene mejor luz y mejor visibilidad para la identificación de las especies.

Igualmente, el análisis de los datos no incluye el monitoreo de diciembre.

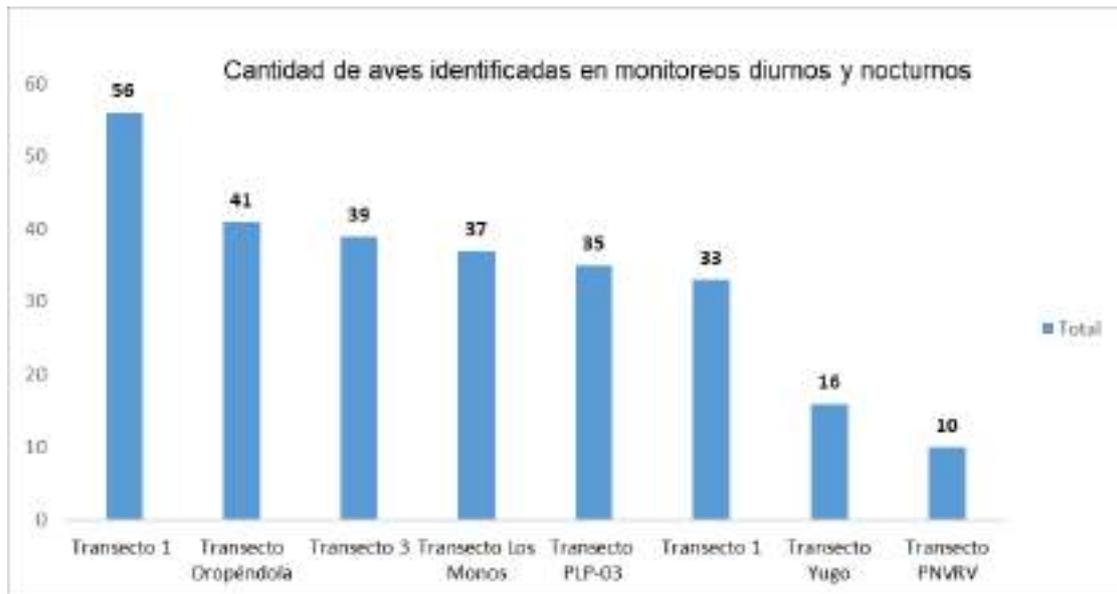


Figura 62. Cantidad de aves identificadas durante monitoreos

## Monitoreo de mamíferos

### Monitoreo de mamíferos terrestres mediante transectos

Consiste en hacer recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda directa del animal y 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.

Durante los recorridos diurnos y nocturnos fue posible identificar 66 individuos pertenecientes a 17 especies distribuidas en 15 familias. La especie más abundante es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 15 registros, seguida por la especie mono carablanca (*Cebus imitator*) con ocho avistamientos.

La identificación de algunas especies puede ser mediante rastros como huellas, tal es el caso del venado cola blanca que la mayor parte de los avistamientos es por método indirecto o por medio de algunas de sus partes como huesos, espinas, etc. En la Figura 63 se muestra el registro indirecto de dos especies, cuya identificación se realiza por medio del tipo de huella (venado cola blanca) y espinas (puercoespín).



Figura 63. Registro indirecto de mamíferos

En cuanto al estado de conservación de las especies, se registran al menos 11 especies de mamíferos que se encuentran en algún grado de amenaza. A continuación, se mencionan algunos de ellos.

Para el caso de los primates, en nuestro país el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y mono congo (*Alouatta palliata*) (Figura 64) están consideradas en peligro de extinción y protegidas y regulados por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, están incluidos en el Apéndice I CITES. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Por otra parte, el mono araña es la única que está catalogada por la UICN como especie en peligro de extinción.



Figura 64. Mono congo (*A. palliata*) identificado durante monitoreo diurno de fauna silvestre. Campo Geotérmico Las Pailas. Noviembre, 2020.

#### *Monitoreo de mamíferos terrestres mediante 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 colocan dos cámaras trampa marca Bushnell Trophy Cam de visión nocturna en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 32GB y ocho pares de baterías de Litio, estas se instalan en sitios donde se encuentren rastros de mamíferos (Figura 65).



Figura 65. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres. Nov, 2020.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 30 días consecutivos y para tomar una secuencia de dos fotos con intervalos de dos segundos a partir de la detección de movimiento. Cada una de las fotografías tiene la información de fecha y hora. Para la seguridad del equipo se construyó una caja de protección para cada cámara, cada caja dispone de un candado Masterlock. Las cámaras se colocaron en árboles a una altura de 30 cm del suelo, sin embargo, la altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar (Figura 66).



Figura 66. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos.

Por el método de fototrampeo se identificaron un total de 12 especies tanto de talla grande como medianas ya antes registradas, por ejemplo, jaguar (*Panthera onca*) tepezcuintle (*Cuniculus paca*), puma (*Puma concolor*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), danta (*Tapirus bairdii*) (Figura 67) entre otros.

Algunas de las especies identificadas en el periodo se encuentran en alguna categoría de conservación tanto nacional como internacionalmente. Tal es el caso de los felinos cuyo estado de conservación en nuestro país es preocupante y requieren atención en cuanto a su presencia en el Campo Geotérmico. En este periodo se registraron tres especies de felinos, puma (*P. concolor*), manigordo (*Leopardus pardalis*) y jaguar (*P. onca*). De esta manera, las distintas especies medianas de mamíferos que se han identificado también por medio de cámaras trampa permiten determinar que ella zona dispone de hábitats o recursos que son utilizados por estas especies de felinos, los cuales representan una importante función en el ecosistema y en la cadena trófica.



Figura 67. Registro de tres especies de felinos mediante cámaras trampa jaguar, manigordo y puma. Campo Geotérmico Las Pailas.

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

El manigordo es una especie de felino de tamaño mediano, más pequeño que el puma y se alimenta de mamíferos pequeños y 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 son la pérdida y fragmentación de hábitat, caza furtiva, comercio ilegal como mascota y pieles y la matanza en represalia por depredación.

Por otra parte, el jaguar es el carnívoro terrestre de mayor tamaño del neotrópico, su dieta está compuesta por mamíferos principalmente como saínos, perezosos, venados, monos, armadillos; reptiles como tortugas y aves como el pavón. Es una especie activa tanto de día como de noche, pero solitarios excepto en época de reproducción. En cuanto al estado de conservación de los jaguares en nuestro país están considerados

en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, la UICN incluye la como especie casi amenazada.

Algunas de las amenazas que enfrenta esta especie son la pérdida y fragmentación de hábitat, caza furtiva, comercio ilegal como mascota y pieles y la matanza en represalia por depredación.

### **Monitoreo de murciélagos**

Se da la suspensión de los monitoreos de murciélagos según directriz MINAE-0003-2020 del 13 de abril 2020, que establece *medidas temporales para regular la interacción de los investigadores y sus asistentes con la vida silvestre y el personal de las áreas silvestres protegidas, con motivo de la Declaratoria de emergencia nacional a raíz de la presencia del virus COVID 19 en el territorio nacional*. El CSRG al tener vigentes los permisos de investigación, queda incluido dentro de la directriz.

### **Avistamientos**

En los alrededores es común el avistamiento de fauna en las áreas de influencia, estos registros son insumos importantes para la concientización de trabajadores en temas de velocidad de vehículos, medidas de seguridad ante encuentros con fauna y a la vez, son registros que evidencian que la fauna circula en las zonas del campo, muchos avistamientos se registran en zonas que anteriormente eran pastizales y están sometidas a procesos de restauración. Es importante mencionar que no se registran todas las especies que se observen, se consideran algunas que están bajo algún grado de amenaza, todos los felinos, todos los primates, serpientes y especies poco comunes, entre otros.

En este periodo se reporta el avistamiento 11 individuos. Se tienen registros de Danta (*T. bairdii*) cruzando el camino que dirige a la PL-16, serpiente de cascabel centroamericana (*Crotalus simus*) y rastros de jaguar (*P. onca*) (Figura 68).



Figura 68. Avistamiento de serpiente de cascabel y huella de jaguar.

## Monitoreo de Rutas de Paso de Fauna en los Caminos y Tuberías dentro del Campo Geotérmico

### Rutas de pasos de fauna en caminos

#### *Pasos subterráneos para fauna.*

Dentro del Campo Geotérmico se tienen dos pasos subterráneos para fauna que son monitoreados mensualmente mediante el uso de cámaras trampa y búsqueda de huellas en la entrada de los túneles. Las cámaras se mantienen activas y se programan en modo cámara y video.

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.

La construcción de estas estructuras viene a minimizar 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.

#### *Resultados*

En el periodo se registraron cuatro especies utilizando ambos pasos subterráneos, sin embargo, en el análisis de los datos no están incluidos los resultados de diciembre ya que las cámaras trampa serán retiradas de campo posterior a la entrega del informe.

En la Figura 69 se puede apreciar que el registro de especies es muy bajo, esto se debe a que se presentaron inconvenientes en el funcionamiento de algunas de las cámaras trampa, las cuales tuvieron que ser enviadas a revisión.

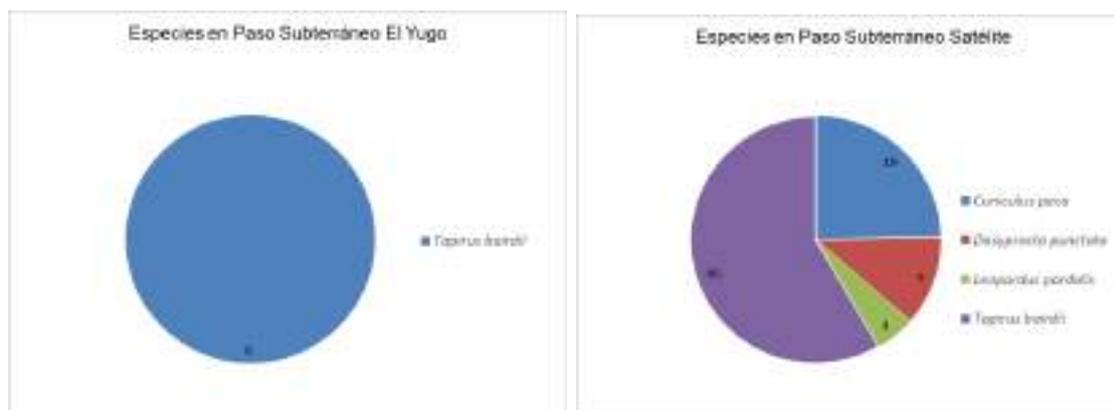


Figura 69. Cantidad de registros de especies que utilizaron los pasos subterráneos.

