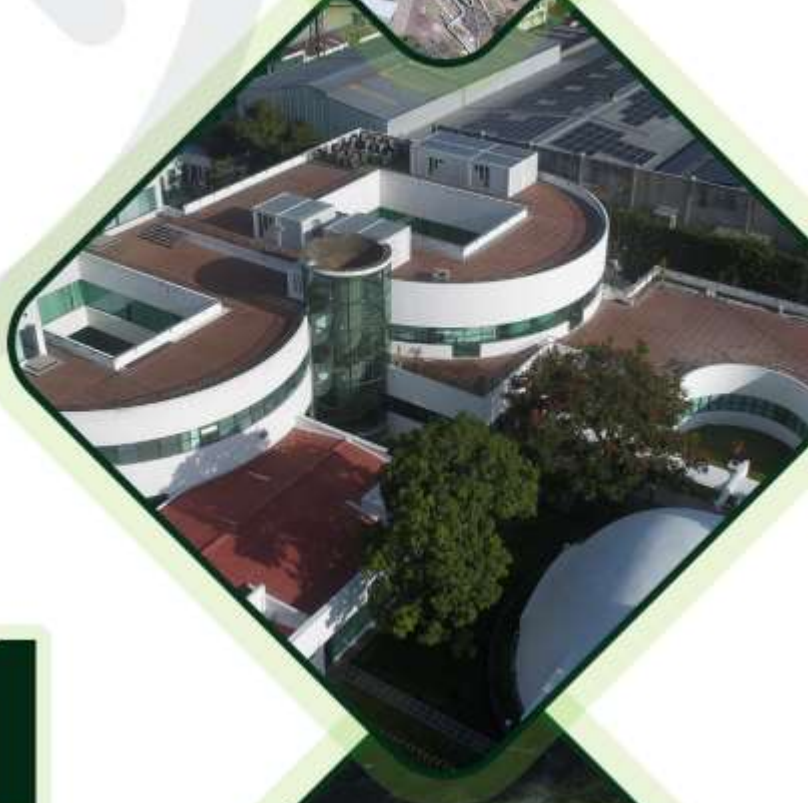


# MEMORIA DE LABORES

# 2021





# ÍNDICE

Institución	4
Valores	5
Junta Directiva	7
Resumen Ejecutivo	8
Producción de Energía	10
Participación de Mercado	16
Gestión Ingeniería	17
Proyectos	18
Gestión Perforación	45
Estudios y Evaluación geotérmica	59
Recursos Humanos	79
Gestión Social	82
Tecnología de la Información	85
Gestión Administrativa Financiera	88
Anexos Estados Financieros	94

## INSTITUCIÓN

### VISIÓN

Ser una empresa próspera de aprovechamiento de recursos energéticos, donde impere el trato justo y equitativo entre los integrantes; donde los trabajadores conozcan y aprecien las ciencias y las artes, y dominen la tecnología; donde las instalaciones, el agua y el aire se mantengan limpios, donde se refleje la integridad y el esfuerzo por servir a los demás.

### MISIÓN

Promover el desarrollo sostenible a través del aprovechamiento y comercialización de recursos energéticos con investigación y aplicación de tecnologías adecuadas a nuestro entorno y en armonía con el medio ambiente.

Mejorar de forma integral la calidad de vida de nuestros accionistas, clientes, trabajadores y comunidades vecinas.

# VALORES

## CULTURA

“Nuestra labor involucra intensivamente la ciencia y la tecnología, las que debemos aprender y atesorar, hacen posible el funcionamiento de nuestras empresas. El arte también debe conocerse y apreciarse para fomentar la creatividad y tener un desarrollo integral como individuos”

## PROSPERIDAD

“Para poder repartir bienestar, tenemos que prosperar como empresa. No se puede dar lo que no se tiene. Entendemos que prosperidad significa solidez, económica y crecimiento empresarial e individual, a lo que se llega con esfuerzo honesto e inteligencia”

## INTEGRIDAD

“Si la honestidad es decir la verdad, la integridad es vivir honestamente y hacer que las acciones sean consecuentes con las palabras. Que nuestra palabra verdaderamente valga oro”.

## JUSTICIA

“La Justicia es un bien escaso en nuestro medio. Debemos buscar un trato justo y equitativo en las relaciones entre personas y empresas. Las soluciones a los conflictos se buscarán de forma serena y a profundidad para asegurar la armonía entre las partes”.

## PASIÓN

“Las verdaderas contribuciones a la humanidad son hechas por gente que se entrega apasionadamente a una labor. Las personas que trabajan solamente para devengar un sueldo no pasan de la mediocridad. La empresa debe interactuar con trabajadores y proveedores cuyos objetivos estén en sintonía con los propios para que su pasión posibilite la consecución de grandes metas”.

## **RESPECTO AL MEDIO AMBIENTE**

“El cuidado y la preservación de la naturaleza, la limpieza de nuestras instalaciones, del aire y del agua, deben ser prioritarios para la sostenibilidad de nuestra empresa. Cada trabajador y proveedor debe tener conciencia de lo que es cuidar el medio ambiente”.

## **SERVICIO**

“Una vida que no se dedica al servicio es una vida desperdiciada. Una empresa que no se dedica al servicio eventualmente fracasa. Nuestra vida, como la de nuestra empresa, debe enfocarse a dar algo de valor al prójimo, más allá de sus expectativas. No queremos clientes satisfechos. Queremos clientes encantados”.

## **TRABAJO EN EQUIPO**

“Para lograr los objetivos de nuestra empresa es indispensable trabajar en equipo, para ello es necesario compartir una meta, distribuir y compartir el poder, poner nuestras habilidades al servicio de todos, trabajar en armonía, respetar las opiniones, sacrificarlas cuando sea necesario, tener apertura a nuevas ideas. Lograr que todos trabajemos al mismo ritmo nos permitiría alcanzar más fácilmente el éxito”.

## JUNTA DIRECTIVA

☎ Lic. Mynor José Gil Arévalo	Director presidente
☎ Lic. Ricardo Alberto Aguilar Chavarría	Director secretario
☎ Ing. Juan Alfredo Ceavega Molina	Primer director
☎ Lic. Daniel Alejandro Álvarez Campos	Segundo director
☎ Lic. David Alejandro Vásquez Reyes	Primer director suplente
☎ Ing. Douglas Orlando Vides Ortega	Segundo director suplente
☎ Lic. Edgardo Antonio Meléndez Mulato	Tercer director suplente
☎ Arq. Fernando Andrés López Larreynaga	Cuarto director suplente

**Nota:** Fungió hasta el 07 de septiembre del 2021

☎ Lic. Mynor José Gil Arévalo	Director presidente
☎ Licda. Stephanie Del Carmen Daboub Kattán	Director secretario
☎ Lic. David Alejandro Vásquez Reyes	Primer director
☎ Lic. Sigfredo Edgardo Figueroa Cruz	Primer director suplente
☎ Ing. Carlos Rodolfo Herrera Ortega	Segundo director suplente
☎ Lic. Paulo César Gutiérrez Montoya	Tercer director suplente

**Nota:** Funge a partir del 08 de septiembre del 2021

## RESUMEN EJECUTIVO

### MENSAJE DEL PRESIDENTE

Todos recordaremos 2021 como un año de grandes desafíos y de experiencias bajo los embates de una pandemia que sigue impactando al orden económico mundial; a pesar de ello, LAGEO logró ejecutar su plan de trabajo, el cual fue posible gracias a la participación de todo el equipo de colaboradores, quienes día a día generan su mejor energía desde sus puestos de trabajo; por ello, me satisface informar que



a pesar de ser el segundo año consecutivo de pandemia, los planes de la empresa se ejecutaron y nos permitió entregar al sistema eléctrico nacional 1,451.61GWh de energía geotérmica, nuestra gestión técnico-administrativa mantuvo la producción de energía eléctrica de manera ininterrumpida, segura y estable, cumpliendo con la dinámica del mercado y acorde así con los estándares establecidos en beneficio de El Salvador.

El aporte de los técnicos desde las plantas geotérmicas fue clave, reflejando la pasión en cada tarea; ejemplo de ello fue la ejecución de los mantenimientos mayores en la Unidad 2 y 3 en Ahuachapán y en Berlín en la Unidad 1 y 3, acción requerida al cumplir 17,520 horas de operación. En el tema de generación cabe resaltar que logramos un incremento entre ambos campos geotérmicos de 10MW, lo que nos permitió mantener nuestras perspectivas a favor del sector renovable alcanzando con ello, una capacidad instalada de 204.44MW, logrando para el 2021 una generación total de 1,451.61GWh, que representan 33.86 GWh de incremento a lo programado.

A nivel Comercial, alcanzamos una participación de mercado del 21.69% del total de la energía demandada en el país; este porcentaje sufrió una leve disminución con relación al año anterior, debido al incremento en el mercado mayorista de electricidad del volumen de importaciones realizadas durante el año y al ingreso de la generación eólica en la matriz energética nacional a partir del mes de abril 2021. Con todo y ello la demanda de energía a nivel nacional experimentó una importante recuperación con relación al año anterior, y se vio reflejada con la eliminación de la cuarentena alcanzando según inyecciones 6,530.4GWh.



En parte social supimos cumplir nuestro rol de ser “Buen vecino” ejecutando 39 proyectos que lograron beneficiar alrededor de 240,000 habitantes en más de 140 comunidades dentro del radio de acción de nuestras Plantas y Campos Geotérmicos ubicados en Ahuachapán, Berlín, Chinameca y Tepetitán.

El tratamiento comunicacional fue fundamental durante el año, debido a que a través de más de 25 campañas internas fueron difundidos mensajes info-educativos que ayudaron a fortalecer la cultura de bioseguridad, en beneficio de los equipos de trabajo; o como: EL ORGULLO DE NUESTRA GENTE, por la cual se reconoció todos aquellos logros y avances de los colaboradores a nivel empresarial. Solo en las redes sociales de LAGEO: Twitter, Facebook e Instagram, fueron generados más 220 contenidos por los cuales se resaltó el quehacer de la empresa, que en conjunto fortalecen la Cultura Corporativa.

Sin duda alguna el panorama pinta diferentes colores, pero si algo nos caracteriza es no solo aprender lecciones sino también emprender con visión y de cara al futuro apostando desde la Unidad de Investigación de Energías Alternativas en proyectos fotovoltaicos de autoconsumo o solares, consientes que al pertenecer a uno de los sectores más estratégicos debemos evolucionar para ser competitivos en el mercado y seguir generando desarrollo nacional a través de empleos directos e indirectos; por ello, los felicito por su firme compromiso de avanzar y seguir trabajando por producir un recurso tan noble como es la energía verde amigable con el medio ambiente, y a la vez, los invito a seguir colaborando con la mística de nuestros valores institucionales enfrentando los retos actuales y los que seguiremos buscando para seguir haciendo de LAGEO una gran empresa y aportando al progreso económico de nuestro país.

Lic. Mynor Gil

## PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La Gerencia de Producción está conformada por dos Centrales Geotérmicas una ubicada en el departamento de Usulután conocida como la Central Geotérmica de Berlín y la otra ubicada en el departamento de Ahuachapán conocida como Central Geotérmica de Ahuachapán.

La capacidad instalada en la Central Geotérmica de Berlín es de 109.44 MW, y 95.00 MW en la Central Geotérmica Ahuachapán, conformando una capacidad instalada total de LAGEO de 204.44 MW.

De acuerdo con los manuales y recomendaciones del fabricante, los mantenimientos mayores a las unidades generadoras deberán realizarse después de dos años de operación continua o sea cada 17,520 horas, en consideración con lo anterior se programaron lo siguientes mantenimientos:

### Central Geotérmica Ahuachapán

- Unidad 3 (20 de diciembre – 2020 al 19 de enero de 2021)
- Unidad 2 (19 de diciembre – 2021 al 23 de enero de 2022)

### Central Geotérmica Ahuachapán

- Unidad 1 (21 marzo al 20 abril 2021)
- Unidad 3 (21 de noviembre al 15 de diciembre de 2021)

Los trabajos de mayor relevancia que se ejecutaron en la unidad 3 de Berlín, los que consistieron además del programa rutinario, con el cambio de sistema de gobernación por uno de fabricación Woodward de la familia de micronet redundante de última generación con la variante que permite arrancar la turbina aun con velocidad después de un disparo, a diferencia del anterior que era imperativo que la turbina se encontrara en posición de reposo lo que retrasaba el arranque de la unidad por más de tres horas adicionales al proceso actual. De igual manera el sistema de control de la unidad fue sustituido; anteriormente consistía, en un sistema General Electric que mantenía encriptado el acceso y no permitía modificaciones en las lógicas de operación. El actual sistema es del tipo redundante marca Allen Bradley, con funciones altamente amigables y modificables en línea sin interrumpir el funcionamiento de la unidad y con facilidad de soporte técnico local, y adquisición de repuestos en plaza en caso de falla.

Durante el mantenimiento mayor de dicha unidad también fue sustituido el rotor de generador por uno nuevo, el cual ofrece mayor confiabilidad y continuidad al proceso de producción.

### Proyectos de mayor relevancia realizados

#### Ahuachapán:

- Sustitución de válvula principal de vapor de colectores a turbina Unidad 1.
- Instalación de nuevo rotor a turbina Unidad 1
- Rimado de 900 metros de tubería en Línea 1 y 1000 metros Línea 2 de tubería de reinyección de aguas residuales geotérmicas desde la Planta hacia pozos reinyectores en campo geotérmico de Chipilapa
- Sustitución de madera por FRP en celda 1A y 50% en celda 1B (Torre de enfriamiento Unidad 1 al 100% de material FRP)
- Instalación de dos inversores de corriente estabilizada
- Sustitución de tres variadores de frecuencia en sistema de reinyección RTA
- Montaje de 2ª y 3ª de nuevos alabes fijos en turbina Unidad 1
- Cambio de 30% eliminadores de rocío en Torre Enfriamiento 3

#### Berlín:

- Proceso de reparación de rotor turbina Unidad 1
- Cambio de relevador de protección transformador principal unidad 1
- Sustitución de aspas de ventiladores en torres de enfriamiento unidad 1 y 3, por otras de mayor eficiencia para el enfriamiento de la turbina.
- Sustitución de madera por material FRP en torre de enfriamiento Unidad 1
- Cambio de rotor en generador Unidad 3
- Cambio de sistema de gobernación en turbina Unidad 3
- Cambio de sistema de control distribuido en Unidad 3
- Cambio de válvulas de gobernación en turbina Unidad 3
- Calibración de sistemas de control en plataforma de pozos TR-4/5
- Gestiones para limpieza mecánica de pozo reinjector TR-1A
- Rehabilitación del sistema de reinyección de aguas geotérmicas (RTB)
- Gestión para limpieza mecánica y estimulación de pozos TR-5V, TR-5D y TR-17A

#### Logros significantes:

- Estabilización de disponibilidad de Unidad 4 de la Central Berlín, con la calibración y ajuste del sistema de control en las plataformas TR-4/5, para evitar disparos por baja presión entrada de agua geotérmica a intercambiadores de calor (Ciclo Binario)
- Calibración y ajustes a válvulas de gobernación de Unidad 3 de Central Berlín, para evitar disparos por discrepancia en posición de válvulas.

- Incremento de 8 MW. inyectados en Central Geotérmica de Berlín, con la estimulación de pozos y mejora de procesos.
- Incremento de 2 MW. en Central Geotérmica de Ahuachapán, con la puesta en servicio del pozo Ah-33B.
- Mejoramiento del sistema de reinyección en Central Geotérmica de Ahuachapán con el rimado de tubería hacia campo geotérmico de Chipilapa.

En cuanto a la generación y de acuerdo con el cumplimiento de los programas de mantenimiento y mejoras en los sistemas de las unidades generadoras en la Central Geotérmica de Ahuachapán, se incrementó la generación en 8.72 GWh. con respecto a lo programado, lo que significa un ingreso adicional de NOVECIENTOS CINCO MIL TRECIENTOS NOVENTA Y SIETE 60/100 dólares (\$905,397.60), tomando como promedio el precio de venta del MWh a razón de \$103.83

Programado					
Central Geotérmica de Ahuachapán					
Día	Energía Bruta (MWh)	Consumo propio (MWh)	Energía Inyectada (MWh)	Energía Inyectada Programada (MWh)	Energía Inyectada vrs. Programada (MWh)
Enero	51,249.31	3,511.38	47,737.93	44,482.80	3,255.13
Febrero	56,737.03	4,024.13	52,712.90	52,012.80	700.10
Marzo	62,090.66	4,444.92	57,645.74	57,213.60	432.14
Abril	59,564.30	4,304.48	55,251.54	55,368.00	-116.46
Mayo	60,974.74	4,452.45	56,522.29	57,213.60	-691.31
Junio	59,026.57	4,293.90	54,571.74	55,368.00	-796.26
Julio	61,416.47	4,652.97	56,763.50	56,320.80	442.70
Agosto	61,389.15	4,661.53	56,727.62	56,320.80	406.82
Septiembre	59,098.44	4,497.36	54,601.08	54,360.00	241.08
Octubre	61,122.24	4,647.46	56,474.78	56,172.00	302.78
Noviembre	61,021.66	4,481.72	56,539.94	53,890.60	2,649.34
Diciembre	56,743.34	3,480.41	53,262.93	51,367.20	1,895.73
Total	710,433.91	51,452.72	658,811.97	650,090.20	8,721.77
			658.81 GWh	650.09 GWh	8.72 GWh

Siguiendo con el mismo objetivo en la Central Geotérmica de Berlín, se incrementó la generación a 25.14 GWh con respecto a lo programado, lo que significa un ingreso adicional de DOS MILLONES SEISCIENTOS DIEZ MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS 20/100 dólares (\$2,610,286.20), a un precio promedio de \$103.83 MWh.

Programado				
Central Geotérmica de Berlín				
Energía Bruta (MWh)	Consumo propio (MWh)	Energía Inyectada (MWh)	Energía Inyectada Programada (MWh)	Energía Inyectada vrs Programada (MWh)
76,912.42	4,990.39	71,922.03	69,315.80	2,606.23
68,896.08	4,484.32	64,411.76	63,376.80	1,035.03
68,180.30	4,568.26	63,612.04	62,128.86	1,483.17
52,788.41	3,611.69	49,176.71	52,786.31	-3,609.60
68,084.01	4,575.35	63,508.65	62,384.13	1,124.52
66,440.97	4,510.39	61,930.58	63,822.86	-1,891.25
77,494.70	4,732.44	72,762.26	70,983.57	1,778.69
79,518.76	4,774.61	74,744.15	70,922.28	3,821.87
77,477.57	4,943.87	72,533.70	68,509.14	4,024.56
80,798.13	5,645.66	75,157.56	70,799.68	4,357.88
69,217.68	4,414.93	64,802.75	57,331.07	7,471.68
62,327.41	4,094.88	58,232.53	55,290.96	2,941.57
848,136.42	55,346.79	792,794.72	767,651.47	25,144.35
		792.79GWh.	767.65 GWh.	24.14 GWh.

La Gerencia de Producción de acuerdo con la programación de la generación incluyendo mantenimientos mayores de las unidades de ambas centrales programó 1,417.74 GWh de lo que se generó un total 1451.61 GWh, obteniendo 33.86 GWh de incremento a lo programado, lo que significa un ingreso adicional de TRES MILLONES QUINIENTOS QUINCE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES 80/100 dólares (\$3,515,683.80), a precio promedio de venta de \$103.83 MWh.

Programado				
Total de Producción				
Energía Bruta (MWh)	Consumo propio (MWh)	Energía Inyectada (MWh)	Energía Inyectada Programada (MWh)	Energía Inyectada vrs. Programada (MWh)
128,161.73	8,501.77	119,659.96	113,798.60	5,861.36
125,633.11	8,507.39	117,125.73	115,389.60	1,736.19
130,270.96	9,013.19	121,257.77	119,342.46	1,915.31
112,352.71	7,916.17	104,428.25	108,154.31	-3,726.06
129,058.75	9,027.81	120,030.94	119,597.73	433.21
125,467.54	8,804.29	116,502.32	119,190.86	-2,687.52
138,911.16	9,385.41	129,525.76	127,304.37	2,221.38
140,907.91	9,436.15	131,471.77	127,243.08	4,228.69
136,576.01	9,441.23	127,134.78	122,869.14	4,265.64
141,920.37	10,293.12	131,632.34	126,971.68	4,660.66
130,239.34	8,896.65	121,342.69	111,221.67	10,121.02
119,070.75	7,575.29	111,495.46	106,658.16	4,837.30
1,558,570.33	106,798.45	1,451,607.75	1,417,741.67	33,867.18
		1,451.61 GWh.	1,417.74 GWh.	33.86 GWh.

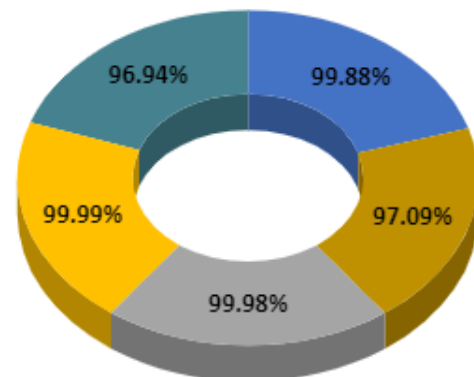
En los cuadros anexos se detallan las diferentes indisponibilidades en ambas centrales, las cuales se encuentran con estándar de los indicadores de disponibilidades.

CENTRAL GEOTERMICA DE AHUACHAPAN							
MESES	HORAS	Indisponibilidad Programada (Horas)	Indisponibilidad Mantto Mayor (Horas)	Indisponibilidad Fallas (Horas)	Indisponibilidad Fallas externas (Horas)	Indisponibilidad Total (Horas)	Ahuachapán Número de fallas mes
Enero	744:00:00	0:00:00	452:01:00	0:19:00	0:00:00	452:20:00	1
Febrero	672:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0
Marzo	744:00:00	0:00:00	0:00:00	4:35:00	0:00:00	4:35:00	2
Abril	720:00:00	0:00:00	0:00:00	0:33:00	0:00:00	0:33:00	1
Mayo	744:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0
Junio	720:00:00	0:00:00	0:00:00	0:20:00	0:00:00	0:20:00	2
Julio	744:00:00	0:00:00	0:00:00	0:15:00	2:02:00	2:17:00	1
Agosto	744:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0
Septiembre	720:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0
Octubre	744:00:00	0:00:00	0:00:00	0:15:00	0:00:00	0:15:00	1
Noviembre	720:00:00	30:27:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	30:27:00	0
Diciembre	744:00:00	0:00:00	311:49:00	0:00:00	0:56:00	312:45:00	1
TOTAL	8760:00:00	30:27:00	763:50:00	6:17:00	2:58:00	803:32:00	9

Disponibilidad programada :	99.88%
Disponibilidad mantto mayor :	97.09%
Disponibilidad por fallas :	99.98%
Disponibilidad por fallas ext :	99.99%
Disponibilidad Total Central	96.94%

### Disponibilidades Ahuachapán 2021

- Disponibilidad programada
- Disponibilidad mantto mayor
- Disponibilidad por fallas
- Disponibilidad por fallas ext
- Disponibilidad Total Central

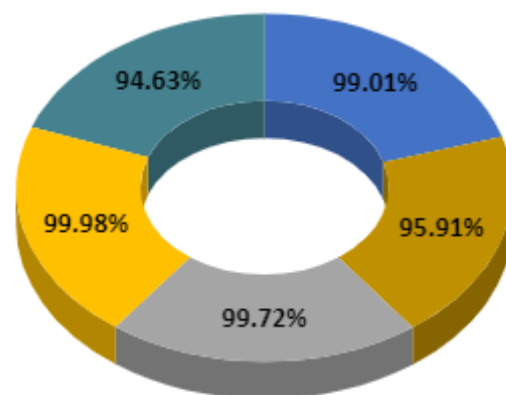


CENTRAL GEOTERMICA DE BERLIN							
MESES	HORAS	Indisponibilidad Programada (Horas)	Indisponibilidad Mantto Mayor (Horas)	Indisponibilidad Fallas (Horas)	Indisponibilidad Fallas externas (Horas)	Indisponibilidad Total (Horas)	Berlin Número de fallas mes
Enero	744:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:13:00	2:13:00	1
Febrero	672:00:00	0:00:00	0:00:00	4:56:00	0:00:00	4:56:00	3
Marzo	744:00:00	10:22:00	257:38:00	9:51:00	0:00:00	277:51:00	4
Abril	720:00:00	236:58:00	479:44:00	17:41:00	0:00:00	734:23:00	9
Mayo	744:00:00	66:49:00	0:00:00	7:11:00	0:00:00	74:00:00	6
Junio	720:00:00	24:49:00	0:00:00	3:06:00	0:00:00	27:55:00	4
Julio	744:00:00	0:00:00	0:00:00	19:05:00	3:37:00	22:42:00	5
Agosto	744:00:00	0:00:00	0:00:00	6:57:00	0:00:00	6:57:00	6
Septiembre	720:00:00	0:00:00	0:00:00	5:50:00	0:00:00	5:50:00	3
Octubre	744:00:00	7:42:00	0:00:00	21:31:00	0:00:00	29:13:00	4
Noviembre	720:00:00	0:00:00	239:38:00	0:00:00	0:00:00	239:38:00	0
Diciembre	744:00:00	0:00:00	456:00:00	1:20:00	0:00:00	457:20:00	1
TOTAL	8760:00:00	346:40:00	1433:00:00	97:28:00	5:50:00	1882:58:00	46

Disponibilidad programada :	99.01%
Disponibilidad mantto mayor :	95.91%
Disponibilidad por fallas :	99.72%
Disponibilidad por fallas ext :	99.98%
Disponibilidad Total Central	94.63%

### Disponibilidades Berlín 2021

- Disponibilidad programada
- Disponibilidad mantto mayor
- Disponibilidad por fallas
- Disponibilidad por fallas ext
- Disponibilidad Total Central



## PARTICIPACIÓN DE MERCADO

La participación de LAGEO en el mercado eléctrico salvadoreño en el año 2021 fue del 21.69% del total de la energía demandada (considerando importaciones y exportaciones de energía). Este porcentaje sufrió una leve disminución con relación al año anterior, debido al incremento en el Mercado Mayorista de Electricidad del volumen de importaciones realizadas durante el año y al ingreso de la generación eólica en la matriz energética nacional a partir del mes de abril 2021. Con relación a las transacciones internacionales, el volumen de exportaciones realizadas desde El Salvador en 2021 alcanzó un nivel de 33.8 GWh, valor menor respecto al volumen registrado en el 2020 que fue de 131.4 GWh; representando una disminución de un 74.28%.

Es importante mencionar que a lo largo del año 2021 que fue el segundo año consecutivo bajo los efectos de la pandemia del COVID19, la generación geotérmica se mantuvo de manera ininterrumpida y aportando energía limpia a la matriz energética nacional.

La demanda a nivel nacional durante el 2021 experimentó una importante recuperación con relación al año anterior, debido a cambios significativos asociados al manejo de la pandemia, como la eliminación de la cuarentena domiciliar, el incremento de labores en el sector empresarial, industrial, la reactivación comercial y de las actividades educativas presenciales, lo cual se refleja en la demanda de energía total según inyecciones de 6,530.4GWh.

La siguiente gráfica muestra las inyecciones de energía totales por recurso durante el año 2021.