En cuanto a las cuatro especies registradas, tres de ellas son recurrentes, sin embargo, la danta (*T. bairdii*) se registró por primera vez en agosto, en esa ocasión una pareja utilizando el paso subterráneo Satélite (Figura 70).



Figura 70. Evidencia de las cuatro especies utilizando los pasos subterráneos.

*Pasos tipo zanja para fauna.*

Dentro del Campo se realizaron al menos 16 raspados tipo zanja debajo de las tuberías, en aquellos tramos donde la distancia entre la tubería y el terreno no superaba el metro de altura, el objetivo es registrar si las tuberías son una barrera en el desplazamiento de especies de talla mediana y grande; para ello, se han colocado cámaras trampa en distintos tramos a lo largo del sistema de tuberías. En la Figura 71 se presentan algunos de los resultados.



Figura 71. Resultados del monitoreo de fauna en sistema de tuberías.

## Rutas de paso de fauna arborícola

Se tiene un total de 10 puentes aéreos en el campo geotérmico y en las áreas de influencia directa. El monitoreo de los pasos aéreos consiste en realizar recorridos por los sitios donde se ubica cada estructura, además, se consulta al personal que transita por estos sitios si han observado presencia de monos o algún tipo de fauna utilizando los pasos y en caso de contar con los recursos necesarios se colocan cámaras trampa en uno de los árboles que sujetan dichas estructuras.

### Resultados

Se pudo observar una tropa de seis individuos de monos carablanca (*Cebus imitator*) utilizando uno de los pasos aéreos, por otra parte, en algunos sectores se observaron tropas de monos utilizando árboles cuyas ramas o copas forman cruces naturales funcionales para especies arborícolas. La siguiente figura muestra un mono carablanca utilizando uno de los puentes y la otra figura muestra otro cruzando la entrada la PLP-06 (Figura 72).

Como parte de las inspecciones, se visitan las diferentes obras y se verifica el estado y/o funcionalidad de cunetas, portones, mallas, sedimentadores, lagunas, reductores de velocidad, rotulación.

En caso de hallazgos, se reportan a los distintos encargados para que estos sean atendidos con la brevedad posible para mitigar posibles impactos en la fauna.



Figura 72. Visita efectuada en junio a uno de los pasos aéreos. Octubre 2020.

Algunos de los hallazgos durante el periodo se mencionan a continuación:

- Lagunas sin dispositivos de escape para fauna silvestre: Se procedió a confeccionar e instalar dispositivos que permiten que la fauna que cae a las lagunas pueda escapar. Se ha dado prioridad a las lagunas cercanas a áreas de bosque y lagunas que han presentado animales ahogados (Figura 73).



Figura 73. Dispositivos instalados en contrapozo en PLP-12 y laguna en PLP-13. Octubre 2020.

- Mantenimiento de señalización vial y advertencia de fauna en la vía: Se procedió a remover la vegetación cercana a todos los rótulos instalados en el Campo Geotérmico y accesos para mejorar la visibilidad de las personas que transitan en los alrededores (Figura 74).



Figura 74. Mantenimiento de rótulos de señalización vial y advertencia de fauna.

### 19. PGP-19: Operación de la Planta y del campo geotérmico (Alteración de la cotidianidad de las comunidades)

Para el periodo de seguimiento se recibieron un total de 5 solicitudes, asociadas a temas de mantenimiento de caminos y corta de árboles, entre otros (Cuadro 13).

La Figura 75 muestra la atención a la solicitud N° 386 correspondiente a la comunidad de San Jorge, donde se procedió a derramar un árbol en el sector de la cuesta La Leona el cual representaba un riesgo para los usuarios de la vía.

La Figura 76 corresponde a la atención de la solicitud en la comunidad Parcelas Santa María, donde, se colaboró con el préstamo de un compresor industrial para eliminar residuos de materia orgánica de la tubería de agua que abastece a los (as) usuarios (as) de la comunidad.

Cuadro 13 Registro de solicitudes comunales, diciembre 2020

N° Solicitud	Comunidad	Tema	Estado
382	Curubandé	Préstamo de instalaciones ICE	Finalizada
386	San Jorge	Corta de árbol en vía pública	Finalizada
400	Curubandé	Mantenimiento de camino de acceso al Campo Geotérmico Las Pailas	Finalizada
402	Parcelas Santa María	Equipo para mantenimiento de tubería de agua	Finalizada
405	Curubandé	Poda de árboles en infraestructura pública	En proceso



Figura 75. Atención solicitud comunal, San Jorge, diciembre, 2020.



Figura 76. Atención solicitud comunal, Parcelas Santa María, diciembre, 2020.

Se recibió una queja relacionada a la afectación de propiedad privada por parte de vehículo institucional. Se procedió a realizar una inspección al sitio para valorar los daños y la reparación de los mismos. La Figura 77 y Figura 78 muestran el detalle.

Finalizado los trabajos, se firmó el documento de finiquito, el cual indica el trabajo realizado, en satisfacción de la parte afectada.



Figura 77. Daños a techo propiedad privada comunidad Curubandé, diciembre 2020.



Figura 78. Reparación de estructura de techo propiedad privada, Curubandé, diciembre, 2020.

La articulación con partes interesadas (Asociación de Desarrollo Integral, Asociación Comunitaria Comité Enlace, Empresarios Turísticos) y la coordinación de espacios con dichos grupos recae en la Gestión Social del Centro Servicio Recursos Geotérmicos. Las reuniones se realizan semestralmente, sin embargo, para el periodo no se realizaron reuniones comunales debido al decreto de Emergencia Nacional 42227-MP-S, Resolución DND N°054-2020 de la Dirección de Desarrollo Comunal (DINADECO) y directrices de la institución (evitar aglomeraciones, reuniones presenciales).

Las directrices aplican para la ejecución del Plan de Educación Ambiental en las comunidades, en cuanto a los centros educativos, la resolución del MS-DM-2382/ MEP-0537-2020 indica:

*“Que el Ministerio de Educación Pública, como administrador de los diferentes componentes del ramo de la educación y garante del interés superior del menor y el derecho a la educación de la población estudiantil del sistema educativo costarricense, en estrecha colaboración con las autoridades sanitarias nacionales, ha considerado fundamental implementar acciones que permitan mitigar la transmisión del virus COVID-19. En razón de lo anterior, el Ministerio de Educación, ante diversas alertas e instrucciones giradas por las autoridades de Salud ha procedido con la suspensión temporal de lecciones en un total de 343 centros educativos”.*

**20. PGP-20: Perforación de pozos geotérmicos (Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H<sub>2</sub>S)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

**21. PGP-21: Perforación de pozos geotérmicos (Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

**22. PGP-22: Perforación de pozos geotérmicos (Alteración del paisaje)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

**23. PGP-23: Obras civiles (Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos)**

Se realiza el monitoreo de los taludes en Planta, los cuales se encuentran estables y cubiertos con geo membrana como protección. En la parte superior de los taludes se mantiene vetiver para mejorar la estabilidad del talud (Figura 79, Figura 80).



Figura 79 Estabilidad de taludes en Planta Pailas Unidad I. Diciembre 2020



Figura 80 Estabilidad de taludes en Planta Pailas Unidad II. Diciembre 2020

#### **24. PGP-24: Emisión de gases no condensables (H<sub>2</sub>S, pentano y otros)**

La Planta posee un programa de monitoreo de gases peligrosos, entre ellos H<sub>2</sub>S. En este periodo de seguimiento se realizaron monitoreos de H<sub>2</sub>S dentro de la Planta en puntos donde ocasionalmente se detecta (Cuadro 14).

De acuerdo a la tabla, en el Sistema de Neutralización y Tuberías de vapor y salmuera de la Unidad I; son los únicos dos sitios que se reportan valores de H<sub>2</sub>S, con variaciones entre los monitoreos. Cabe mencionar que ninguno de estos sitios está en una zona confinada, sin embargo, se solicitará mayor atención en estos sitios específicamente, ya que para los meses de setiembre y diciembre se presentaron valores altos. Además, se solicitará realizar dos monitoreos conjunto con el regente ambiental para verificar los valores y modo de muestreo.

Cuadro 14 Monitoreos de gases H2S en Planta Pailas durante el periodo de julio a dic 2020

CONTENIDO DE GAS H2S EN PLANTA PAILAS UNIDAD II	JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
	15 jul	30- jul	13- ago	31- ago	11- sep	24- sep	15- oct	22-oct		15-dic.-20		
Debajo de eyectores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Incapacidades al personal por Covid -19 y mantenimiento	0.0		
En las bombas de anillo líquido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
En las bombas de pozo caliente abajo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Detrás de la torre de enfriamiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Arriba de la torre de enfriamiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Frente al silenciador	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Tanque bomba de trasiego silenciadores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Tanque flash	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		
Tanque neutralización	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
CONTENIDO DE GAS H2S EN PLANTA PAILAS UNIDAD I	JULIO			AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
	20-jul	14- ago	26- ago	1- sep	16- sep	20- oct	28- oct			2-dic	17-dic.-20	
Drenajes Oec # 1	0	0	0	0	0	0	0	Incapacidades al personal por Covid -19 y mantenimiento	0	0		
Drenajes Oec # 2	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Parte Superior Torre De Enfriamiento Entre Celdas C Y D	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Parte Superior Torre De Enfriamiento Entre Celdas D Y E	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Parte Superior Torre De Enfriamiento Entre Celdas E Y F	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Parte Superior Torre De Enfriamiento Entre Celdas F Y G	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Silenciador	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Sistema Neutralización	7.3	10.4	9,2	11.1	3.9	8.5	10.7		5.8	9.5		
Tuberías Vapor y Salmuera	11.5	13	12	159	73	44	59		108	15.2		
Vapor Condensado Oec #1 Lado Derecho	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Vapor Condensado Oec #2 Lado Derecho	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Vapor Condensado Purga Lado Derecho Canal	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
Vapor Condensado Purga Lado Izquierdo Canal	0	0	0	0	0	0	0		0	0		

Respecto a las mediciones de pentano, se ubican detectores de fugas fijos localizados en las bombas y tanques de pentano, y ambas turbinas. Además, se realizan inspecciones mediante equipo portátil.