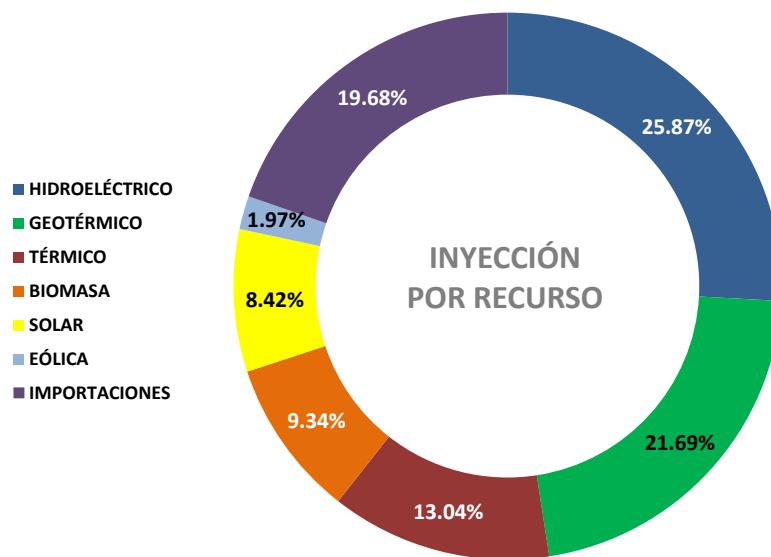


Gráfico 1. Inyección (GWh) por Recurso 2021  
(Fuente: Unidad de Transacciones, estadísticas enero-diciembre 2021)



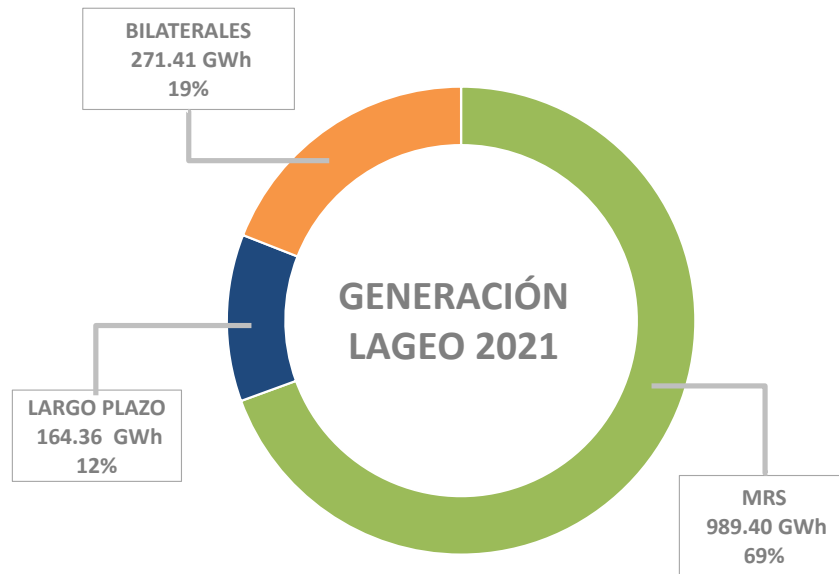


Gráfico 2. Distribución de la energía generada LAGEO 2021  
(Fuente: Gerencia Comercial, LAGEO)

La cantidad de energía geotérmica entregada al sistema eléctrico nacional fue de 1,451.61 GWh. La venta de la energía generada por LAGEO durante el año 2021 se diversificó de la siguiente manera:

## GESTIÓN DE INGENIERIA

Durante este año 2021, la gerencia de Ingeniería ha desarrollado proyectos relacionados con el mantenimiento, la mejora de instalaciones en campo y otras actividades de gabinete en oficina. Adicionalmente se ha laborado intensamente en la preparación de los documentos de competencia para los diferentes proyectos y se desarrollaron una gran cantidad de trabajos de diseño de obras y para permisos de construcción de obras para los nuevos proyectos.

A continuación de manera resumida se describen las principales actividades y proyectos en los que las distintas unidades funcionales de la gerencia de Ingeniería han laborado en el año:

## 1.1 Proyectos civiles y electromecánicos diseñados y ejecutados en la Central Geotérmica de Ahuachapán

Servicio de topografía para el apoyo de la supervisión en el chequeo y recepción de obras para el proyecto "rehabilitación de calle de acceso y adecuación de plataforma AH-2, Central Geotérmica Ahuachapán

El proyecto consistió en la elaboración del levantamiento topográfico del sitio, que permita obtener la información necesaria, para ejecutar el diseño de la rehabilitación de calle de acceso y adecuación de plataforma AH-2. El alcance del proyecto incluyó el levantamiento topográfico en campo (Altimetría y Planimetría del terreno natural de plataforma y calle de acceso; árboles y estructuras existentes), definición de cuadrícula de niveles para definir superficies y elaboración del plano a escala.



"Rehabilitación de calle de acceso y adecuación de plataforma AH-2 para perforación de pozo AH-2R, Campo Geotérmico Ahuachapán".

## Construcción de cafetería para empleados, Central Geotérmica Ahuachapán

El proyecto consistió en la Construcción de un espacio acogedor, agradable e higiénico para los empleados de la Central Geotérmica de Ahuachapán, durante la pausa de su alimentación.



### Servicios para el acondicionamiento de plataforma El Tortuguero, Etapa 1 Campo Geotérmico Ahuachapán

El proyecto consistió en la realizar actividades de mantenimiento en plataforma El Tortuguero para permitir el desarrollo de pruebas de apertura en el pozo. El alcance de los trabajos incluyo Trabajos de mantenimiento que consistieron en chapoda y retiro de maleza, limpieza de reparación de canaletas de aguas lluvias, limpieza en contrapozos, limpieza de pila de lodos y reconstrucción de filtro de gavión en pila de lodos.



### 1.2 Proyectos civiles y electromecánicos, diseñados y ejecutados en la Central Geotérmica de Berlín.

Construcción de obras complementarias en Plataforma TR-12 para perforación de pozo TR-12B, Campo Geotérmico Berlín

El proyecto consistió en la construcción de obras civiles complementarias necesarias para futura ampliación de la plataforma TR-12 con el objetivo de perforar pozos a futuro y manejo de los lodos de perforación que se ejecuten.

Se incluyeron Obras Preliminares (Desmontaje de cerca perimetral, desmontaje de tubería, desbroce y limpieza); Obras de Terracería; Construcción de fosa séptica y pozo de absorción; trabajos de concreto reforzado; trabajos de Acero de refuerzo; Drenajes; Obras de protección y Obras misceláneas.



Servicio de topografía para el apoyo de supervisión en el chequeo y recepción de obras para el proyecto "Suministro de Materiales y Construcción de Obras Civiles y Mecánicas para el Montaje de una Estación de Separación y Sistema de Acarreo en Plataforma TR-5", Campo Geotérmico Berlín

Mediante este proyecto logro el control de calidad en la construcción de los equipos y bases civiles. El alcance incluyó la Revisión de nivelación y alineamientos de trazo de las obras a ejecutar, replanteados por la empresa constructora; Levantamientos topográficos para el cálculo de volúmenes realizados durante la ejecución del proyecto, entrega semanal de los avances y reportes de trabajo; Chequeos de secciones transversales, perfiles, ejes, planimetría, detalles, niveles, líneas de canaletas, tuberías y otros; Recepción preliminar y revisión final de niveles de las estructuras, etc.



Consultoría estructural para Obras Civiles y Mecánicas del proyecto "Montaje Equipo de Separación en Plataforma TR-5, Campo Geotérmico Berlín

El proyecto consistió en el diseño estructural para determinar las dimensiones de los elementos estructurales, análisis estructural para obras civiles y mecánicas del montaje de equipos de separación en plataforma TR-5, para que esta cumpla su función, con el respectivo grado de seguridad.



Servicio de Topografía para factibilidad de propuesta de acceso y terraza TR-9, dentro del Campo Geotérmico Berlín

Con este proyecto se pretende lograr verificar la posibilidad de construir una terraza o plataforma para perforación de un pozo geotérmico. Se obtuvo el levantamiento topográfico de 7 manzanas en terrenos de CEL.



Servicios Topográficos para levantamiento Planimétrico de inmuebles, replanteo y colocación de mojones en terrenos de LAGEO en el Campo Geotérmico de Berlín

Con este proyecto se ha resuelto algunas observaciones de la Unidad jurídica en relación con la legalización de inmuebles. Se realizaron los trabajos de replanteo y colocación de mojones, esquineros y linderos en 6 terrenos o casos para inspección de Unidad Jurídica LAGEO. Se ha trabajado con 2 cuadrillas de topografía durante la época invernal, además se ha hecho trabajo de oficina en conjunto con el contratista para la correcta definición de linderos.



Trabajos de Topografía para diseño de obras civiles y nueva terraza TR-9R, Campo Geotérmico Berlín, área aproximada 7.0 Mz., según términos de referencia.

El objetivo de este proyecto fue el diseño detallado de planos para plataforma TR-9R y Estación de Separación proyectada en sitio frente a Ciclo Binario I. Se requiere el levantamiento de terreno y detalles de infraestructura en aproximadamente 7 manzanas de terreno. Con este proyecto se procederá al diseño definitivo de estación de separación y plataforma TR-9, tomando en cuenta los detalles de tubería existente, quebradas, etc.



Estudio Hidrológico y Diseño Hidráulico del sistema de drenaje para la construcción de la Plataforma TR-9R y su calle de acceso, Campo Geotérmico de Berlín, Municipio de Alegría, Departamento de Usulután

El objetivo de este proyecto es la elaboración del estudio hidrológico y diseño hidráulico, atendiendo a los requisitos de la Guía de Estudios Hidrológicos e Hidráulicos desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Incluyendo el diseño estructural para los sistemas de detención.

Los alcances incluyen la elaboración el estudio hidrológico que permita definir las características hidrometereológicas del proyecto, características climáticas de la zona, caudales de diseño, crecidas de diseño, sedimento y otros, incorporando el componente cambio climático; elaborar el diseño hidráulico para la conducción de las escorrentías de la zona del proyecto, así como el diseño de las obras de protección; Elaborar el diseño estructural del sistema de detención, cuantificación de obra y especificaciones técnicas.

## Obras civiles para la construcción de la Unidad de Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín

El proyecto consistió en la construcción de las obras civiles para la plataforma donde se ubicará la Unidad de Ciclo Binario 2 y sistema contra incendio; partiendo de los trabajos preliminares como el desbroce y tala de árboles, trabajos de terracería, como es el descapote, la excavación de material inadecuado, relleno compactado y colocación de una capa de 30 cm de suelo cemento para llegar a cota 829 msnm; además se incluyen la construcción de las obra de control de escorrentía como son canaletas, derramaderos, tanques de desarenadores y sistemas de detenciones, tapial perimetral, protección de taludes con concreto lanzados y siembra de cobertura vegetal.



Construcción de canaleta perimetral y Proceso de compactación de capa de suelo cemento.



Empedrado en calle de acceso a terraza sistema contra incendio e Imprimación asfáltica



Panorámica de terraza principal y terraza sistema contra incendio.

Diseño detallado, suministro, fabricación, transporte al sitio, montaje y puesta en servicio de un (1) poste auto soportado para el levantamiento de la línea de transmisión existente CBB1 – Subestación Berlín a 115 kv. entre las estructuras E-1 y E-2

El objetivo del proyecto consistió en el montaje y puesta en servicio de un (1) poste auto soportado para el levantamiento de la línea de transmisión existente CBB1-Subestación Berlín a 115kV, entre la estructura E-1 y E-2.



Obras de excavacion para fundacion de poste y Proceso de colocacion de concreto hidraulico en fundacion.



Acabado final de fundacion de poste

Y

Condicion final de poste instalado





### Servicio de construcción de recinto de aves en Campo Geotérmico Berlín

El objetivo de los trabajos fue suministrar completamente los materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transporte y todo lo necesario para la realización del trabajo denominado: "SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN DE RECINTO DE AVES, CENTRAL GEOTÉRMICA BERLÍN", y fueron requeridos con el propósito de brindar una nueva ubicación a dichas instalaciones; ya que el anterior fue afectado por la Construcción del Sitio de Disposición Final, a utilizarse por los proyectos relacionados a la ejecución de la Unidad de Ciclo Binario 2.

El proyecto consistió en la construcción de un Recinto de aves, de mampostería de bloque y cerramiento de estructura metálica con tubo estructural cuadrado y malla ciclón, con su respectivo sistema de drenaje, acera de acceso y circulación.



Imágenes generales del Recinto de Aves, en el que se observa el estado final de las obras construidas.

### Consultoría estructural complementaria para la construcción de la Unidad de Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín

El objetivo de los trabajos fue determinar las dimensiones de los elementos estructurales equipos de generación y subestación del proyecto Unidad de Ciclo Binario 2, para que esta cumpla con el adecuado funcionamiento y el respectivo grado de seguridad. El alcance incluyó la revisión de primera entrega de información estructural, Diseño de pozos de registro y Pits, Diseño de trincheras de canalización, Diseño de cruces en paredes de edificación, Diseño de base de Planta de emergencia, Detallado de fundaciones diseñadas, Revisión de segunda entrega de información estructural, Diseño de bases de transformadores, Diseños de tanque separador de agua aceite y Diseño de estructuras complementarias de Línea de Transmisión.

### Servicio de limpieza de obras de drenaje en proyectos relacionados a la construcción de Unidad Ciclo Binario 2-Campo Geotérmico Berlín

El objetivo del proyecto fue suministrar completamente los materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transporte y todo lo necesario para la realización del trabajo: "SERVICIO DE LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE EN PROYECTOS RELACIONADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDAD CICLO BINARIO 2 – CAMPO GEOTÉRMICO BERLÍN." Con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas en Sitio de disposición final de Ciclo Binario 2., Plataforma de Unidad Ciclo Binario 2 y Recinto de aves.



Limpieza interna de Sistema de Detención en Plataforma de Unidad Ciclo Binario 2.

Plataforma de Unidad Ciclo Binario 2.

Vista general de limpieza en cabezal de entrada en Recinto para Aves.



Vista de muro gavión en Sitio de Disposición Final.

Servicio de trabajo de obra civil y mecánica de sistema de tuberías de acarreo en el vértice 43

El objetivo del proyecto fue construir las obras civiles y mecánicas para realizar el entronque de la línea de acarreo de inyección y retorno del proyecto Unidad de Ciclo Binario 2 con la línea existente proveniente del pozo TR-18 del campo geotérmico Berlín.



Excavación para terraza y estructura proyectada

Instalación y nivelación de soporte



Relleno de estructura con suelo cemento fluido.

Construcción de muro de mampostería, para estructura existente.

Servicio de topografía de apoyo a la supervisión en los proyectos relacionados a la construcción y montaje de la Unidad de Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín

El objetivo de los servicios fue la realizar un levantamiento del sitio relacionado con la Construcción y Montaje de la Unidad de Ciclo Binario 2, que permita obtener la información de éstos, detallando las diferentes áreas, linderos, construcciones, vías de acceso, puntos de servicio públicos, árboles y vegetación de relevancia, terreno natural, los cambios de nivel y todo detalle relevante dentro del inmueble, donde se proyectará la Línea de Transmisión, Subestación, Torre No.5, Obras civiles y sitio de disposición final.

Se han realizado trabajos en apoyo a Orden de Compra de "Montaje de entronque de línea de acarreo para inyección y retorno de agua para Unidad Ciclo Binario 2", los cuales incluyen: Levantamiento topográfico de excavación en roca, replanteo, nivelación y verificación de niveles de fundaciones, pedestales y soportes metálicos. Además de replanteo de los ejes de tuberías de inyección y retorno.

En las actividades asociadas al proyecto de montaje de Unidad Ciclo Binario 2, se han realizado los trabajos de: Replanteo de centros de soportes y vértices de tuberías de acarreo y levantamiento de franja de tala de árboles, para la longitud total de las tuberías de agua geotérmica; Ubicación de nuevo mojón en terraza de la Unidad Ciclo Binario 2; Nivelación de mojón BM4; Replanteo de servidumbre de línea de transmisión y levantamiento de árboles.



Realización de actividades de topografía.

## Montaje de estación de separación en plataforma TR-5 (TREN D)

En febrero de 2020 se inició el proceso de construcción y suministro de materiales para el montaje de la nueva estación de separación en la plataforma de producción de los pozos TR-5.

Con la instalación de esta nueva estación (tren D) se logró la flexibilización del sistema de separación de toda la plataforma que traerá beneficios para la realización del mantenimiento de las otras estaciones en plataforma (trenes A, B y C). Así mismo como resultado de la instalación de esta nueva estación, se generó un aumento en la capacidad del manejo de las aguas separadas por lo que se obtuvo un incremento en la generación de aproximadamente 2MWe.

Este proyecto fue impactado por la pandemia mundial COVID-19 por lo que tuvo que ser suspendida su ejecución durante cuatro meses. Las actividades fueron reiniciadas después de este tiempo tomando las medidas de bioseguridad necesarias que el gobierno de la Republica de El Salvador y la Organización Mundial de la Salud solicitaban y recomendaban para garantizar el bienestar de todos los profesionales involucrados en el desarrollo del proyecto. Como efecto de dicha pandemia, dos órdenes de cambio para la fecha de finalización del proyecto fueron solicitadas por el contratista ya que sufrió atrasos en el despacho de la materia prima que sería utilizada en el proyecto.

Como medida de mitigación, los trabajos de obras civiles se mantuvieron en marcha y avanzando en espera de la recepción de la materia prima necesaria para el inicio de la obra mecánica por lo que el contratista mantuvo un ritmo de trabajo constante. Excavaciones, construcción de soportes, obras de mitigación, construcción de base para los equipos de separación e izaje de los mismos fueron las actividades desarrolladas por el contratista durante este tiempo de espera. Una vez recibida la materia prima, los trabajos de obras mecánicas y eléctricas iniciaron y durante todo ese tiempo, personal de supervisión de Obras Civiles e Instalaciones Superficiales de LAGEO mantuvieron estrictos controles de calidad para asegurar que la instalación de los equipos cumpliera con los estándares solicitados en los documentos de competencia.

La finalización del proyecto fue registrada el día 31 de agosto de 2021 según el acta de recepción de los servicios firmada entre la supervisión de LAGEO y la supervisión de la empresa encargada del montaje, cerrando los trabajos con un monto aproximado de \$1,193,085.99.



### 1.3 PROYECTOS DE MEDIO AMBIENTE

#### Ejes de Trabajo de la Unidad Medio Ambiental

La Visión y Misión de LAGEO tienen como propósito el contribuir al desarrollo sostenible de nuestro país a través de una plataforma de valores que incluye el Respeto al Medio Ambiente como parte esencial de las actividades productivas de la empresa. En ese sentido siguiendo los lineamientos de la Ley de Medio Ambiente de nuestro país y la Política de Medio Ambiente de LAGEO, se han conformado cinco (5) ejes de trabajo para desarrollar la Gestión Ambiental:



1. Gestión de permisos ambientales: Levantamiento de información para nuevos proyectos o ya existentes, y monitoreo de aspectos ambientales para procesos de generación y explotación. Se incluye la tramitología en Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para actividades concretas, así como otras instituciones.
2. Monitoreo Ambiental: consiste en la realización de mediciones y/ u observaciones específicas, dirigidas a ciertos indicadores y parámetros, durante las actividades de la empresa. Así como también, está enfocado a encontrar soluciones tecnológicas a problemáticas ambientales existentes y que han sido identificadas al interno o dadas a conocer por otros actores de interés.
3. Auditorías de Evaluación Ambiental: revisiones por parte del MARN para verificar que el titular de las actividades, obras o proyectos cumpla con las obligaciones fijadas en el permiso ambiental.
4. Supervisión Ambiental de Proyectos: Seguimiento ambiental de los proyectos a través de las medidas de cumplimiento obligatorio suscritas en las Resoluciones Ambientales del MARN y documentos contractuales con terceros.
5. Capacitaciones del personal: Eje enfocado a la mejora continua, hacia un desempeño ambiental más limpio y respetuoso con el Medio Ambiente y desarrollando capacidades en cada uno de los miembros del equipo, así como para las diferentes áreas y gerencias de la empresa.

## Gestión Ambiental por Ejes de Trabajo

### Gestión de permisos ambientales

#### Ingreso de Formularios Ambientales al Sistema de Evaluación en línea del MARN de los proyectos:

- Elaboración y remisión del Formulario Ambiental al MARN del proyecto: "Línea de transmisión para primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca".
- Elaboración y remisión de Formulario Ambiental: "Línea de Acarreo SV-5 A SV-2, Campo Geotérmico San Vicente".

#### Obtención de permiso ambiental para los proyectos:

- Acometida Eléctrica para el proyecto Unidad Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín. MARN-DEC-GEA-NFA316-2021-469-2021.
- Primer desarrollo del Campo Geotérmico de Chinameca. MARN-NFA 721-2019-R-676-2021.
- Línea de Acarreo SV-5 A SV-2, Campo Geotérmico San Vicente. MARN-NFA1113-2021-R-584-2021.
- Línea de acarreo de agua geotérmica para la Unidad Ciclo Binario 2. MARN-NFA393-2021-R-269-2021.
- Obras civiles y mecánicas para el montaje de estación de separación de fluido geotérmico en plataforma TR-12, Campo Geotérmico Berlín. MARN-NFA 1022-2021.
- Prueba de Generación de Biogás a pequeña escala (piloto) en Laboratorio de LAGEO Santa Tecla. MARN-DEC-GEA-NFA 201-2021-328-2021.



Figura 1: Portada de Formulario Ambiental de "Línea de acarreo SV-5 a SV-2, Campo Geotérmico San Vicente".

Figura 2: Esquema de ubicación del trazo del proyecto "Línea de acarreo SV-5 a SV-2, Campo Geotérmico San Vicente".

### Modificación de Permisos Ambientales:

- Modificación de Resolución MARN N°15923-169011 proyecto: "Obras civiles y perforación de hasta 4 pozos exploratorios profundos en sitio SV-5 campo Geotérmico San Vicente."
- Modificación de Resolución MARN-No 20698-MOD-2-2021 proyecto "Línea de transmisión a 115 kV desde Ciclo Binario 2 hasta Central Geotérmica Berlín".
- Elaboración de documento para la modificación de 3 medidas ambientales del Programa de Manejo ambiental aprobado para el proyecto: "Obras civiles y perforación de pozos geotérmicos en 4 plataformas del campo geotérmico de Chinameca". DGA 16061
- Elaboración de documento para la modificación del permiso ambiental de la "Central Geotérmica Berlín" según Resolución No 086-2001 y MARN No 920-642-2013.

### Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para presentar ante MARN:

- Se finalizó la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental a presentar al MARN para el proyecto: "Primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca". Se remitió al MARN para continuar el proceso de EIA. Se desarrolló la Consulta Pública, Respuesta a observaciones del MARN y se obtuvo el Permiso Ambiental del proyecto.
- Se finalizó la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Línea de transmisión para primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca", y se remitió al MARN para continuar el proceso de EIA. Se desarrolló la Consulta Pública, y actualmente se está en la espera de observaciones del MARN al EsIA.
- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental a presentar al MARN para el proyecto: "Primer desarrollo del Campo Geotérmico San Vicente" Se está realizando la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental conforme a los Términos de Referencia emitidos por el MARN, el cual aún está pendiente de finalizar para el último trimestre del 2021, y ser entregado al MARN una vez se cuente con todos los documentos de tenencia de terrenos y factibilidades pendientes.

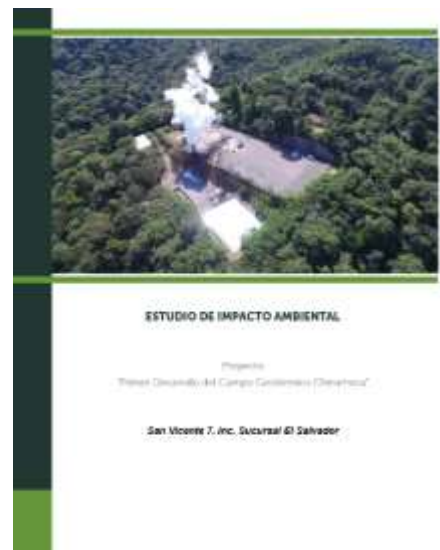


Figura 3: Portada del Estudio de Impacto Ambiental "Primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca".



### Obtención de Certificados de No Afectación de ANDA:

- Revalidación del Certificado de No Afectación de parte de ANDA para los pozos de agua del Campo Geotérmico Chinameca, CNA.088.2021.
- Revalidación del Certificado de No Afectación de parte de ANDA para los pozos de agua del Campo Geotérmico San Vicente, CNA.132.2019.

### Monitoreo Ambiental

#### Plan de monitoreo de calidad de aire para los 4 Campos Geotérmicos:

- Elaboración y entrega de "Informe Monitoreo de Calidad de Aire" en las Centrales Geotérmicas Ahuachapán y Berlín, esto se hace cada 6 meses, se analizan las siguientes variables: Ruido, H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> para ser entregado a instituciones reguladores.
- Monitoreo de calidad de aire de actividades de descarga controlada de pozos geotérmicos.
  - Central Geotérmica Berlín: TR-17, TR-12B, TR-5 VERTICAL, TR-5D, TR-4R, TR-4 y TR-1 A.
  - Central Geotérmica Ahuachapán: Tortuguero y AH-35.
  - Campo Geotérmico Chinameca: CHI-3 y CHI-6.
- Monitoreo de ruido y gases durante el montaje de Planta a boca pozo en Plataforma SV-5.



Figura 4: Monitoreo de Ruido durante descarga controlada de pozos.



Figura 5: Monitoreo ambiental durante apertura de pozo CHI-3 en Campo Geotérmico de Chinameca.

Auditorías Ambientales del MARN a los proyectos:

- Auditoría de Evaluación Ambiental por parte del MARN para el proyecto: "Perforación de pozo AH-2R", MARN NFA725-2019. Mayo, 2021.
- Auditoría de Evaluación Ambiental por parte del MARN para proyecto: "Montaje de Unidad a Condensación de hasta 10 MW". Junio, 2021.
- Auditoría de Evaluación Ambiental por parte del MARN para proyecto: "Obras Civiles y perforación de dos pozos geotérmicos en plataforma SV-4, en el Campo Geotérmico San Vicente". Junio, 2021.
- Auditoría de Evaluación Ambiental del MARN para solicitud de cierre y liberación de fianza para proyecto: "Unidad Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín", MARN-NFA. 708-2019-R-39-2020.
- Segunda Auditoría de Evaluación Ambiental del MARN para proyecto: "Unidad Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín", MARN No. 17847-980-2014. Junio, 2021.
- Auditoría de Evaluación Ambiental del MARN para proyecto: "Perforación de Pozo de Agua en el Campo Geotérmico San Vicente". MARN-NFA122-R-64-2020. Noviembre, 2021.16
- Elaboración de informes de seguimiento (tiempos de gestión) de los diferentes procesos de Evaluación Ambiental ante el MARN para los proyectos de LAGEO S.A. de C.V. y SV7.



Figura 6: Auditoría Ambiental del MARN para proyecto de "Perforación de Pozo de Agua en el Campo Geotérmico San Vicente".



Figura 7: Auditoría Ambiental del MARN para proyecto de "Montaje de Unidad a Condensación de hasta 10 MW".



Figura 8: Auditoría Ambiental del MARN para proyecto de "Unidad Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín".

Presentación de convenio de compensación ambiental al MARN de los proyectos:

- Entrega al MARN del convenio FONAES/SAN VICENTE 7 del proyecto: “Primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca”, Convenio CA 45/2021.

Presentación y renovación de fianzas de cumplimiento ambiental al MARN para los proyectos:

- Presentación al MARN de la fianza de cumplimiento ambiental del proyecto: “Primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca”, Fianza N° 357,649
- Elaboración de informes de seguimiento (vigencia y renovación) de los documentos financieros de las fianzas de cumplimiento ante el MARN para los proyectos de LAGEO S.A. de C.V. y SV7.

Elaboración de Informes Operacionales 2020:

- Elaboración de Informe Operacional Central Geotérmica de Ahuachapán.
- Elaboración de Informe Operacional Central Geotérmica de Berlín.

Elaboración de informes presentados ante SIGET:

- Entrega de informe de actividades de seguimiento ambiental del Campo Geotérmico Chinameca.
- Entrega de informe de actividades de seguimiento ambiental del Campo geotérmico San Vicente.
- Entrega de informe ambiental de los Campo geotérmico de Ahuachapán y Berlín para ser enviado a SIGET dentro del informe operacional.



Figura 9: Fianza de cumplimiento ambiental para proyecto “Primer desarrollo del Campo Geotérmico Chinameca”



Figura 10: Portada del informe para SIGET de la Concesión de Área Geotérmica de San Vicente.

### Supervisión Ambiental de Proyectos.

Se realiza con la finalidad de identificar puntos de mejora continua en las actividades para garantizar el cumplimiento de las medidas del Planes de Manejo Ambiental y Condiciones de Cumplimiento Obligatorio contenidas en una Resolución Ambiental, algunos de los aspectos que contempla son: Manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos, limpieza en áreas de trabajo, contratación de mano de obra local, manejo adecuado de combustibles, señalización vial y de seguridad ocupacional, uso de equipos de protección personal, monitoreo de calidad de aire, monitoreo de calidad de agua, divulgación ambiental, entre otros.

Los proyectos a los que se dio seguimiento fueron:

#### Proyectos Categoría PIAMA

Se les dio seguimiento ambiental a los siguientes proyectos:

- Obras civiles para la construcción de la planta Unidad Ciclo Binario 2, Campo Geotérmico Berlín. NFA 708-2019-R-39-2020.



Figura 11: Supervisión ambiental durante obras civiles de Unidad de Ciclo Binario 2.



Figura 12: Reunión técnica con contratistas para el proyecto de Unidad de Ciclo binario 2.