## 25. PGP-25: Consumo de agua potable (Alteración de la calidad de agua)

Se realizan tres monitoreos al año de calidad de agua de consumo humano en la Planta. El monitoreo realizado a finales de julio se presenta en este informe. Los resultados del monitoreo realizado en noviembre se presentarán en el siguiente informe.

No se tienen hallazgos de consideración o nuevos, el agua es potable. La situación de aluminio continua en el rio Colorado, y por tanto las osmosis inversas se vuelven equipo vital, los cuales siguen funcionando correctamente en los sectores de comedores. Se debe continuar con los mantenimientos y limpiezas de los filtros y cambios de membranas cuando ya no funcionen y los filtros una vez al año. Así mismo se tiene poco cloro en varios sectores, pero como es color existente es suficiente para mantener libres de bacterias.

Los resultados y análisis de los monitoreos de aguas residuales se presentan en la Medida PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias. Se realizó un monitoreo el 28 de julio (Figura 81) y otro el noviembre. El último reporte operacional de la PTAR fue realizado en setiembre del 2020.



**Análisis Ambiental**  
LABORATORIO

PRT 011 R-03  
Versión 07  
Página 1 de 5

UNIVERSIDAD NACIONAL  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

**REPORTE DE RESULTADOS**



Universidad de Chile  
Asesoría Académica N° 15.014  
Instituto de Gestión y Evaluación  
Ambiental

No. Reporte: AG-454-2020

**Datos del Cliente:**

<b>*Nombre del Cliente:</b>	ICE Región Chorrolaga – Planta Geotérmica Las Pailas, Campaña I	<b>Muestreado por:</b>	Shvard Espinoza S.
<b>*Dirección del Cliente:</b>	Gustavo, Liberia, Curubambé	<b>Procedimiento de muestreo:</b>	PRT-012 Procedimiento de muestreo de aguas y aguas residuales
<b>*Actividad:</b>	-	<b>Plan de muestreo:</b>	PRT-012 R-01 Consecutivo AG-454-2020
<b>*Teléfono del cliente:</b>	2000-3278	<b>Fecha de muestreo:</b>	28 de julio de 2020
<b>Tipo de Muestra:</b>	Agua para uso y consumo humano	<b>Fecha de ingreso:</b>	29 de julio de 2020
<b>Solicitud de servicio:</b>	AG-454-2020	<b>Fecha de emisión:</b>	25 de agosto de 2020

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

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Valor Máximo Admisible <sup>1</sup>
*pH (25 °C) <sup>2</sup>	-	8,300 ± 0,040	7,880 ± 0,040	7,120 ± 0,040	7,700 ± 0,040	6-9
*Sustancia	mg/l	nd	nd	nd	nd	0
*Conductividad	µS/cm	187 ± 25	220 ± 25	nd	nd	-
*Color Aparente U-PCo	nd	nd	nd	nd	nd	15
*Dureza Total	mg/l	26,24 ± 0,42	26,42 ± 0,29	6,05 ± 0,11	-	400
*Fluoruro	mg/l	0,152 ± 0,020	0,294 ± 0,020	nd	-	0,7-1,5
*Cloruro	mg/l	3,08 ± 0,20	0,72 ± 0,20	d	-	250
*Sulfato	mg/l	26,70 ± 0,45	nd	48,4 ± 2,0	-	300
*Nitrito	mg/l	d	d	nd	-	50
*Nitro	mg/l	nd	d	d	-	100
*Amonio	mg/l	nd	d	d	-	500
*Mercurio	mg/l	1,170 ± 0,06	360 ± 20	nd	-	200
*Cadmio	mg/l	5,0 ± 0,2	1,61 ± 0,2	0,24 ± 0,1	-	100
*Manganeso	mg/l	1,00 ± 0,20	1,67 ± 0,20	nd	-	50
*Sodio	mg/l	7,80 ± 0,40	4,89 ± 0,52	0,69 ± 0,007	-	200
*Potasio	mg/l	1,24 ± 0,22	1,68 ± 0,22	nd	-	20
*Hierro	mg/l	0,23 ± 0,4	2,2 ± 0,2	1,75 ± 0,21	-	300
*Magnesio	mg/l	12,8 ± 0,4	15,7 ± 0,4	d	-	500
*Zinc	mg/l	4,52 ± 0,52	2,98 ± 0,24	15,2 ± 2,1	-	2000
*Cobalto	mg/l	3,54 ± 0,29	1,24 ± 0,14	1,29 ± 0,20	-	2000
*Bromo	mg/l	nd	nd	nd	-	10
*Boro	mg/l	nd	nd	nd	-	10
*Cadmio	mg/l	nd	nd	nd	-	3
*Cromo	mg/l	nd	nd	nd	-	50
*Arsénico	mg/l	nd	nd	nd	-	5
*Selenio	mg/l	d	d	nd	-	10
*Níquel	mg/l	0,020 ± 0,002	nd	nd	-	20
*Mercurio	mg/l	nd	nd	nd	-	1
*Cloro residual libre <sup>3</sup>	mg/l	nd	0,260 ± 0,020	0,260 ± 0,020	0,260 ± 0,020	0,2-0,4
*Temperatura <sup>4</sup>	°C	20,79 ± 0,46	20,02 ± 0,46	20,58 ± 0,46	20,02 ± 0,46	10-20 °C
*Oloro <sup>5</sup>	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

nd: no detectable  
 nd: no detectable  
 La confiabilidad de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %.  
<sup>1</sup> Decreto Nº 2004-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 17 de septiembre del 2015.  
<sup>2</sup> Ensayo acreditado bajo la norma ISO 17025:2005, alcance 02-04, más información en el sitio web: [www.ica.gov.cl](http://www.ica.gov.cl)  
<sup>3</sup> Ensayo no acreditado

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

Análisis	Unidades	Muestra Nº 05	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08	Valor Máximo Admisible <sup>1</sup>
*pH (25 °C) <sup>2</sup>	-	7,240 ± 0,040	6,900 ± 0,040	7,430 ± 0,040	8,100 ± 0,040	6-9
*Sustancia	mg/l	nd	0,08 ± 0,02	nd	1,000 ± 0,040	0
*Conductividad	µS/cm	184 ± 25	122 ± 25	nd	1,000 ± 0,040	-
*Color Aparente U-PCo	nd	nd	nd	1,07 ± 0,24	nd	15
*Dureza Total	mg/l	-	50,29 ± 0,40	6,05 ± 0,11	-	400
*Fluoruro	mg/l	-	0,229 ± 0,020	0,292 ± 0,020	-	0,7-1,5
*Cloruro	mg/l	-	5,50 ± 0,20	1,26 ± 0,41	-	250
*Sulfato	mg/l	-	41,4 ± 2,0	0,65 ± 0,21	-	300
*Nitrito	mg/l	-	d	d	-	50
*Nitro	mg/l	-	d	d	-	100
*Amonio	mg/l	-	nd	nd	-	500
*Mercurio	mg/l	-	200 ± 200	0,8 ± 1,3	-	200
*Cadmio	mg/l	-	0,2 ± 0,4	d	-	100
*Manganeso	mg/l	-	1,38 ± 0,20	nd	-	50
*Sodio	mg/l	-	5,80 ± 0,22	4,26 ± 0,17	-	200
*Potasio	mg/l	-	1,60 ± 0,24	nd	-	20
*Hierro	mg/l	-	1,20 ± 0,2	nd	-	300
*Magnesio	mg/l	-	2,51 ± 0,4	d	-	500
*Zinc	mg/l	-	0,57 ± 0,4	10,1 ± 1,6	-	2000
*Cobalto	mg/l	-	4,50 ± 0,50	3,14 ± 0,26	-	2000
*Bromo	mg/l	-	1,84 ± 0,40	nd	-	10
*Boro	mg/l	-	nd	nd	-	10
*Cadmio	mg/l	-	nd	nd	-	3
*Cromo	mg/l	-	nd	nd	-	50
*Arsénico	mg/l	-	1,14 ± 0,15	nd	-	50
*Selenio	mg/l	-	nd	nd	-	10
*Níquel	mg/l	-	nd	d	-	20
*Mercurio	mg/l	-	0,48 ± 0,20	nd	-	1
*Cloro residual libre <sup>3</sup>	mg/l	0,180 ± 0,020	nd	0,79 ± 0,11	nd	0,2-0,4
*Temperatura <sup>4</sup>	°C	20,90 ± 0,46	20,20 ± 0,46	21,16 ± 0,46	21,20 ± 0,46	10-20 °C
*Oloro <sup>5</sup>	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

nd: no detectable  
 nd: no detectable  
 La confiabilidad de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %.  
<sup>1</sup> Decreto Nº 2004-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 17 de septiembre del 2015.  
<sup>2</sup> Ensayo acreditado bajo la norma ISO 17025:2005, alcance 02-04, más información en el sitio web: [www.ica.gov.cl](http://www.ica.gov.cl)  
<sup>3</sup> Ensayo no acreditado

**Resultados de análisis microbiológicos de las muestras de agua:**

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Muestra Nº 05	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08
<i>E. coli</i>	NMP/100 ml	17	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	9,7
<i>Coliformos fecales</i>	NMP/100 ml	17	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	9,7

Resultados obtenidos por el Laboratorio de Microbiología de Agua, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Análisis del IICA (C-002), según consta en el Formulario de Análisis (FA-001-2019-02), fechado el 20 de octubre de 2020. (C-002/001/01/02/03/04)

**Descripción de las muestras:**

- Muestra M001: Muestra de agua tomada en tubo antes del sistema de descalcificación, Pailas I, a las 13:12 horas.
- Muestra M002: Muestra de agua tomada en etapas de almacenamiento de agua potable, Pailas I, a las 13:24 horas.
- Muestra M003: Muestra de agua tomada en cámara de tratamiento de agua potable, Pailas I, a las 13:43 horas.
- Muestra M004: Muestra de agua tomada en cámara de filtrado de Pailas I, a las 14:05 horas.
- Muestra M005: Muestra de agua tomada en pila del taller eléctrico, Pailas I, a las 14:15 horas.
- Muestra M006: Muestra de agua tomada en etapas de almacenamiento de agua, Pailas II, a las 14:34 horas.
- Muestra M007: Muestra de agua tomada en cámara de tratamiento, Pailas II, a las 15:00 horas.
- Muestra M008: Muestra de agua tomada en camión en el río Calabuda, a las 16:00 horas.