#### Proyectos Categoría PIAL

Se les dio seguimiento ambiental a los siguientes proyectos:

- Construcción de obras complementarias en Plataforma TR-12 para perforación de pozo TR-12B, Campo Geotérmico Berlín. MARN-NFA638-2019-R-220-2019.
- Adecuación de plataforma AH-2R. NFA725-2019-R-235-2019.



Figura 13: Supervisión ambiental para la adecuación de Plataforma TR-12 en CGB.

### Proyectos Categoría PIAB

Se les dio seguimiento ambiental a los siguientes proyectos:

- Mantenimiento anual de Unidades de Generación CGA.
- Mantenimiento anual de Unidades de Generación CGB.
- Perforación pozo de agua en el Campo Geotérmico San Vicente (SV-PA1):
  - Pruebas de aforo y obtención de Certificado de Verificación de aforo pozo de abastecimiento del proyecto.
  - Ejecución del proyecto de reforestación en Campo Geotérmico San Vicente asociado a la MARN-NFA122-R-64-2020 y CNA 132-2019.
- Suministro de materiales y construcción de obras civiles y mecánicas para montaje de una estación de separación y sistema de acarreo en plataforma TR-5, Campo Geotérmico Berlín.
- Construcción de recinto de aves, Central Geotérmica Berlín.
- Estimulación química TR-1A, TR-4, TR-4R, TR-5 VERTICAL, TR-5D, TR-12B.
- Construcción de cafetería CGA
- Gestión ambiental para el manejo de desechos provenientes de las intervenciones tanto mecánicas como químicas o de otros materiales procedentes de diferentes actividades de perforación:
  - Campo Geotérmico Berlín: TR-1A, TR-4, TR-4R, TR-5 VERTICAL, TR-5D, TR-10, TR-12B, TR14C.
  - Campo Geotérmico Ahuachapán: Bodega#4 de la plataforma AH-6.
  - Campo Geotérmico San Vicente.



Figura 14: Supervisión ambiental para plan de reforestación Campo Geotérmico San Vicente.



Figura 15: Supervisión de construcción de recinto de aves rapaces en CGB.



Figura 16: Disposición final de desechos químicos no peligrosos en CGA.



Figura 17: Disposición final de desechos provenientes de intervenciones químicas en CGB.

Capacitaciones del personal:

- Participación en Congreso Mundial de Geotermia (Virtual y presencial). En donde se presentó virtualmente el tema “Economic Comparison of Build Geothermal Power Plant Iran and El Salvador”.
- Participación en GWNET 2020: Mentoring Programme for Women in the Energy Sector.
- Participación en: 2nd WING Future Leaders Cohort.
- Participación en Diplomado de Hidrogeología aplicada.
- Participación en el proyecto “Diagnóstico de capacidades y necesidades de fortalecimiento del ambiente propicio para la formulación de la Estrategia de Largo Plazo en El Salvador”, coordinado e impulsado por MARN.
- Participación en proceso de consulta, coordinado por MARN, con actores estratégicos para la actualización del documento, publicado y vigente desde 2017, de categorización de actividades, obras y proyectos. Específicamente se trabajó en la consulta para el sector de “Energía y Telecomunicaciones”.



Figura 18: Congreso Mundial de Geotermia en Islandia.

Educación y divulgación ambiental empresarial:

- Celebración del Día Mundial de Medio Ambiente 2021 “Reimagina. Recrea. Restaura”.
- Participación como expositores en los dos cursos cortos de geotermia que fueron coordinados por el personal de recursos Humanos.



Figura 9: Trivia ambiental, difundida en la empresa en celebración del Día Mundial de Medio Ambiente 2021.

## Proyectos de Energías Renovables

### Secador de café en Berlín (SECABE) – Fase I.

A partir de los resultados obtenidos con el proyecto “Fomento de la Geotermia en Centroamérica-FoGeo I” (Proyecto patrocinado por la Cooperación Alemana, Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit- GIZ con apoyo del Sistema de la Integración Centroamericana, 2016-2019) y los trabajos de investigación realizados en el año 2020, es que LAGEO, en conjunto con FUNDAGEO, deciden desarrollar el proyecto SECABE como parte del proceso de mejora en las actividades del cultivo y procesamiento del café en Berlín, principalmente, en la etapa de secado de los granos.



Figura 1. Bodega construida en el proyecto SECABE ubicado en la finca San Ramón, Berlín, Usulután.

En el año 2021, con la compra y llegada de la máquina secadora de café al país, se inició con la ejecución de la FASE I del proyecto con una inversión total a la fecha de \$41,301 (sin IVA), la cual, consistía en la construcción de la bodega, instalación de los equipos según especificaciones del fabricante (figura 1 y 2) y puesta en marcha de la máquina a finales de noviembre de 2021.

La secadora de granos de café instalada, marca PinHalense modelo SRE-025, posee la capacidad de procesar aproximadamente 6,000 QQ uva por año, es decir, que FUNDAGEO será capaz de secar el café que actualmente se encuentra produciendo (1,500 QQ uva/año) y tendrá la disponibilidad de satisfacer futuras expansiones y/o prestar el servicio a agricultores de la zona.



Figura 2. Máquina secadora de café instalada en el proyecto SECABE ubicado en la finca San Ramón, Berlín, Usulután.

### Secador de Café en Berlín (SECABE) – Fase II.

En el año 2021, en el marco de desarrollo del proyecto “Utilización del Calor Geotérmico en Procesos Industriales en Países Miembros del SICA (GEO II)”, se realizó un recorrido con representantes de GIZ y la Asociación Internacional de Geotermia (IGA por sus siglas en inglés) a los campos geotérmicos de Ahuachapán y Berlín, en este último, se visitaron las instalaciones del proyecto SECABE en la finca San Ramón (figura 3).



Figura 3. Visita de campo, con representantes de GIZ e IGA, al proyecto SECABE ubicado en la finca San Ramón, Berlín, Usulután.

Como parte de los resultados de la visita y con el objetivo de apoyar en el proceso para el aprovechamiento del recurso geotérmico en aplicaciones de usos directos, GIZ donó a LAGEO en noviembre de 2021, una consultoría para el diseño de un sistema que se adapte a la máquina secadora de café instalada y permita utilizar el calor residual de la tubería de reinyección TR-19 en el proceso de secado del café (figura 4).

Los resultados obtenidos en la consultoría formarán parte de los insumos en la ejecución de la FASE II del proyecto SECABE, proyectada para el año 2022.

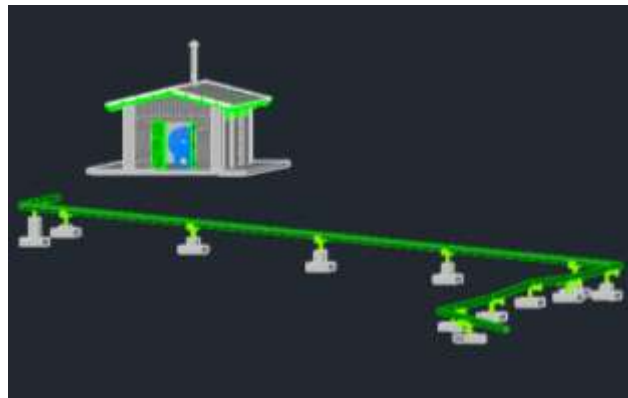


Figura 4. Representación digital del proyecto SECABE y tubería de reinyección TR-19, finca San Ramón, Berlín, Usulután.



***Acompañamiento y Cooperación Internacional: "Utilización del calor Geotérmico en Procesos Industriales en países miembros del SICA (GEO II)".***

Continuando con el desarrollo del proyecto GEO II, impulsado por instituciones internacionales y nacionales para la "Utilización del Calor Geotérmico en Procesos Industriales en Países Miembros del SICA", LAGEO formó parte de un conjunto de talleres que permitieron establecer los objetivos de dicha iniciativa y, a partir del potencial del recurso geotérmico y económico que existen en El Salvador, se elaboraron dos perfiles de proyectos: "Centro de Procesamiento Agroindustrial en Ahuachapán" y "Frio Geotérmico en Conchagua".

El Banco Mundial ofreció asistencia técnica a través de una consultoría denominada "Revisión preliminar de recursos geotérmicos en Ahuachapán y Conchagua, La Unión. Estudio de viabilidad para dos proyectos piloto sobre aplicaciones de uso directo de recursos geotérmicos", para lo cual, LAGEO apoyó con recomendaciones en los Términos de Referencia y revisión de hojas de vida de los consultores internacionales.

GIZ ofreció asistencia técnica a través de una consultoría denominada "Factibilidad comercial proyectos de Usos Directos de la Geotermia en El Salvador", para lo cual, LAGEO apoyó con la revisión de los Términos de Referencia.

Las consultorías abordarán de una manera integral los proyectos de usos directos, es decir, las propuestas serán estudiadas desde un punto de vista técnico, comercial, económico, financiero, social y ambiental. Los estudios se desarrollarán entre los últimos meses del año 2021 y el primer trimestre del año 2022.

LAGEO formará parte del equipo de trabajo que dará seguimiento a los resultados obtenidos en las consultorías.



Figura 5. Imágenes representativas de los proyectos Centro Procesamiento Agroindustrial en Ahuachapán y Frio Geotérmico en Conchagua, GEO II.

Sistema Fotovoltaico sobre Techo para Autoconsumo en CGB - 0.5 MWp.

El sistema propuesto, es un proyecto de generación de energía eléctrica limpia a base de la irradiancia solar, el cual, es un recurso energético renovable y con gran potencial en el país. El proyecto contempla el diseño, suministro, instalación, construcción, montaje y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico sobre techo para autoconsumo en la planta geotérmica de la LAGEO en Berlín de 0.5 MWp.

Partiendo de un estudio de prefactibilidad, realizado a nivel interno, se determinó la viabilidad técnica- económica de la propuesta, también, por un monto de \$15,300.00 (sin IVA) se realizó un análisis estructural de los techos para prever la capacidad de los edificios de soportar los módulos fotovoltaicos, el cual, confirmó la posibilidad para el montaje del sistema.

A partir de dichos resultados, se elaboró un estudio de Factibilidad (a nivel interno) para determinar las condiciones energéticas, técnicas, administrativas, económicas y financieras que garanticen la rentabilidad de la inversión, el cual, presentó resultados favorables para LAGEO con una estimación en inversión de \$0.85+IVA por Wp instalado.

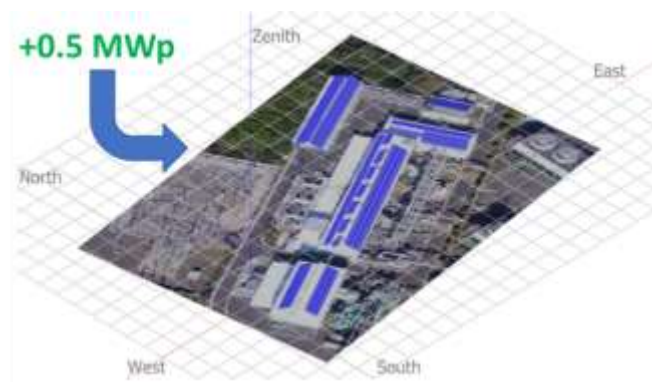


Figura 6. Representación digital del proyecto sistema fotovoltaico sobre techo para autoconsumo en CGB - 0.5 MWp, Berlín, Usulután.

Finalmente, entre los principales benéficos que tendría LAGEO al desarrollar el proyecto se identifican:

- ✓ El incrementar la capacidad instalada para autoconsumo en la CGB, permite aumentar la oferta de la planta en el mercado energético a partir de la producción con recurso geotérmico.
- ✓ Además de generar un beneficio económico, con el proyecto se estaría dando un paso más en el camino hacia la eficiencia energética y cuidado del medio ambiente, colocaría a LAGEO como una de las instituciones innovadoras y ejemplares en el uso eficiente de la tecnología y recursos renovables, promoviendo a la vez de manera directa e indirecta, el desarrollo social y económico en El Salvador.

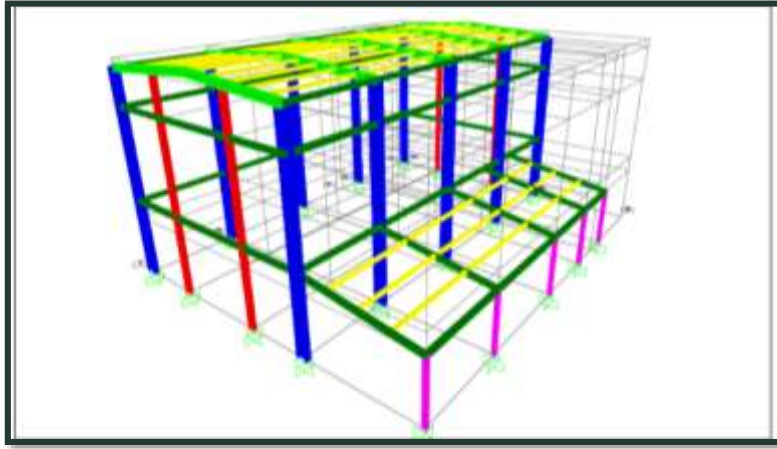


Figura 7. Captura de pantalla del estudio realizado en el análisis estructural de techo proyecto sistema fotovoltaico sobre techo para autoconsumo en CGB - 0.5 MWp, Berlín, Usulután.

Proyecto Solar Zacatecoluca de 5.4 mwP:

El Proyecto surge como una de las iniciativas impulsadas por la Unidad de Investigación de Energías Alternativas, para la generación de energía eléctrica limpia.



Figura 8. Imagen representativa del proyecto solar Zacatecoluca de 5.4 MWp.

Preliminarmente, con la elaboración del perfil del proyecto y simulación energética del recurso, se identificó que la propuesta posee potencial como una alternativa de inversión (\$0.96 + IVA por Wp instalado).

Utilizando terrenos que pertenecen a LAGEO, con la planta fotovoltaica, se busca:

- ✓ Incrementar la capacidad eléctrica instalada de LAGEO mediante la explotación del recurso solar presente en el país, utilizando tecnología de vanguardia, exitosa y disponible en el mercado internacional.
- ✓ Contribuir a reducir la tasa de importación de electricidad y asimismo la dependencia de combustibles fósiles para la producción de electricidad.
- ✓ Estimular el desarrollo económico y social de la población mediante la creación de empleos durante la etapa de construcción.
- ✓ Impactar positivamente el medio ambiente, protegiendo los ecosistemas, evitando emisiones de gases de efecto invernadero y reduciendo otros factores que perjudican al medio ambiente y particularmente al clima.

#### Investigación y Energías Alternativas.

Como parte de las actividades de la Unidad de Energías Alternativas, se continúa con la investigación y estudio de nuevas alternativas de generación, durante el transcurso del año, se participó en un conjunto de talleres, congresos, mesas de trabajo y presentaciones en áreas como: Hidrogeno verde, Electro movilidad y Agro-voltaica.



Figura 9. Diagrama de pérdidas y estimación de la energía eléctrica neta a producir durante un año típico del proyecto solar Zacatecoluca de 5.4 MWp.

## CAMPO GEOTÉRMICO CHINAMECA

Durante el año 2021, las actividades desarrolladas para el proyecto Chinameca y San Vicente estuvieron asociadas principalmente con la gestión ambiental, la obtención de factibilidades y el cumplimiento de la contrata de concesión. También se trabajó en operaciones de mantenimiento y monitoreo de las condiciones del campo y pruebas en los pozos perforados, así como en la elaboración de diseños y planos de las obras a construirse para efecto de solicitar los permisos ambientales y/o de montaje y construcción.

## GESTIÓN DE PERFORACIÓN

### 1- Introducción:

La Gerencia de Perforación ha realizado perforaciones e intervenciones de pozos con el propósito que la empresa cuente con más vapor y mayor capacidad de reinyección para poder incrementar la generación.

En el Campo Geotérmico de Berlín se incrementó la generación con los trabajos de intervención mecánica y limpieza química en los pozos productores TR-5, TR-5D y TR-17A y en los pozos reinyectores TR-4R y TR-1A lo cual permitió agregar hasta 5.5 MW, a la fecha todavía falta incorporar al proceso de producción el TR-17A. Además, con la intervención de los pozos reinyectores se logró un mejor manejo de las aguas residuales del campo y se contribuyó para que la planta de Ciclo Binario se mantuviera con una generación constante al límite de su capacidad al contar con mayor flujo de masa en su proceso de transferencia de energía calorífica.

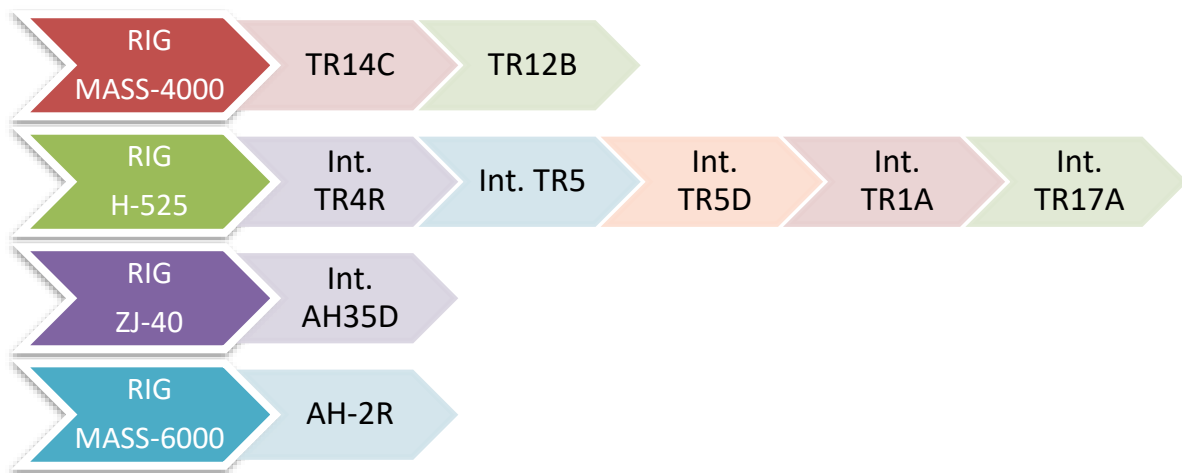
Así mismo, en este período se perforaron los Pozos TR-14C y TR-12B, reinyector y productor respectivamente, Con el primero se ha logrado estabilizar la capacidad de reinyección de las aguas geotérmicas provenientes del proceso de separación de vapor y agua y con el segundo se tiene el objetivo de ser un pozo exploratorio con fines de producción, el cual a la fecha se ha verificado un potencial atractivo para la empresa, las pruebas de producción serán completadas en el año 2022.

En el Campo Geotérmico de Ahuachapán, se realizó la intervención del Pozo AH-35D con el objetivo de limpiar y evaluar su potencial de producción. De igual manera, se ha completado la perforación del Pozo Reinector AH-2R, el cual está programado para absorber las aguas residuales superficiales provenientes de las descargas de las plataformas de separación.

En el Campo Geotérmico de Chinameca, con los equipos de bombeo se efectuaron las pruebas de inyectividad en los pozos CHI-7A y CHI-8A y apertura de los pozos CHI-3B y CHI-6A, como parte de la evaluación del recurso geotérmico. Estos trabajos se realizaron en conjunto con el área de reservorios.

Con respecto a los equipos de perforación que LaGEO tiene para cumplir con los trabajos de intervención y perforación de pozos, se planificó y realizó un programa de mantenimiento en todos ellos de tal forma que se tengan en condiciones de operación cuando sea requerido.

En la siguiente figura se muestran los Equipos de Perforación y los trabajos de perforación e intervención de pozos que se han realizado a lo largo del año.



## 2. Ingeniería de Perforación

El trabajo de la Ingeniería de Perforación consiste en la planeación de los trabajos de perforación, gestión de adquisición de los materiales, aditivos y accesorios para la perforación y servicios complementarios especializados necesarios, elaboración de programas de ejecución y seguimiento de la ejecución de los trabajos en el campo. Los servicios complementarios especializados se realizan por medio de compañías internacionales (Servicios Direccionales y Servicios de Registros Eléctricos). Así como la elaboración de los Reportes de Intervención y Perforación de pozos del presente año.

### 2.1 Intervención y limpiezas químicas de pozos

Todos los trabajos de intervención fueron ejecutados con el equipo de perforación IDECO H-525. Este equipo es certificado.

A) Trabajos de Intervención del pozo Reinyector TR-4R

Los trabajos de intervención en el Pozo TR-4R consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma y estimulación química, con lo cual se mejoró la capacidad de absorción desde 10 kg/seg hasta 16 kg/seg, lo cual representa un incremento de 60%.

B) Trabajos de Intervención del pozo Productor TR-5 vertical

Los trabajos de intervención en el Pozo TR-5 vertical, consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma y estimulación química, con lo cual se mejoró la capacidad de producción desde 6.7 kg/seg hasta 16 kg/seg, lo cual representa un incremento de 138% equivalente a 3.3MW.

C) Trabajos de Intervención del pozo Productor TR-5D

Los trabajos de intervención en el Pozo TR-5 consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma y estimulación química, con lo cual se mejoró la capacidad de producción desde 6 kg/seg hasta 9 kg/seg, lo cual representa un incremento de 50% equivalente a 2.1MW. Cabe destacar que los trabajos se ejecutaron superando los desfases por problemas de varios casos positivos del personal por Covid 19.

D) Trabajos de Intervención del pozo Reinyector TR-1A

Los trabajos de intervención en el Pozo TR-1A consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma y estimulación química, con lo cual se mejoró la capacidad de absorción desde 3 kg/seg hasta 65 kg/seg, lo cual representa un incremento de 2,067%.

E) Trabajos de Intervención del pozo Reinyector TR-17A

Los trabajos de intervención en el Pozo TR-17A consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma y estimulación química (obra en proceso), con lo cual se espera mejorar la capacidad de producción.

F) Trabajos de Intervención del pozo Reinyector AH-35D

Este pozo está localizado en el Campo Geotérmico de Ahuachapán y se utilizó el equipo de perforación ZJ-40. Los trabajos de intervención consistieron en limpieza mecánica, limpieza con aire y espuma. Posteriormente se dejó con Air Lift por un período de 30 días para tener una mejor evaluación del pozo.

## 2.2 Perforación de pozos:

### A) Pozo Exploratorio TR-12B con fines de producción

Los trabajos de perforación del pozo fueron realizados con el Equipo Massarenti 4000. Los trabajos de perforación se realizaron del 28 de abril al 13 de agosto del presente año. La perforación del pozo concluyó a 2,521 m.

El pozo fue perforado en pérdidas de circulación en la cuarta etapa de 8½" a partir de 1,832 m. y en pérdida total de circulación a partir de 1,977 m.

### B) Pozo AH-2R con fines de Reinyección

Los trabajos de perforación del pozo iniciaron el 9 de diciembre de 2021 y se tiene previsto finalizarlo en el mes de enero de 2022 con el Equipo Massarenti 6000. Se visualiza completar el pozo con una profundidad de 420 m y será utilizado para reinyectar las aguas residuales superficiales procedentes del proceso de separación de las plataformas de producción.

## 3. Operaciones de Campo:

El área de Operaciones de la Gerencia de Perforación tiene como principal objetivo dirigir y ejecutar todas las operaciones que involucran las perforaciones de pozos geotérmicos de manera segura, así como las intervenciones mecánicas que van asociadas a la limpieza química de los pozos geotérmicos.

Actualmente LAGEO posee cinco equipos de perforación que en alguna medida necesitan de un adecuado mantenimiento para que estén operativos cuando se requiere.

### 3.1. RIG MASSARENTI 6000 (fabricación italiana, 1981)

A la fecha el equipo se encuentra perforando el pozo AH-2R y se espera desarrollar la perforación en un período de 45 días.

Previo a la perforación del pozo, se le realizó trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo para adecuar todos los sistemas mecánicos y eléctricos de forma que no presenten problemas durante la perforación del pozo. Se adaptó un set de generadores con una frecuencia de 50 Hz los cuales se tenían sin uso en bodega.

### 3.2. RIG IDECO H-525 (fabricación estadounidense, 1970)

Los trabajos realizados con este equipo fueron las cinco (5) intervenciones en el Campo Geotérmico de Berlín:

- ❖ En el mes de enero se movilizó al pozo Reinyector TR-4R para realizar la primera intervención en el mes de febrero, el cual por motivos de tener en reparación la unidad de bombeo FreeMyer, tuvo que ser reprogramado para el mes de julio de este mismo año.



- ❖ En el mes de marzo se movilizó hacia la plataforma de los pozos TR-5´s para realizar la intervención al pozo productor TR-5 vertical.
- ❖ Posteriormente se trasladó al pozo Productor TR-5D. A ambos pozos se les hizo inyección de solución química. El período de realización de estos trabajos fue entre marzo y abril/21.
- ❖ Luego regresó al pozo Reinyector TR-4R para finalizar los trabajos con la inyección química en julio/21.
- ❖ En agosto se movilizó hacia la plataforma de los pozos TR-1´s para realizar la intervención mecánica y limpieza química del pozo Reinyector TR-1A.
- ❖ Posteriormente el equipo se movilizó a la plataforma de los pozos TR-17´s y se realizaron los trabajos en el pozo productor TR-17A entre noviembre y diciembre.

A este equipo se le está realizando un cambio del bloque corona que presenta desgaste severo en las poleas y se han adquirido nuevas para su reemplazo. Este trabajo será completado en el primer trimestre del año 2022

### 3.3. RIG MASSARRENTI 4000 (fabricación italiana, 1981)

A inicios del año se realizó trabajos de mantenimiento previo a la perforación del pozo productor direccional TR-12B. Cabe comentar que este trabajo de mantenimiento favoreció que se evitara la acumulación de Tiempos No Productivos (NPT) por fallas de equipo durante la perforación del pozo. Los trabajos se iniciaron el 28 de abril y finalizó el día 13 de agosto/21 a una profundidad de a 2,521 m., con los siguientes parámetros finales: ángulo de inclinación: 37.7°, rumbo: 201.4° de azimut, desplazamiento horizontal: 873 m.

### 3.4 RIG ZJ-40 (fabricación China, adquirido en 2015)

Este equipo fue revisado y rehabilitado en el primer trimestre de este año para su utilización en la intervención mecánica del pozo AH-35D en Ahuachapán. A la fecha se tiene disponible para futuros usos de perforación o intervención.

### 3.5 RIG PARCO 104 (fabricación estadounidense, 1984)

En el presente año se realizó un mantenimiento preventivo al equipo Parco 104 con el objeto de prepararlo para la perforación de los pozos en San Vicente. Así como la gestión para su Certificación del Equipo de conformidad a la norma API 4 G Categoría III.

## 4. Mantenimiento de los Equipos:

En el área de mantenimiento se ha trabajado en la recuperación de equipos fuera de servicio por fallas mecánicas o eléctricas y en el mantenimiento preventivo de los equipos auxiliares del PARCO 104, del MASS-4000 y MASS-6000, en la elaboración de las fichas técnicas (H-525, Parco-104, MASS-4000, MASS-6000 Y Equipos de Cementación y Aire) y seguimiento de los mantenimientos rutinarios de los equipos que se tienen almacenados, por ejemplo, el RIG ZJ-40.

Durante el presente año se realizaron actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos Top Drive, en sus partes eléctricas e hidráulicas; es importante mencionar que ninguno de los equipos se encontraba en condiciones de funcionamiento óptimas. Para los Top Drive TESCO y WARRIOR, de los RIG MASSS-4000 y ZJ-40, respectivamente, estos fueron utilizados durante la perforación del pozo TR12-B y la intervención del pozo AH35-D, respectivamente.

#### 4.1. Mantenimientos preventivos.

##### A) RIG-IDECO-H-525

Se elaboraron las fichas técnicas para el seguimiento de los mantenimientos rutinarios preventivos o correctivos de los principales equipos del RIG como lo son el malacate, las bombas triplex, los generadores, temblorina, mesa rotaria, bloque de corona y bloque viajero, el cable de perforación y el raising line, también en este equipo se cambió el freno hidromático por presentar falla, por lo que se mandó a fabricar un "sproket" adecuado al nuevo freno hidromático.

##### B) RIG PARCO-104

Los tanques de lodos, se reconstruyeron cambiándoles todas las piezas dañadas y pintados según estándares internacionales de aplicación de recubrimientos, se ha dado mantenimiento a los motores eléctricos, reductores de velocidad de los mezcladores, a todas las bombas centrifugas, al malacate, se ha mandado a fabricar el acople de la mesa rotaria, se les dio un mantenimiento completo a los motores de los generadores y se revisaron en su totalidad las soldaduras del mástil. El objetivo es certificarlo bajo la norma API RPG 4, categoría IV.