En la descripción de la muestra se indica la información sobre la hora y las coordenadas geográficas en formato por el Laboratorio de Análisis Ambiental.

**Método de Análisis Espectacular:**

Análisis	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de análisis
pH (25 °C)	999-010	SN 4500 H	-	10 ± 0,01 unidades de pH	-
Conductividad	999-016	SN 2130 B	-	0,1 ± 0,001 N/A	26/07/2020
Temperatura	999-011	SN 2130 B	-	10 ± 0,1 (°C) / 0,1 (°C)	26/07/2020
Color aparente	999-009	SN 2130 C	1,31 U-PCU	2,00 U-PCU	26/07/2020
Sólidos total	999-002	SN 2380 C	NA	1 mg/l	26/07/2020
Oxígeno disuelto	999-015	SN 4500 O	0,04 mg/l	0,08 mg/l	-
Temperatura	999-011	SN 2330	-	15 °C ± 0,1 °C	-
Fluoruro	999-007	SN 2110 B	0,05 mg/l	0,07 mg/l	26/07/2020
Cloruro	999-007	SN 2110 B	0,57 mg/l	0,70 mg/l	26/07/2020
Sulfato	999-007	SN 2110 B	0,25 mg/l	0,30 mg/l	26/07/2020
Nitrato	999-007	SN 2110 B	0,04 mg/l	0,50 mg/l	26/07/2020
Nitrito	999-012	SN 4500 NO <sub>2</sub>	0,1 mg/l	0,1 mg/l	26/07/2020

Análisis	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de análisis
Arsénico	999-010	SN 4500 AS	0,1 µg/l	0,1 µg/l	26/07/2020
Aluminio	999-014	SN 3125 A y B	1,00 mg/l	1 mg/l	21/07/2020
Boro	999-014	SN 3125 A y B	0,15 mg/l	0,40 mg/l	21/07/2020
Calcio	999-014	SN 3125 A y B	0,30 mg/l	0,40 mg/l	21/07/2020
Magnesio	999-014	SN 3125 A y B	0,14 mg/l	0,34 mg/l	21/07/2020
Sodio	999-014	SN 3125 A y B	0,40 mg/l	0,81 mg/l	21/07/2020
Potasio	999-014	SN 3125 A y B	0,47 mg/l	0,55 mg/l	21/07/2020
Hierro	999-014	SN 3125 A y B	1,00 µg/l	1,40 µg/l	21/07/2020
Manganeso	999-014	SN 3125 A y B	0,15 µg/l	0,69 µg/l	21/07/2020
Zinc	999-014	SN 3125 A y B	0,17 µg/l	0,44 µg/l	21/07/2020
Cobre	999-014	SN 3125 A y B	0,45 µg/l	0,60 µg/l	21/07/2020
Plomo	999-014	SN 3125 A y B	0,47 µg/l	0,55 µg/l	21/07/2020
Acido	999-014	SN 3125 A y B	0,50 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Cadmio	999-014	SN 3125 A y B	0,30 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Cromo	999-014	SN 3125 A y B	0,40 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Antimonio	999-014	SN 3125 A y B	0,30 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Selenio	999-014	SN 3125 A y B	0,12 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Níquel	999-014	SN 3125 A y B	0,45 µg/l	0,50 µg/l	21/07/2020
Cian	999-008	SN 2130 B	-	-	26/07/2020



Figura 81 Resultados del monitoreo de calidad de agua para consumo humano en Planta Pailas. Octubre, 2020

**26. PGP-26: Movimiento de tierra (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial)**

**Excavaciones**

Los trabajos de excavación de mayor magnitud realizados en el sector conocido como La URBA, se llevaron a cabo en época seca, por lo que no fue necesario realizar sedimentadores o barreras naturales. Los movimientos de tierra menores, ejecutados en época lluviosa, se monitorearon mediante las visitas de seguimiento ambiental, a fin de verificar que no se diera arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua más cercanos a los sitios de trabajo donde se realizaban excavaciones. Dado que los trabajos consistían en excavaciones puntuales para la colocación de pedestales, la generación de escorrentía era mínima y controlada. (Figura 82)

**Retiro de material de excavación**

Para evitar que, del material generado de las excavaciones realizadas en la ruta, producto de la colocación de pedestales, provocara arrastre de sedimentos por escorrentía o erosión, el mismo es retirado y enviado hacia la Escombrera 1 (Figura 83).



Figura 82. Excavaciones para la colocación de pedestales de la ruta.



Figura 83. Retiro de material de las excavaciones para pedestales de la ruta.

## **27. PGP-27: Movimientos de tierra (Corta de árboles)**

El manejo de la cobertura vegetal en el Campo Geotérmico Las Pailas se realiza acorde a lo establecido en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento, el Reglamento de Regencias Forestales (Decreto N° 38444-MINAE), el Reglamento para el trámite de los permisos y control del aprovechamiento maderable, en terrenos de uso agropecuario, sin bosque y situaciones especiales en Costa Rica (Decreto N° 38863-MINAE) y demás normativa ambiental que regule las actividades de aprovechamiento forestal en el país.

Durante el periodo de seguimiento se presentó el tercer informe de regencia forestal (cierre) correspondiente al contrato de regencia N° 016288 G, aprobado mediante Resolución N°137-2019-ACG-2019-DRFVS-OSRL (Figura 84).

No. 0068368 K

## INFORME DE REGENCIA FORESTAL PARA PLANES DE MANEJO

Vigencia: Cierre

**1. INFORMACIÓN GENERAL**  
 No. de informe: 0068368 K  
 No. Resolución Administrativa (RAA) o No. contrato FONAFIFO: N° 012288 G-2019-024  
 Nombre del campo (CAGRO): Cosecha N° 1  
 Ubicación: 21.200000, -84.200000

**1.1. Reporte**  
 CAGRO: 0068368 K  
 Nombre: Jhon Guzmán Guzmán  
 No. de informe: 0068368 K  
 Correo electrónico: jguzman@sinac.gob.ec

**1.2. Reportado**  
 CAGRO: 0068368 K  
 Nombre: Jhon Guzmán Guzmán  
 No. de informe: 0068368 K

**1.3. Informe**  
 No. de informe: 0068368 K  
 Nombre: Jhon Guzmán Guzmán  
 No. de informe: 0068368 K

**1.4. Propósito (Plan de Manejo)**  
 No. de informe: 0068368 K  
 Nombre: Jhon Guzmán Guzmán  
 No. de informe: 0068368 K

**2. INFORMACIÓN TÉCNICA**  
 2.1. Descripción del área de estudio: Área de Manejo Forestal N° 1  
 2.2. Adscripción de la foto aérea según el sistema de coordenadas UTM: Sistema de Coordenadas UTM  
 No aplica a este informe técnico.  
 2.3. Cuadro de especies cortadas: Se muestra la cantidad de árboles a ser cortados en el primer informe de regencia: 25 árboles

Planza	Nombre científico	Nombre común	Nº de árbol según marca de cargo	Ubicación (Coordenadas CETM OS)
0068368-001	Cecropia peltata	Guacimo	5	152423 1191204
0068368-002	Cecropia peltata	Guacimo	6	152423 1191200
0068368-003	Cecropia peltata	Guacimo	7	152423 1191206
0068368-004	Cecropia peltata	Guacimo	10	152423 1191273
0068368-005	Cecropia peltata	Guacimo	12	152423 1191276
0068368-006	Cecropia peltata	Guacimo	14	152423 1191288
0068368-007	Cecropia peltata	Guacimo	16	152423 1191276
0068368-008	Myrsine guianensis	Guacimo	17	152423 1191274
0068368-009	Cecropia peltata	Guacimo	19	152423 1191288
0068368-010	Artibeus lituratus	Guacimo	25	152423 1191277

No. 0068368 K

Figura 84. Portada del Informe de Regencia Forestal N°3 (cierre), correspondiente al permiso de aprovechamiento forestal con contrato regencia N° 016288 G.

Así mismo, como parte del mantenimiento de la línea de distribución eléctrica (LD) en el Campo Geotérmico, durante el periodo de informe se presentó al SINAC una solicitud de aprovechamiento forestal para la corta de 25 árboles, la cual fue presentada mediante contrato de Regencia Forestal N°016289 G (Figura 85), y aprobada mediante resolución N° 160/2020-ACG-DRFVS-OSRL (Figura 86). Al cierre del periodo no se ha realizado la corta de los árboles autorizados mediante esta gestión.



## 28. PGP-28: Movimientos de tierra (Alteración de sitios arqueológicos)

Para los movimientos de tierra, se contó con el aval del CSRG, quienes contaban con la evaluación arqueológica de los sitios a intervenir. Aunado a lo anterior, durante las visitas de seguimiento ambiental, se observa el cumplimiento de las medidas definidas para la preservación del patrimonio arqueológico, indicando a los encargados que en caso de que se presenten hallazgos arqueológicos, deben detener los movimientos de tierra y esperar una valoración del sitio antes de continuar. (Figura 87)



Figura 87. Movimientos de tierra en el sitio de trabajo La Urba.

## 29. PGP-29: Movimiento de tierras (conformación sitios de construcción, escombrera)

### Uso de Escombrera

El material de excavación de las obras fue acarreado y colocado en la Escombrera 1, la cual está registrada y avalada en viabilidad ambiental otorgada por SETENA para el Proyecto Geotérmico Pailas. Durante el periodo de seguimiento, se depositaron un total de 7424.87 m<sup>3</sup> de material en la escombrera. (Figura 88)



Figura 88. Material colocado en la Escombrera 1.

## Acarreo de Materiales

Los acarreos de material hacia la escombrera se realizan en vagonetas tipo tándem, las cuales cubren la carga con lona para evitar el derrame o caída del material, así como el levantamiento de partículas de polvo durante los traslados. (Figura 89)



Figura 89. Uso de lona para el acarreo de escombros

### 30. PGP-30: Movimiento de tierras (Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat)

Se le brinda al personal la capacitación requerida para que realicen el reporte en caso de presentarse algún avistamiento. Los reportes de fauna son trasladados hacia el personal de biología del CSRG quienes brindan soporte en estos temas. Durante el periodo se presentó y atendió 1 caso (Figura 90).



Figura 90. Reporte y reubicación de serpiente ubicada en sitios de obra

### **31. PGP-31: Producción de concreto (Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto)**

#### **Sedimentadores de la planta de Concreto del CS CON**

En la planta concreto se cuenta con barreras de retención, canales perimetrales, y losa de lavado para las automezcladoras, las cuales dirigen las aguas de concreto hacia un sedimentador impermeabilizado, el cual es limpiado al menos una vez al mes dependiendo de la producción de concreto. (Figura 91)



Figura 91. Limpieza de sedimentador de la planta de concreto.

#### **Fosa natural para el secado de sedimentos**

Se cuenta con una fosa natural en la Escombrera 1 (Figura 92), donde los sedimentos de concreto que son retirados del sedimentador de la planta de concreto son depositados para que se sequen naturalmente, y así poder colocarlos en la escombrera o bien en algunos casos el departamento de obra civil lo utiliza para obras de relleno.



Figura 92. Fosa natural para el secado de sedimentos en la Escombrera 1.

## V. Conclusiones

De acuerdo al seguimiento ambiental realizado de julio a diciembre del 2020, la Planta y el Campo Geotérmico Las Pailas se encuentran operando con normalidad, cumpliendo con la gestión ambiental.

- Los equipos de Generación y los Centros de Servicios Geotérmicos y Construcción se encuentran cumpliendo con los compromisos adquiridos de la gestión ambiental, en constante comunicación y respondiendo a la ejecución de monitoreos y seguimiento ambiental correspondiente.
- Para este periodo de seguimiento ambiental, se trabaja con un nuevo Plan de Gestión Ambiental aprobado en Resolución 2111-2020-SETENA, y que responde a la actualización de la gestión y compromisos ambientales en etapa operativa de la Planta.
- A pesar de las restricciones para realizar las labores presenciales en Planta y Campo Geotérmico, dispuestas por la institución y el Ministerio de Salud por la pandemia generada a partir del COVID-19; en el segundo semestre del 2020 se retomaron las visitas de seguimiento ambiental, para evidenciar el cumplimiento de los compromisos adquiridos con la SETENA. Las visitas fueron coordinadas con el Director de Planta, realizando entrevistas con responsables de gestiones ambientales y de mantenimiento, siempre respetando con los protocolos de prevención establecidos.
- Se continúa participando de las reuniones de la Revisión Interna del Sistema de Planta, con personal de Mantenimiento, Civil, Dirección, Gestores Ambientales, Ingeniería Química, Salud y Seguridad en el Trabajo. Estas reuniones permiten comunicar directamente con los diferentes equipos de trabajo recomendaciones ambientales para mejora del sistema, y estar enterado de las ejecuciones de mantenimientos, fallas, continuidad de procesos, estado de la Planta, etc. El seguimiento mensual permite dar continuidad de mejoras mediante planes de acción que son determinados con plazos de ejecución y responsable.
- Por las restricciones de aislamiento, también se limitan las capacitaciones y talleres al personal. A pesar de esto, se han cambiado las formas de impartir talleres, y se ejecutaron charlas virtuales de asuntos ambientales y controles operacionales como manejo de residuos, SST, ERI, Emergencias, Medidas de prevención COVID-19, etc. Estas charlas, y las pendientes se retomarán en el 2021 aprovechando las herramientas audiovisuales que utiliza la institución actualmente.
- Los programas de educación ambiental en centros educativos también se vieron afectados por la pandemia, resultado de los lineamientos del gobierno en prevención a contagios por COVID-19.

- No se ejecutaron los monitoreos de murciélagos por la directriz MINAE-0003-2020 del 13 de abril 2020, la cual establece medidas temporales para regular la interacción de los investigadores y sus asistentes con la vida silvestre y el personal de las áreas silvestres protegidas, con motivo de la Declaratoria de emergencia nacional a raíz de la presencia del virus COVID 19 en el territorio nacional.
- Los monitoreos de gases y ruido se han realizado con la periodicidad correspondiente, a excepción de noviembre, cuando hubo en Planta varios contagios por COVID-19, por lo que se suspendieron algunas de las acciones programadas para ese mes.
- Se ha evidenciado una disminución en la cantidad de atropellos de fauna silvestre reportada dentro del Campo Geotérmico teniendo como referencia el registro de atropellos durante la fase constructiva. Asimismo, se tienen reportes de avistamientos de fauna de talla grande que transita por los caminos internos, cruces de tuberías, entre otros, lo cual refleja que la fauna aún se mantiene en las áreas circundantes.
- Debido a los inconvenientes que se han tenido con los equipos requeridos para los monitoreos de calidad de agua, se procederá con la compra de un equipo de electropesca, se espera para el primer trimestre del 2021 iniciar con el proceso de compra.
- De acuerdo al índice BMWP-CR, los cuerpos de agua presentan condiciones de calidad buenas, correspondiendo a ríos limpios sin perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua, y el ambiente acuático se encuentra en buen estado de conservación. Los equipos multi parámetros se enviaron a calibrar y limpiar para descartar resultados alterados.
- Los pasos de fauna aéreos y terrestres funcionan exitosamente, evidenciado en fotografías (cámaras trampa) por el uso constante de animales tanto en los cables como en los túneles.
- En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Planta, continua el bajo caudal de agua (7% de capacidad) producto del poco personal presente, ya que la PTAR se diseñó para un volumen mayor en etapa constructiva.
- Se instalaron exitosamente las válvulas e hidrómetros de las tuberías de agua dirigidas a Recursos Geotérmicos y Construcción.
- Se ha cumplido con la separación y disposición de residuos, control y almacenamiento de sustancias peligrosas, kits de control de derrames, ejecución de mantenimientos correctivos y preventivos de equipos, maquinaria y vehículos en lugares y momentos determinados.

- Se mantienen habilitadas las líneas de comunicación con las comunidades en caso de quejas o solicitudes, además de comunicación directa con Asociaciones de Desarrollo y Partes Interesadas directas como el Parque Nacional Rincón de la Vieja, Hacienda Guachipelín y Hotel Rincón de la Vieja Lodge.
- Se mantienen adecuadamente los monitoreos de fauna, flora y aguas en los alrededores del campo geotérmico, lo que permite analizar cambios de comportamientos o posibles afectaciones o mejoras en los sistemas naturales de la zona. Las comparaciones se realizan a partir de una línea base previa a la construcción de la Planta.
- Se mantienen los estándares de paisaje correspondiendo a mantenimientos y uso de estructuras y colores adecuados para reducir el impacto visual y sonoro por la operación de la Planta.
- Los trabajos de conexión PGP-13, PGP-16 y el Colector bifásico a ES-01, y las oficinas del Centro de Servicios Geotérmicos avanzan sin inconvenientes ambientales. El material producto de los movimientos de tierra es depositado en la escombrera 1, aún habilitada, con espacio disponible y manejo correcto.
- En el periodo de seguimiento, no se realizaron nuevas perforaciones para pozos de aprovechamiento geotérmico.

## **VI. Recomendaciones**

Insistir en informar al Responsable Ambiental de las actividades que se van a ejecutar en la planta y campo geotérmico, con el fin de establecer las medidas ambientales pertinentes y tramitar los permisos si se requiere. Además de atender de forma prioritaria, los pendientes y mejoras anotadas en bitácora, y comunicadas mediante correo electrónico.

- Continuar de manera estricta con los protocolos de prevención por contagio del COVID-19, tanto por la salud de los colaboradores y sus familias, así como para no interrumpir los monitoreos y mantenimiento requeridos.
- Enviar a calibrar los equipos de medición de gases y ruido de Planta.
- Determinar la solución definitiva para el tratamiento de aguas residuales en Planta, dado el bajo caudal en la PTAR.
- Instalar las válvulas e hidrómetros de las tuberías que dan suministro de agua a Plantas desde el sitio de concesión de agua del río Colorado.
- Sustituir las membranas de retención de sedimento que perdieron el dispositivo de retención de material.