##### C) MASS 4000

Antes de iniciar la perforación del pozo TR-12B, se realizó un mantenimiento preventivo de los principales equipos y auxiliares con base en las fallas reportadas durante la perforación del pozo TR-14C, con esto se logró disminuir los Tiempos No Productivos del equipo durante la perforación del pozo TR-12B. Después de la perforación del pozo TR12-B el equipo MASS-4000 se sometió a un periodo de mantenimiento donde se han realizado actividades en los diferentes sistemas que conforman el equipo de perforación y que son necesarios para el correcto funcionamiento del equipo, este trabajo aún se encuentra en proceso y se espera se complete en febrero de 2022.

Dentro de las actividades realizadas por área se encuentran:

##### Área de Cuadrillas:

- Implementación de inventarios de herramientas de perforación.
- Cambio de piezas dañadas en bombas triplex.
- Limpieza y pintura de tanques de lodos.

##### Área de Mecánicos:

- Cambio de mangueras dañadas en sistemas de aire y aceite.
- Cumplimiento de gama de mantenimiento según horas de trabajo
- Limpieza de radiadores.
- Reparación de agitadores.
- Reparación de base de bombas centrífugas

#### Área de Eléctricos:

- Elaboración de sala de control eléctrico (CCM, Centro de Control de Motores).
- Mantenimiento preventivo y correctivo a motores eléctricos.
- Calibración de sistema de instrumentación.
- Fabricación de canaletas para cables eléctricos.

#### Área de Soldadores:

- Modificación de torre de enfriamiento.
- Modificación de sala eléctrica.
- Mantenimiento de radiadores de motores de combustión interna.

### 5. Costos y ejecución presupuestaria:

#### 5.1. Costos por áreas de gestión.

A continuación, se presenta un gráfico de los costos por área de gestión de Perforación e Intervenciones de pozos productores y reinyectores, y de mantenimiento de los equipos de perforación.



#### 5.2 Presupuesto y ejecución real-anual

En el siguiente gráfico se presenta la Ejecución Presupuestaria Anual del 2021, se observa un cumplimiento del 100.3%, es decir que hubo solo el 0.3% arriba del presupuesto, no obstante que la Gerencia de Perforación realizó más operaciones y actividades que originalmente se programaron al inicio de este, tal como se presenta en el cuadro consolidado de actividades programadas vs. real (datos a octubre).

PROYECTOS DE INVERSION 2021-US\$			
DETALLE	PPTO 2021	REAL OCTUBRE 21	DIFERENCIA
<b>Proyecto Sostenibilidad Central Geotérmica Ahuachapán</b>			
Perforación de Pozo AH-2R	200,000.00	579,612.56	-379,612.56
INTERVENCION MECANICA Y LIMPIEZA QUIMICA AH-35D	400,000.00	349,329.29	50,670.71
<b>Subtotal</b>	<b>600,000.00</b>	<b>928,941.85</b>	<b>-328,941.85</b>
<b>Proyecto Sostenibilidad Central Geotérmica Berlín</b>			
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-5	783,600.00	641,082.51	142,517.49
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-17A	814,900.00	35,099.33	779,800.67
Perforación Pozo TR-12B	6,144,000.00	5,633,438.38	510,561.62
Perforación Pozo TR-14C incluye conexión	710,000.00	631,461.26	78,538.74
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-5D	700,000.00	360,995.13	339,004.87
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-4R		651,166.75	-651,166.75
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-4		369,752.65	-369,752.65
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo TR-1A		303,297.83	-303,297.83
<b>Subtotal</b>	<b>9,152,500.00</b>	<b>8,626,293.84</b>	<b>526,206.16</b>
<b>Otros</b>			
Intervencion Mecánica y Limpieza química pozo SV-5B		14,871.47	-14,871.47
Mtto. Parco		169,534.22	-169,534.22
Mtto. ZJ40		46,862.78	-46,862.78
<b>Subtotal</b>	<b>0.00</b>	<b>231,268.47</b>	<b>-231,268.47</b>
<b>TOTAL PROYECTOS</b>	<b>9,752,500.00</b>	<b>9,786,504.16</b>	<b>-34,004.16</b>

## GESTIÓN DE RESERVORIOS

### 1. Introducción.

Una de las principales funciones del Área de Ingeniería de Reservorios es la elaboración e implementación de los planes de sostenibilidad de los Campos Geotérmicos de Ahuachapán y Berlín con el propósito de garantizar el suministro de vapor y agua para la generación de las centrales, así como de la mantener la capacidad de reinyección del campo de manera que sea perdurable en el tiempo.

Para ello la unidad es responsable de planificar y coordinar todas las actividades de estudios geocientíficos complementarios, definición de programas monitoreos geológicos, geofísicos y geoquímicos de los campos, ubicación y planes de nuevos pozos a perforar, evaluación del potencial de producción y reinyección a través de registros en pozos, elaboración de programas de estimulación de pozos

así como la integración de toda la información geocientífica para la actualización de modelos conceptuales y numéricos para garantizar la producción a futuro en cada central geotérmica.

Estos trabajos han permitido cumplir con los planes de generación programados para el año 2021 y todo este trabajo se integra en los Informes de Operación Anual de cada central el cual es solicitado por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones como requisito de la contrata de concesión para la operación de los campos.

Otra función fundamental del trabajo de la unidad de Reservorios es la evaluación del potencial energético de los campos en desarrollo de Chinameca y San Vicente a fin de proporcionar la información a posibles inversionistas o entidades financieras para la construcción de las centrales geotermoeléctricas. Esta información se genera a través de pruebas y mediciones en pozos, así como a través de monitoreo de fluidos de las descargas. Esta información se integra y proporciona información de parámetros de diseño para las futuras centrales geotérmicas.

#### 1) Planes de recuperación de Generación y Sostenibilidad del Recurso.

##### a) Ahuachapán

Se realizaron los trabajos de monitoreo geocientífico y mediciones en pozo para el adecuado seguimiento a la evolución del reservorio y para el cumplimiento del plan de generación establecido. Se inyectaron 658.76 GWh sobrepasando los 642.50 GWh programados, manteniendo la presión de reservorio en los 18 bar a la cota 0 m s.n.m, indicando que la producción se mantuvo acorde a la capacidad actual del recurso.

En el presente año se inició la perforación del pozo AH-2R que permitirá dar un mejor manejo al agua de reinyección en frío a través de un adecuado tratamiento del agua separando estos fluidos de menor temperatura del agua proveniente de flashers. Esto permitirá reducir los niveles de incrustación en las líneas de reinyección hacia Chipilapa.

Se revisó y actualizó el Plan de Sostenibilidad elaborado en el año 2019 y se está trabajando en una actualización a fin de implementar un incremento en la generación considerando priorizar la infraestructura de pozos existente, así como también planificando la perforación de nuevos pozos.

### b) Cuyanausul

En el presente período se trabajó en la evaluación del campo geotérmico de Cuyanausul, se realizaron registros de presión y temperatura confirmando la presencia de un sistema convectivo de alta temperatura (277°C) en el reservorio. Adicionalmente se planificó y se realizó la descarga del pozo TO-1A a fin de evaluar su estado y proponer un plan de estudios adicionales.

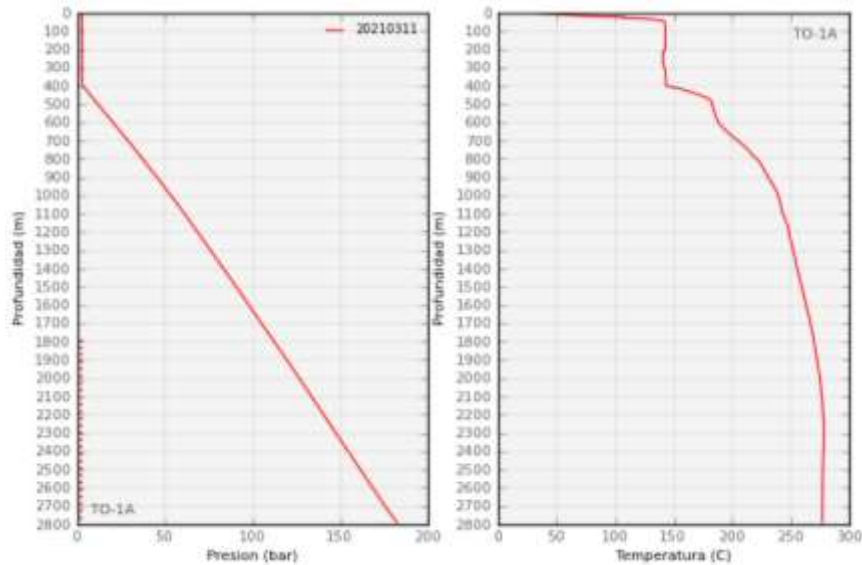


Figura 1. Perfil de presión y temperatura del pozo TO-1A

Se reevaluó el potencial energético del campo con el programa Crystall Ball y con un nivel de confianza del 90 % se estima que existe una probabilidad de encontrar 37 MWe, por lo que luego de revisar la información existente se propuso un programa de actividades el cual incluye la construcción de un side-track del pozo TO-1 (TO-1st), el cual se encuentra colapsado a partir de los 735 m de profundidad. Adicionalmente, se propone la intervención mecánica del pozo TO-1A así como realizar la estimulación a través de la técnica de hidrofracturamiento y acidificación; con los resultados de estos trabajos se podrá evaluar la capacidad de producción de ambos pozos y definir un posible desarrollo del campo.

### c) Berlín

En el Campo Geotérmico de Berlín se continuó con la ejecución de las actividades programadas dentro del Plan de Sostenibilidad del año 2019, los trabajos de intervención mecánica de pozos permitieron alcanzar la capacidad nominal instalada de 109 MWh, lo que permitió inyectar 792.79 GWh de energía superando lo programado de 758.64 GWh.

Adicionalmente, dentro del plan de perforación, se completó la perforación del pozo reinyector TR-14C lo cual ha permitido reinyectar 55 kg/s de agua en este pozo y se perforó el pozo productor TR-12B el cual se encuentra en proceso de evaluación de su potencial, pero se confirmó una zona de 300°C de temperatura. Dado que uno de los objetivos de la perforación de este pozo era explorar el sector oeste del reservorio productor, los resultados preliminares indican que en un futuro esta zona puede considerarse para una futura expansión del campo.



Ilustración 1 a) Registro de recuperación térmica TR12B b) Registro caliper en pozo TR14C

El plan de sostenibilidad contempla el monitoreo y evaluación de recurso, en este período se completó la actualización del modelo numérico del campo confirmando que la extracción actual de fluido para la generación de los 109 MWh permite mantener en una condición estable la presión de reservorio en un valor de 6.4 bar a la cota 0 m s.n.m. lo cual indica un adecuado manejo del reservorio geotérmico.

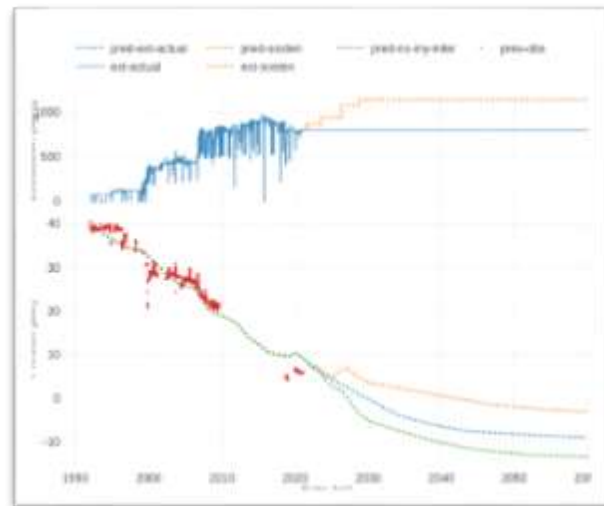


Gráfico 1 Comportamiento de la presión de reservorio ante posibles escenarios de extracción CGB

(Modelo numérico-2021)

## 2) Factibilidad Proyectos Chinameca y San Vicente

### Proyecto Geotérmico Chinameca

Durante el año 2021 se realizaron varias actividades de monitoreo de los pozos perforados, que incluyen registros PT, PTS, auscultaciones en pozos y pruebas de producción. Adicionalmente se continuó realizando diferentes actividades en calles de acceso, equipos superficiales, plataformas de pozos como parte del mantenimiento de la infraestructura y resguardo de bienes de la empresa.

En el mes de noviembre se realizó el Due Dilligence por parte de la empresa consultora Geothermal Reserach Inc. La visita la realizó el Ingeniero de Reservorios Richard Holt quien revisó la información para confirmar la disponibilidad de fluido y capacidad de reinyección para el diseño y montaje de una unidad de 30 MW.

### Monitoreo de reservorio – Pozo CHI-3

El nivel hidrostático del reservorio se mide en este pozo con lectura oficial a partir del enero del 2020 a la profundidad de 925 m. Los datos se presentan en la Gráfico 2



Gráfico 2 Comportamiento de la presión de reservorio medida en el pozo CHI-3 (Periodo 2020-2021)

### Pruebas y mediciones en pozos productores CHI-3A, CHI-3B Y CHI-6<sup>a</sup>

En el presente año se realizaron diferentes descargas en los 3 pozos productores del campo a fin de evaluar su capacidad de producción.

Las descargas permitieron confirmar las características de producción de cada pozo, así como obtener parámetros químicos en condiciones de equilibrio los



cuales son de vital importancia para el diseño de sistema de extracción de gases no condensables, así como para los posibles tratamientos de inhibición de minerales como calcita, anhidrita o sílice.

Los resultados confirman una disponibilidad de al menos 40 kg/s de vapor y un porcentaje de gases no condensables de alrededor 0.3%. Los índices de saturación de minerales muestran que de momento los fluidos no necesitan tratamiento de inhibición.

Las calibraciones realizadas en cada pozo posterior a sus descargas muestran que los pozos se encuentran libres y sin problemas de obstrucción hasta el fondo.



Ilustración 2 a) Descarga de pozo CHI-3B b) Intento de descarga CHI-5 c) Registro de Presión y Temperatura CHI-3B

Pruebas y mediciones en pozos reinyectores CHI-7A Y CHI-8A

Con el propósito de evaluar la capacidad de reinyección existente en los dos pozos destinados para tal fin, se realizaron pruebas de inyectividad en los meses de agosto y septiembre, confirmando que es posible manejar el agua descargada por la batería actual de pozos productores la cual se estima en 171 kg/s.

Posterior a las pruebas de inyectividad y descarga de pozos productores, se realizan calibraciones en pozos para evaluar su integridad, confirmando que éstos se encuentran libres y sin obstrucciones.