## VII. Anexos. Anexo 1. Plan de Gestión Ambiental etapa operativa PG Las Pailas

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-01	Movilización de vehículos, equipos y maquinaria	Calidad del aire, suelo y agua	Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos	Ley de tránsito por vías públicas terrestres 7331 (Art.34, 35, 121). Ley orgánica del Ambiente 7554 (Art. 49, 59, 60, 62)	<p>- Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo de vehículos, equipo y maquinaria.</p> <p>Los mantenimientos y reparación de vehículos se deben realizar en los centros de mantenimiento automotriz.</p> <p>No se permite el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.</p>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Reducir las emisiones de gases y evitar derrames de sustancias contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de mantenimiento de vehículos, equipos y unidades mecánicas asociados al uso en Planta y Campo Geotérmico.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-02	Manejo y disposición de desechos sólidos	Calidad del aire, suelo y agua	Generación y manejo de residuos sólidos	Ley Orgánica del Ambiente 7554: Art. 59, 60, 67, 64. Ley General de Salud 5395. Ley para la Gestión Integral de Residuos 8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H. Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos DE 37788	<p>- Los residuos deben ser dispuestos temporalmente en sitios techados, con recipientes rotulados, con tapa, y con el color correspondiente para su clasificación por tipo de residuo. Los residuos valorizables deben ser trasladados al centro de transferencia de residuos, donde serán pesados y registrados para su posterior disposición con un gestor de residuos autorizado por el Ministerio de Salud. Los residuos ordinarios deberán ser separados de los valorizables, para ser dispuestos en contenedores temporalmente (no más de 1 semana).</p> <p>- Capacitar al personal mediante talleres y/o charlas una vez al año sobre el manejo integral de residuos.</p>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del aire, agua y suelo debido a la generación y manejo de los residuos sólidos	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de residuos generados con cantidades de residuos valorizables y no valorizables. - Registros de asistencia de charla o taller (1 al año) con firma de colaboradores capacitados.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-03	Manejo y disposición de residuos líquidos	Calidad del suelo y agua	Afectación del suelo y calidad del agua por generación y manejo de aguas especiales	Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. 33601. Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales 39887. Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas 42075	<p>- Contar con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de equipos electromecánicos e hidráulicos. Estos talleres deben tener sitios para el lavado de los equipos y piezas, y tener disponibles kits para la limpieza y tratamiento en caso de derrames de sustancias peligrosas. Estos sitios deben estar confinados y dirigir posibles derrames a un sistema de tratamiento adecuado, como un tanque de neutralización. En caso de derrame, el residuo debe recuperarse y enviarse en estaciones, para posterior envío al centro de transferencia de residuos. En caso de no habilitar talleres por la temporalidad de las obras, se deben utilizar equipos portátiles de contención de forma preventiva, durante la intervención de los equipos.</p>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo debido al manejo de residuos líquidos	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de inspecciones mensuales del estado de los talleres, sistemas de contención, disponibilidad de kits para la limpieza de derrames.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-04	Manejo de aguas residuales ordinarias	Calidad del suelo y agua	Afectación del suelo y calidad del agua por generación de aguas residuales	Ley Orgánica del Ambiente 7554: art. 65. Ley General de Salud 5395: Art. 285, 292. Ley de Conservación de la Vida Silvestre 7317: Art. 128. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales 33601: Art. 4, 12, 15, 16, 62. Código de Buenas Prácticas Ambientales DE 32079	<p>- Realizar el monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias cada seis meses, para determinar el funcionamiento del sistema y calidad de las aguas tratadas, de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Salud.</p> <p>Para conexiones temporales, se debe conectar al sistema de aguas residuales, ya sea planta de tratamiento o tanque séptico, y cumplir con las indicaciones técnicas y ambientales para su uso y capacitar al personal para el uso adecuado de servicios sanitarios y pilas que se conecten al sistema.</p>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo debido a la generación de aguas residuales	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Informe semestral del monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-05	Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas	Agua y suelo	Contaminación por el manejo y almacenamiento inadecuado de sustancias peligrosas	Ley gestión integral de residuos 8839: Art. 59, 60, 68, 69. Reglamento General Para La Clasificación y manejo de residuos peligrosos DE 37788	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los sitios de almacenamiento de combustibles, lubricantes, soda caustica, planta potabilizadora de agua u otras sustancias peligrosas, deben estar confinados con diques de contención de derrames, rotulados y con espacios separados de acuerdo al tipo de sustancia que almacena. Además de contar con dispositivos y materiales para tratamiento y recolección de derrames. Estos sitios confinados deben dirigir posibles derrames a un tanque de neutralización, o envasarlos en estañones, para posterior envío al centro de transferencia de residuos. En caso de obras temporales en las cuales no se puedan habilitar sitios confinados, se deben utilizar equipos portátiles de contención de forma preventiva, durante la intervención de los equipos.</li> <li>- El abastecimiento de combustible a maquinaria y equipos deberán realizarse en los sitios diseñados para esta tarea o mediante sistemas móviles definidos para realizar esta operación.</li> <li>- Disponibilidad y actualización de las fichas de datos de seguridad de productos o sustancias peligrosas en los almacenes correspondientes.</li> <li>- Capacitar al personal mediante talleres y/o charlas una vez al año sobre el manejo adecuado de derrames de sustancias peligrosas.</li> <li>- Realizar monitoreos para detección de fugas. En caso de identificar fugas, reportar al área civil, mecánica, instrumentación o eléctrica de acuerdo al tipo de reparación necesaria.</li> </ul>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo por derrame de sustancias peligrosas	Costos incorporados en el presupuesto de operación	<p>Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de controles operacionales, según rutas de inspección realizadas en áreas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.</li> <li>- Registros de derrames identificados y atendidos</li> <li>- Verificación de la disponibilidad de las fichas de datos de seguridad.</li> <li>- Registros de asistencia de charla o taller (1 al año) con firma de colaboradores capacitados.</li> <li>- Registro de monitoreos y reportes realizados para reparación de fugas de tanques, tuberías, bombas y/o equipos que contienen o transportan sustancias peligrosas.</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-06	Consumo de agua	Cantidad del agua	Agotamiento de agua	Ley Prevención de la contaminación del agua 7554: Art. 64. Ley general de agua potable 1634: Art. 14.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorear el estado de tuberías y grifos. En caso de identificar fugas o algún desperfecto, reportar al área civil para su reparación.</li> <li>- Usar en la medida de lo posible dispositivos para optimizar el consumo de agua como inodoros de ahorro de agua, grifería automática, hidrolavadoras, entre otros.</li> <li>- Los horarios de riego de zonas verdes deben adecuarse para que el uso del agua sea eficiente y realmente aprovechado, evitando el desperdicio del recurso. Durante la época seca no se deberá regar zonas verdes entre las 09:30 a las 16:00 horas.</li> </ul>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Racionar el consumo de agua. Respetar los volúmenes de caudal otorgados por la Dirección de Aguas.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de monitoreos que verifiquen el estado de tuberías. Reportes y seguimiento de su reparación.</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-07	Movilización de vehículos, equipos y maquinaria	Fauna y Social	Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos	Ley de tránsito por vías públicas 7331: Art. 121 Ley Orgánica Ambiente 7554: Art. 59, 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar las restricciones de velocidad definidos y rotuladas por el MOPT en las rutas d acceso.</li> </ul>	Director del CSRG, IC y Planta – (Personal ICE)	Respetar los límites de velocidad en el AID para evitar accidentes y aumento del ruido vehicular.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de quejas recibidas en el periodo respecto a la velocidad de los vehículos. Las quejas por velocidad de vehículos pueden ser corroboradas con sistema de posicionamiento global (GPS) que cuentan todos los vehículos ICE.</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-08	Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica	Condiciones de trabajo – Salud Ocupacional	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. Código de Trabajo. Ley General de Salud. Ley sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al Trabajador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar la permanencia y operatividad de extintores portátiles y equipos médicos para primeros auxilios.</li> <li>- Indicar mediante rotulación el uso obligatorio de equipo de seguridad y protección (orejeras o tapones, lentes de seguridad, casco y chaleco reflectivo) para personal y visitantes.</li> <li>- Capacitar al personal mediante charlas y/o talleres en temas de prevención, salud y seguridad en el trabajo y atención de emergencias: Protocolos de Salud y Seguridad en el Trabajo, Prevención y control de incendios forestales (ERI), Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias) y Amenazas naturales. Desarrollar al menos 1 charla o taller por semestre</li> </ul>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo. Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento del equipo de protección personal	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros sobre mantenimiento y verificación de equipos requeridos para la atención de emergencias.</li> <li>- Registro fotográfico de rotulación, indicando el uso obligatorio de equipo de seguridad y protección.</li> <li>- Registros de asistencia en capacitación al personal en temas seguridad y salud en el trabajo (1 por semestre)</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-09	Operación del Campo y Planta geotérmica	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	DE26042-S-MINAE Convenio 7416: sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente 7574. Ley Conservación de Vida Silvestre 7317. Ley Forestal 7575. Ley de Biodiversidad 7788. Convenio 7513: Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas. 276.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una vez al año una charla o taller al personal sobre protocolos en caso de encontrar fauna silvestre dentro de las propiedades del ICE y periferia. La capacitación debe ser dirigida por un equipo de biología. Debe incluirse el manejo y protección de herpetofauna, y manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de atropellos de fauna en carretera. El personal de obras temporales (corto tiempo) deberá conocer el procedimiento a seguir.</li> <li>- La alimentación del personal debe darse en comedores habilitados por la institución, asimismo, mantener rotulación sobre no alimentar fauna silvestre.</li> <li>- En caso de detección de plagas (insectos, roedores, serpientes, murciélagos, etc.) deberán reportarse al área biológica de Planta o Recursos Geotérmicos, para su análisis y apropiado tratamiento o fumigación.</li> <li>- En los horarios nocturnos deberá emplearse la menor cantidad de luces posible. Utilizar luminarias de mercurio, luz amarilla o luces de neón, siempre con dirección hacia el suelo.</li> </ul>	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Reducir los impactos sobre la fauna.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de charla o taller al personal con hoja de asistencia una vez al año</li> <li>- Reporte de plagas al área biológica. Seguimiento de la plaga (solución o tratamiento)</li> <li>- Registro fotográfico de uso adecuado de luces en horario nocturno</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-10	Presencia de infraestructura (No aplica para IC)	Paisaje	El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras	Ley orgánica del Ambiente 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar mantenimiento a las obras de infraestructura conservando estándares de acabados y tonos naturales que armonicen con el entorno, mantenimiento de zonas verdes y pantallas arbóreas y arbustivas.</li> </ul>	Director del CSRG y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado obras y edificaciones.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro fotográfico para evidenciar el estado de las obras, vallas informativas, zonas verdes y barreras vegetales.</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-11	Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (No aplica para IC)	Ruido natural	Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta	Control de la Contaminación por Ruido 39428-S DE 39428. Ley Orgánica del Ambiente 7554: Art. 59, 60, 62). Ley General Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar el programa de monitoreo de los niveles de ruido cada 2 meses en sectores del campo geotérmico, Planta y sitios sensibles al ruido (Hotel Rincón de la Vieja Lodge, Hotel Hacienda Guachipelín, y Parque Nacional Rincón de la Vieja). En momentos de mantenimiento, perforación de pozos, pruebas o limpieza de tuberías, realizar al menos 1 monitoreo por semana. En la medida de lo posible, las pruebas y limpieza de tuberías se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores.</li> </ul>	Director del CSRG, y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Garantizar que no se superen los niveles de ruido: Industrial: Día 70, Noche 60. Comercial: Día 70, Noche 55. Residencial: Día 65, Noche 45.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG y Planta <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de los resultados de los monitoreos de ruido.</li> <li>- Registros de datos de monitoreo contra norma o datos de línea base.</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-ación que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-12	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Contaminación del agua por fluidos geotérmicos	Ley Orgánica del Ambiente 7554: art. 59, 60, 67	- Realizar un monitoreo mensual del estado de los sistemas de impermeabilización de las lagunas y tuberías del campo geotérmico. - Ejecutar un monitoreo mensual del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área del campo.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro mensual del estado de los sistemas de impermeabilización y tuberías. - Registro mensual de mediciones de concentraciones de pH, conductividad y cloruros. Incluido en el informe de seguimiento semestral.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-13	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779	- Realizar un monitoreo mensual del sistema de evacuación pluvial (drenajes, cunetas y alcantarillas), sedimentadores y disipadores de energía. Si es necesario, realizar la limpieza para su buen funcionamiento.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos en las aguas de escorrentía	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro fotográfico de los sistemas de evacuación pluvial.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-14	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua	Ley de Aguas. Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales 27000-MINAE. Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales 27001	- Ejecutar un programa de monitoreo de calidad de agua de los ríos y quebradas cercanos. Realizar análisis físico químico (DBO y nitrógeno amoniacal), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto), además de monitoreo de peces y macro invertebrados acuáticos como bio indicadores de calidad de cuerpos de agua.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir la contaminación por sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática existente	Costos incorporados en el presupuesto de construcción del proyecto.	Gestión Ambiental CSRG - Registros del monitoreo físico químico de las aguas de los ríos y quebradas (resultados de análisis de laboratorio, registro fotográfico, bases de datos).	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-15	Emisión de gases no condensables H <sub>2</sub> S	Suelo	Riesgo de cambios en la composición química de los suelos	Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelo, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.	- Realizar un análisis químico del suelo 5 años posterior a la entrada en operación (2024), en un radio de 1 km alrededor de la Planta. Por lo menos 5 sitios de muestreo / campaña de muestreo. Parámetros: 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)	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	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 CSRG - Informe de compañía de muestro del suelo a 5 años de la entrada de operación de la planta (2024).	Inicio de las actividades del proyecto	5 años posterior a la entrada en operación (2024)
PGP-16	Plan de restauración y conservación	Cobertura vegetal	Restauración y conservación de ecosistemas boscosos	Ley de Conservación de la Vida Silvestre 7317. Ley de Biodiversidad, 7788. Ley Forestal 7575	- Implementar un plan de restauración y conservación de ecosistemas boscosos en el campo geotérmico.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Restaurar y conservar ecosistemas boscosos en el campo geotérmico.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro de implementación de mecanismos de restauración y conservación implementados en el campo geotérmico.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-17	Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	Ley Orgánica del Ambiente 7574. Ley Conservación de Vida Silvestre 7317. Ley Forestal 7575. Ley de Biodiversidad 7788. Convenio 7513: Centroamericano Regional sobre Cambio Climático.	- El equipo de biología deberá coordinar las acciones 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. Se deberá registrar cada caso con ubicación del sitio donde fue encontrado el o los individuos. Se debe contar con el equipo adecuado de asistencia y rescate de fauna como guantes de lona y cuero, cajas de madera, jaulas para un transporte adecuado, pinzas y ganchos herpetológicos y botas culebreras o polainas, entre otros.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir los impactos sobre la fauna. Dar atención a animales amenazados o en peligro.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro de individuos rescatados y de individuos que recibieron atención veterinaria.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-18	Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	Ley Orgánica del Ambiente 7554. Ley de Conservación de la Vida Silvestre, 7317. Ley de Biodiversidad, 7788 Ley Forestal, 7575. Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE 32633-MINAE. Ley 3763. Ley Convenio sobre diversidad biológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar monitoreos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos en el campo geotérmico para observar cambios espaciales y temporales en su abundancia, distribución y características generales.</li> <li>- Monitorear la efectividad de los pasos de fauna y zonas alrededor que determine el equipo biológico para análisis y propuestas de nuevos pasos de fauna. La frecuencia y duración del monitoreo estará a criterio del biólogo responsable.</li> <li>- En el bosque zonas sometidas a restauración boscosa, realizar dos monitoreos al año por un período de 5 años desde la entrada en operación. Teniendo en consideración 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.</li> <li>- Dar mantenimiento a pasos de fauna, a reductores de velocidad, señalización vial, avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía puentes y túneles de paso de fauna. Así como dar Mantenimiento de mallas y estructuras alrededor de la Planta, lagunas y plataformas que impiden o minimicen el ingreso de fauna silvestre</li> </ul>	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	<p>Dar seguimiento a la efectividad de las medidas propuestas para el restablecimiento o de fauna silvestre. 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</p>	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros fotográficos y bases de datos de los resultados de monitoreos de fauna silvestre.</li> <li>- Registros fotográficos y bases de datos de los resultados de monitoreo de la efectividad de los pasos de fauna y zonas alrededor.</li> <li>- Registro de dos monitoreos de fauna al año en zonas de recuperación boscosa.</li> <li>- Registro fotográfico del estado de los reductores de velocidad, rotulación y pasos de fauna.</li> </ul>	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-19	Operación de la Planta y del campo geotérmico	Social	Alteración de la cotidianidad de las comunidades (calidad de vida)	Ley Orgánica del Ambiente, 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, 5395	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la comunicación permanentemente con las comunidades, empresarios turísticos y administración del Parque Nacional Rincón de la Vieja; para la atención de consultas, solicitudes o denuncias respecto a la operación de la Planta.</li> <li>- Coordinar en conjunto con el Gestor Social de la Región, al menos una reunión cada seis meses con las Asociaciones de vecinos en las comunidades del área de influencia social, para tratar asuntos relacionados con la operación de la planta y seguimiento a la implementación de las medidas ambientales, así como para realizar ajustes en caso de presentarse problemas en las comunidades de su área de influencia social.</li> <li>- Fomentar en conjunto con el Gestor social del Región un Programa de Educación Ambiental con el público externo (comunidades y centros educativos del área de influencia social) orientado principalmente en los temas de gestión de residuos sólidos y manejo del recurso hídrico.</li> </ul>	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Prevenir conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las necesidades comunales y comerciales. Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de consultas, solicitudes y denuncias recibidas en el periodo de seguimiento ambiental.</li> <li>- Registro de reuniones con Asociaciones de Desarrollo, vecinos de comunidades del área de influencia.</li> <li>- Informes semestrales de implementación del Plan de Educación Ambiental. Cantidad de capacitaciones desarrolladas en las comunidades.</li> </ul>	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-20	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Calidad del aire	Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H <sub>2</sub> S.	DE-30221-S- Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) - Ley orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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. Realizar monitoreo de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S en sitios de perforación y durante la apertura de pozos en periodos de pruebas. En las perforadoras se deberá contar con sistemas de respiración asistida.</li> </ul>	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costos incorporados en el presupuesto	Gestión Ambiental CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de monitoreo y revisión del estado y disponibilidad de los equipos de seguridad y de medición de gases</li> </ul>	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-21	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Calidad del suelo y agua	Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos	Ley Orgánica del Ambiente 7554 (art. 59, 60, 67, 64) Ley General de Salud, 5395, Ley para la Gestión Integral de Residuos, 8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Decreto 37788 Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El combustible debe almacenarse en tanques con un sistema de contención (confinamiento) para evitar derrames en suelo. Para el llenado de los tanques, contar con rampas para direccionar posibles fugas en el proceso de descarga. Si existe un derrame, este será dirigido a trampas para aguas oleaginosas.</li> <li>- Se debe contar con Permiso almacenamiento de combustibles.</li> <li>- Contar con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de motores, equipos electromecánicos e hidráulicos. Estos talleres deben tener sitios para el lavado de los equipos y piezas. Los residuos generados producto del mantenimiento de trampas y equipos deben ser recolectados y enviados al Centro de Acopio para gestionar su disposición final</li> </ul>	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Evitar derrames de sustancias contaminantes producto del abastecimiento de hidrocarburos y mantenimiento de equipos y maquinaria.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación del estado de los tanques de almacenamiento, sistema de contención y limpieza de trampas.</li> <li>- Certificado de permiso de almacenamiento de combustibles.</li> <li>- Registro fotográfico del estado de los talleres mecánicos donde se realiza mantenimiento de equipos y los sitios consignados para el lavado de piezas</li> </ul>	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo Geotérmico
PGP-22	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Paisaje	Alteración del paisaje	Ley orgánica del Ambiente (59, 60, 71, 72)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los residuos generados en los sitios de perforación deben colocarse temporalmente en áreas específicas de la plataforma y en recipientes con tapa separados por tipo de residuo, para ser dispuestos posteriormente en el centro de transferencia de residuos del campo geotérmico. Al finalizar las labores de perforación, la plataforma debe quedar ordenada y todos los elementos de la perforadora deben ser retirados.</li> </ul>	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir el impacto visual generado durante la perforación de pozos geotérmicos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecciones semanales de los sitios de perforación, registros fotográficos de las inspecciones.</li> </ul>	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos
PGP-23	Obras civiles	Suelo	Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar monitoreos del estado de los taludes en Planta. Solicitar la estabilización de los mismos si es requerido mediante la reparación de geo membrana, sustitución o eliminación del material, siembra de vetiver, entre otras.</li> </ul>	Director de Planta NG (Gestión ambiental)	Evitar accidentes y desestabilización de terrenos	Costo incorporado a la operación de la planta	Gestión Ambiental del NG. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro fotográfico del estado de los taludes</li> </ul>	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta
PGP-24	Emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S, pentano y otros)	Calidad del Aire	Contaminación del aire por emisiones de gases: H <sub>2</sub> S, pentano y otros	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un monitoreo de las concentraciones de gases (H<sub>2</sub>S, pentano y otros) una vez al mes. Ejecutar los monitoreos de manera continua durante los mantenimientos.</li> <li>- Realizar cada seis meses la revisión del estado de los equipos de medición de gases (H<sub>2</sub>S, pentano y otros). Incluyendo los sensores fijos ubicados en los sitios confinados de la planta. Atender las especificaciones y recomendaciones del fabricante en cuanto a calibración y mantenimiento.</li> <li>- Los sitios de almacenaje o tanques de gases deberán estar rotulados y pintados de acuerdo a la normativa</li> </ul>	Director de Planta– (Área química)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos sobre la salud de los trabajadores. Considerar los umbrales permitidos de concentración de gas indicados por la Organización Mundial de la Salud sobre el H <sub>2</sub> S (≤ 0,1 ppm promedio 24 H)	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Área Química de Planta <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informes del monitoreo de la concentración del H<sub>2</sub>S y pentano.</li> <li>- Informe de seguimiento semestral de la disponibilidad y estado de los equipos de medición, incluyendo sensores fijos.</li> <li>- Estado de rotulación y pintura (fotografías)</li> </ul>	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-25	Consumo de agua potable	Calidad del agua	Alteración de la calidad de agua	Ley Prevención de la contaminación del agua, 7554 Art. 64 Ley general de agua potable 1634: Art. 14.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar análisis de calidad de agua Nivel 1 dos veces al año, monitoreando captación (fuente), tanques de almacenamiento antes y después del sistema de desinfección, y red (punto más cercano, medio y más lejano al sitio de desinfección)</li> <li>- Realizar análisis de calidad de agua Nivel 1, 2 y 3 una vez al año, monitoreando los mismos sitios indicados anteriormente.</li> <li>- Continuar con el Control Operativo de los Acueductos cada 15 días con las variables pH, Turbiedad y Cloro Residual</li> <li>- Ejecutar un monitoreo de aguas residuales cada cuatro meses de acuerdo a parámetros de Aguas Residuales Ordinarias vertidas a un Cuerpo Receptor (pH, DBO, DQO, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, SAAM, Grasas y Aceites, Temperatura, Porcentaje de saturación, Oxígeno disuelto)</li> </ul>	Director de Planta NG (Gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y enfermedades a los colaboradores y población en general	Costo incorporado a la operación de la planta	Gestión Ambiental del NG. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe cuatrimestral de monitoreos de calidad de agua</li> <li>- Informe semestral de Calidad de agua al Ministerio de Salud</li> <li>- Informe del control operativo de acueductos</li> <li>- Informe del monitoreo de aguas residuales</li> </ul>	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta
PGP-26	Movimientos de tierra	Calidad del agua, Fauna Acuática	Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779. Reglamento Evaluación y Clasificación de Agua Superficial de la Legislación Nacional Decreto 33903 MINAE S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previo a iniciar con labores de movimiento de tierras, se debe realizar mantenimiento de los sistemas de evacuación pluvial. Monitorear semanalmente los sistemas de evacuación de aguas y sedimentación.</li> <li>En lo posible, no realizar las actividades de excavación y conformación de terrenos durante los periodos de lluvias intensas.</li> <li>En momentos de movimientos o conformación de tierra, se debe controlar el agua por medio de barreras de retención y zanjas para conducirla a las trampas de sedimentación antes de su descarga.</li> </ul>	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos en las aguas de escorrentía	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto – - CS. Gestión Ambiental. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de seguimiento ambiental del proyecto donde se registren los monitoreos de los sistemas de evacuación de aguas</li> </ul>	Inicio de las actividades del proyecto	Fin de proyecto
PGP-27	Movimientos de tierra	Flora	Corta de árboles	Ley forestal 7575, Reglamento DE 25721, Ley Conservación de la Vida Silvestre 7317 y su Reglamento DE 32633. Ley Biodiversidad 7788 y su Reglamento DE 34433.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de requerir realizar corta de árboles con diámetro medido a la altura del pecho (dap) mayor a 15 cm, se deben tramitar el permiso de aprovechamiento forestal ante la autoridad correspondiente (MINAE, SINAC), en cumplimiento con la Ley Forestal.</li> </ul>	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Evitar corta de árboles. Contar con los permisos respectivos para la corta de árboles	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permisos de corta de árboles</li> </ul>	Antes del Inicio de los movimientos de tierras	Fin del proyecto

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-28	Movimiento de tierras	Patrimonio arqueológico	Alteración de sitios arqueológicos.	Ley Patrimonio Arqueológico Nacional, 6703, Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos DE 28174-MP-C-MINAE-MEIC	- Realizar el diagnóstico arqueológico en caso de la necesidad de movimientos de tierra.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Prevenir alterar Patrimonio Arqueológico	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. - Reporte de arqueología sobre el terreno	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-29	Movimiento de tierras - conformación de sitios de construcción, escombrera	Suelo y Agua	Desestabilización de terrenos en escombrera, erosión y sedimentos en ríos.	Ley orgánica del Ambiente 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, De 35860-MINAET	- Todos los materiales extraídos a partir de los movimientos de tierra deben ser colocados en la escombrera, acomodarse y compactarse de tal manera que se ajuste a las condiciones geomorfológicas del terreno y según criterios geotécnicos para garantizar la estabilidad. El transporte del material debe hacerse en un camión con una lona que cubra la carga, para reducir los derrames en el camino. - Cuando se realice el cierre de la escombrera, ésta no deberá tener una inclinación mayor al 15%. Además, la capa superior deberá ser cubierta con tierra orgánica, de tal manera que promueve la re-vegetación del sitio al menor tiempo posible.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Estabilización de la escombrera para regeneración natural. Reducir los procesos de erosión, y evitar la caída de sedimentos a los ríos y quebradas.	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto – - CS. Gestión Ambiental - Informe semanal del seguimiento de acarreo de materiales y monitoreo del acondicionamiento de la escombrera. - Disponible el Plan de acondicionamiento final de la escombrera	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-30	Movimiento de tierras	Fauna	Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat. Disminución de individuos (Tala de árboles, movimientos de tierras, interrupción de paso de fauna, atropello y colecta)	Ley Orgánica del Ambiente 7574. Ley Conservación de Vida Silvestre 7317 Ley de Biodiversidad No 7788	- 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 aspectos clínicos y protocolo de rescate de fauna.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Reducir la pérdida de fauna silvestre del AP debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, Recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. - Registro de individuos que recibieron atención veterinaria.	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-31	Producción de concreto	Agua	Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto	Ley Orgánica del Ambiente 7574 DE 33903 MINAE S Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Agua Superficial de la Legislación Nacional	- Monitorear el estado de la planta y sedimentador al menos una vez al mes. Los residuos de la planta de concreto deberán dirigirse a una laguna de sedimentación. Se debe hacer retiro del material al alcanzar un 75% de su capacidad. El material extraído debe ser ubicado temporalmente en un sedimentador natural (fosa) de la escombrera para que seque y posteriormente hacer la disposición final en la escombrera.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Evitar la afectación de la calidad de las aguas por la producción de concreto	Costo incorporado en el presupuesto	- Registros mensuales del estado de la planta de concreto y laguna de sedimentación	Durante las actividades del proyecto Operación de la Planta de concreto	Fin del proyecto

## Anexo 2 – Anotaciones de Bitácora

29 de septiembre del 2020. Se realizó visita de inspección ambiental en Planta. Por la situación de la pandemia generada por el COVID-19 y las limitaciones de labores presenciales, se restringieron las visitas a campo por estos contagios al personal. Por tanto no se pudo realizar la programación de visitas usual a Planta sino embargo se utilizaron medios audiovisuales para combater el cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos en el OGA. Se realizó un recorrido por los sitios Ceres de Planta Unidad 1 y 2. No se detectaron procesos de contaminación peligrosos en talleres y almacenes

por disponibilidad de los para el control de derrames, los cuales se encuentran de acuerdo al tiempo de control que se requiere según el volumen de agua por la planta de agua. Pese a lo que se requiere verificar el cumplimiento de estos deberes en Centro de Transferencia (Unidad 1) ya que hay un depósito de agua de emergencia. Se realizó una visita al Centro de Transferencia de Bitaca. Se realizó una inspección ambiental del Centro de Transferencia de Bitaca. Se realizó una inspección ambiental para la gestión de los residuos ya que hay acumulaciones y desechos. Hay algunas áreas con residuos a la intemperie por lo que se debe disponer en un área controlada. Se verificó un depósito de agua de emergencia en taller de equipo mecánico, el cual se verificó por su responsabilidad ambiental. Los talleres se encuentran cobiertos y con protección de contaminación. Los canales de drenaje se encuentran libres sin obstrucción. Se solicitó al encargado del departamento químico 3 pesos dos productos del almacén que se encuentran como uno del otro y colocados en bodegas de protección. Actualizar el registro de distribución de materiales y mantener en los almacenes. Actualizar la lista de compatibilidad química y que esté disponible en almacenes.

07 de diciembre del 2020. Se realiza inspección de seguridad ambiental en Planta Pulpas Vegetales S.p.A. Se recomienda la implementación de Planchas y cables en tuberías para evitar dirección y fuga de material a Ventas II, además de aumentar la resistencia sobre altas temperaturas. Se identifica un goteo en estructura por encima de muestreo en tuberías y tuberías y puentes en suelo, se informa a su personal de mantenimiento y reparación. Se solicita a mantenimiento la limpieza de los desagües alrededor de la planta ya que se detecta humedad de aguas que pueden afectar el flujo normal del agua. En abarcos de productos químicos ordenar los productos por tipo y trasladar los que no corresponden del sitio. Se recomienda no utilizar tambores de madera para almacenar estufas ya que puede incrementar los riesgos del fuego en caso de incendios. Utilizar tambores y contenedores de plástico en las estufas. No se identificaron estufas con kits para el control de derrames en abarcos (VII) por lo que se solicita ubicarlos.

C. 125 SOTANA MUÑOZ



# setena

Saludos, La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), le informa:

**Número de Gestión: 00424-2021**

**Fecha de ingreso:** 1/13/2021 3:50:53 PM

**Asunto:** Informe de Regencia Ambiental Proyecto Geotérmico Las Pailas

**Expediente:** FEAP-788-2004 INFORMACIÓN NO DISPONIBLE EN EDI NI PD

**Anotaciones realizadas por la persona técnica:**

**Importante tomar en consideración lo siguiente:**

Si el documento enviado no ha sido firmado bajo la modalidad de **Firma Digital Certificada (LTV)**, deberá presentarse en un plazo no mayor de cinco días hábiles el original con el número de gestión asignado, mediante correos de Costa Rica para ser adjuntado en el expediente físico.

**Para firma digital:**

Recuerde que la firma debe estar activa para el LTV. Puede ver la política correspondiente en el siguiente enlace:

[Política de Formatos Oficiales de los Documentos Electrónicos Firmados Digitalmente](#)

En caso que requiera asistencia en la configuración del firmador, puede contactarse con Soporte de Firma digital en el siguiente enlace:

[Video Tutorial Configuración del firmador](#)

[Soporte firma digital](#)

Una vez aplicada la guía de configuración, proceda a firmar nuevamente el documento y remitirlo para su trámite, indicando el número de gestión aquí asignado.

Secretaría Técnica Nacional Ambiental - SETENA