Otras actividades realizadas en el campo

Se realizó la auscultación de la línea de acarreo, como parte de las actividades para garantizar el funcionamiento de los equipos e instalaciones del campo. Esta actividad se desarrolló por un contratista, abriendo ventanas a lo largo de las tuberías de acarreo para inspeccionar el espesor de la incrustación desde la plataforma CHI-3 hasta la CHI-7. En la Ilustración 3 se presentan los resultados del tramo de la plataforma CHI-4 hasta la CHI-7.

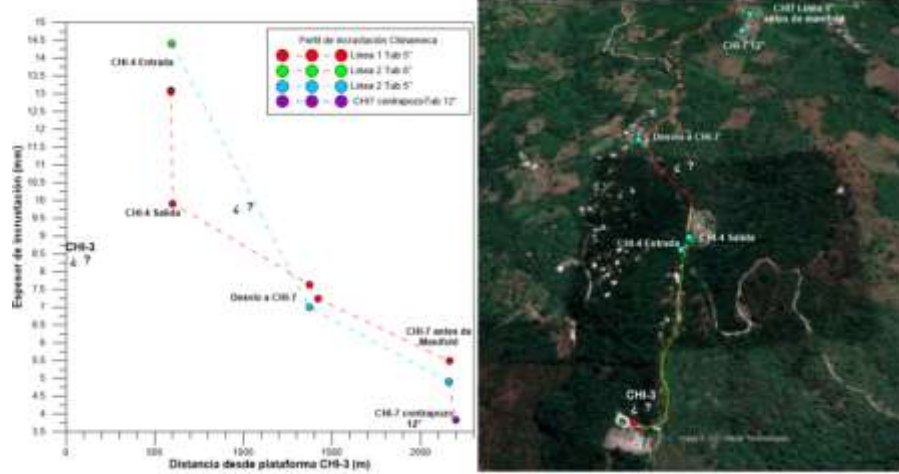


Ilustración 3 Perfil de inspección en línea de acarreo de Chinameca, tramo CHI-4 a CHI-7

### Proyecto Geotérmico San Vicente

Durante este período se realizó el mantenimiento de válvulas de la plataforma SV-5 hasta la SV-2. Adicionalmente se realizó el monitoreo de condiciones de temperatura y presión y reconocimientos de tubería. Durante los trabajos de reconocimiento de pozos se mantiene la integridad de los pozos tal como se reportó en el período anterior.

La disponibilidad de vapor es de 14 kg/s a una presión de cabezal de 8.4 bar-g. La capacidad de reinyección se estima en al menos 60 kg/s.

Otras actividades realizadas en el campo:

Se realizó la auscultación de la línea de acarreo, como parte de las actividades para garantizar el funcionamiento de los equipos e instalaciones del campo. Esta actividad se desarrolló por un contratista, abriendo ventanas a lo largo de las tuberías de acarreo para inspeccionar el espesor de la incrustación desde la plataforma SV-5 hasta la SV-2. En la Ilustración 4 se muestra los resultados de la inspección.

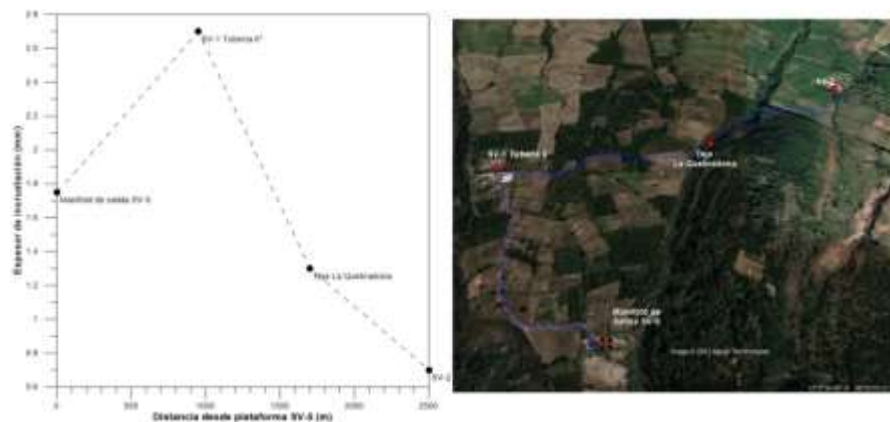


Ilustración 4 Perfil de incrustación en línea de acarreo de San Vicente, SV-5 a SV-2

## GESTIÓN DE ESTUDIOS Y EVALUACIÓN GEOTÉRMICA

---

### 1. Proyectos realizados

En el 2021, la Gerencia de Estudios brindó apoyo a los proyectos desarrollados por la empresa para mantener e incrementar la generación eléctrica a partir del recurso geotérmico.

Los proyectos realizados pueden agruparse en tres grandes grupos: a) Actividades de integración e investigación geocientífica; b) Actividades de monitoreo, seguimiento y evaluación; y c) Capacitaciones, implementaciones, mejoras de procesos y adquisiciones.

El detalle se describe a continuación:

#### 1.1 Actividades de Integración e investigación geocientífica.

- a) Integración de información geocientífica y modelado 3D del sistema geotérmico San Vicente mediante Leapfrog Geothermal.
- b) Estudio de exploración magnética al este y sureste del Campo Geotérmico de Ahuachapán.
- c) Estudios Geofísicos complementarios en la zona geotérmica de Cuyanausul.
- d) Instalación de estaciones sísmicas en Cuyanausul.
- e) Ejecución de Estudios complementarios MT en la zona geotérmica de Cuyanausul
- f) Participación en elaboración de propuestas de perforación, incluyendo perfiles de pozo y plan de pozos de los campos geotérmicos de Ahuachapán, Berlín, San Vicente y Chinameca.
- g) Control geológico de la perforación del pozo TR-14C.
- h) Control geológico de la perforación del pozo TR-12 B.
- i) Estudio geológico estructural complementario en área de Cuyanausul.
- j) Revisión petrográfica de los pozos TO-1 y TO-1 A
- k) Estudio complementario de Inclusiones fluidas de los pozos TO-1 y TO-1 A.
- l) Diseño e implementación de estrategia de reinyección en CG Berlín.
- m) Pruebas de neutralización de CO<sub>2</sub> en vapor descargado por el pozo TR-18A, del campo geotérmico de Berlín.
- n) Prueba de jarras para inhibición de polimerización de sílice en aguas a reinyección al TR-4R mediante ajuste de pH con ácido cítrico

- o) Estudio de efecto de reinyección en pozo TR-4C mediante análisis de presión-entalpía.
- p) Inspección de válvulas línea de reinyección SV5, CHI-3 a CHI-7 para muestreo y elaboración de perfil de incrustación.
- q) Investigación de Métodos Químicos para reducir las Incrustaciones de Sílice en la Reinyección Fría de la CGA.
- r) Inhibición de incrustación por sílice en aguas a reinyección en frío por el método de separación de sílice.
- s) Diseño y evaluación de un sistema automático de modificación de pH para el sistema de acarreo 4/5 de la Campo Geotérmico Berlín. (Termochem assessment).
- t) Diseño del plan de seguimiento geoquímico operación de planta a boca pozo SV-5.
- u) Validación y estimación de la incertidumbre de metodologías colorimétricas: Sílice Total, Sílice Monomérica, Sílice azul heteropoly y Boro curcumina.
- v) Validación y estimación de incertidumbre de metodologías potenciométricas: Carbonatos, Bicarbonatos y pH.
- w) Instalación de una planta modular de Biogás Escala Piloto

## 1.2 Actividades de monitoreo, seguimiento y evaluación.

- a) Monitoreo gravimétrico del Campo Geotérmico Berlín 2021.
- b) Monitoreo de Subsistencia del Campo Geotérmico de Berlín 2021.
- c) Monitoreo de Subsistencia del Campo Geotérmico de Ahuachapán 2021
- d) Monitoreo sísmico de los Campos Geotérmicos Berlín, Ahuachapán, Chinameca y San Vicente 2021.
- e) Monitoreo meteorológico continuo de los Campos Geotérmicos Ahuachapán, Berlín, Chinameca y San Vicente 2021.
- f) Monitoreo de Cambios de Resistividad Eléctrica en los primeros 150 Metros del Campo Geotérmico de Berlín periodo 2015-2021.
- g) Monitoreo geológico de fumarolas campo geotérmico de Berlín
- h) Monitoreo geológico de fumarolas campo geotérmico de Ahuachapán
- i) Monitoreo geológico de fumarolas área geotérmica de Chinameca
- j) Seguimiento Geoquímico de los Campos Geotérmicos Berlín y Ahuachapán.
- k) Seguimiento Geoquímico de los Campos Geotérmicos Chinameca y San Vicente.

- l) Seguimiento al proyecto base de datos ArcGis. Generación de productos para publicación en Enterprise.
- m) Preparativos, monitoreo en plataforma y seguimiento a la evolución química durante descarga de los pozos AH-35D, TO-1A, TR-12B y CHI-6A.
- n) Evaluación Geoquímica de muestreos profundos de pozo TR-5D.
- o) Limpieza química de los pozos TR-5, TR-5D, TR-4R, TR-1A, TR-17A del campo geotérmico de Berlín.
- p) Estudios Geoquímicos complementarios de gases difusos en la zona geotérmica de Cuyanausul.
- q) Monitoreo geoquímico de fumarolas en el campo geotérmico de Chinameca.
- r) Monitoreo geoquímico de fumarolas en el campo geotérmico de San Vicente.
- s) Monitoreo sistema campo planta en Berlín, Ahuachapán, Chinameca y San Vicente
- t) Monitoreos superficiales en los campos geotérmicos de Ahuachapán, Berlín, Chinameca y San Vicente
- u) Monitoreo para certificación de las Reducciones Certificadas de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Bonos de Carbono)
- v) Auditorías de seguimiento al sistema de gestión acreditado del laboratorio y otros.

### **1.3 Capacitaciones, implementaciones, mejoras de procesos y adquisiciones.**

- a) Segunda fase de capacitación en el uso del programa Leapfrog Geothermal.
- b) Implementación de base de datos geocientífica a través del software geothermal data Manager (GDManager) versión 4.16.10.28.
- c) Implementación del software ISOTOOLS.
- d) Adquisición de equipo (RAD7) para la determinación de radón en pozos geotérmicos y manifestaciones superficiales de los campos Berlín y Ahuachapán.
- e) Cierre contrato No. LaGEO-29/2019: Adquisición de sistema cromatográfico de gases.
- f) Proceso de licitación para la adquisición de un sistema de absorción atómica.
- g) Adquisición de 4 estaciones sísmicas: 4 registradores de marca Geotech y 4 sensores marca Geospace.

Nota: A continuación, se presentan algunos ejemplos de aplicaciones geocientíficas que permiten obtener mejores resultados, en los campos en monitoreo y estudio (producción y desarrollo).

## LOGROS DE LA GESTIÓN DE ESTUDIOS

### 2.1 Actividades de Integración e investigación geocientífica

#### 2.1.1 Integración de información geocientífica y modelado 3D del sistema geotérmico San Vicente mediante Leapfrog Geothermal.

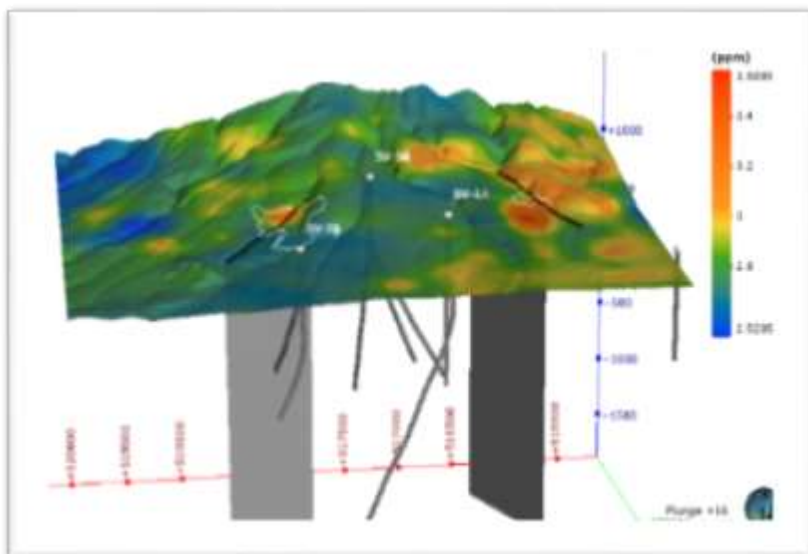


Figura 1: Modelo 3D de pozos y gases difusos (CO<sub>2</sub>) y distribución de entalpia geoquímica en profundidad. Campo geotérmico San Vicente.

#### 2.1.2 Instalación de estaciones sísmicas en Cuyanausul.

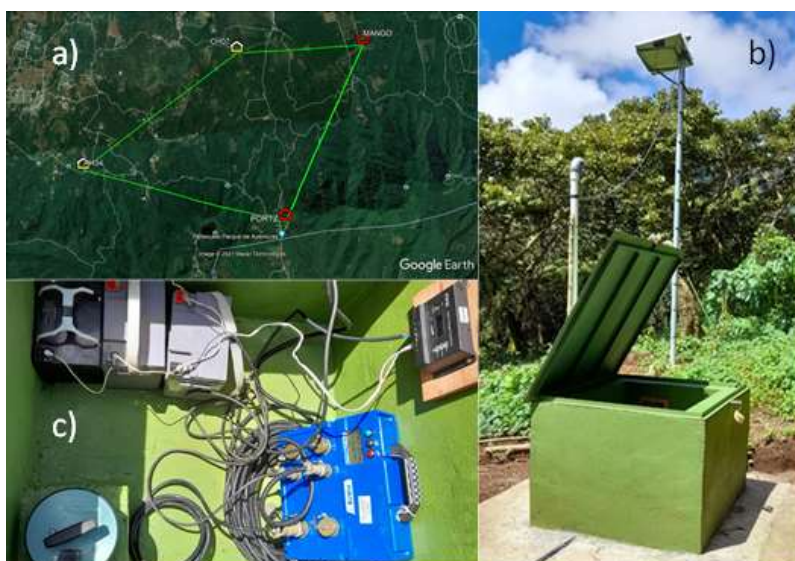


Figura 2: Instalación de red sísmica en Cuyanausul. a) Red de monitoreo sísmico Cuyanausul; b) Estación sísmica PORTZ; c) Disposición del equipo de registro sísmico.

2.1.3 Ejecución de estudios complementarios MT en la zona geotérmica de Cuyanausul.

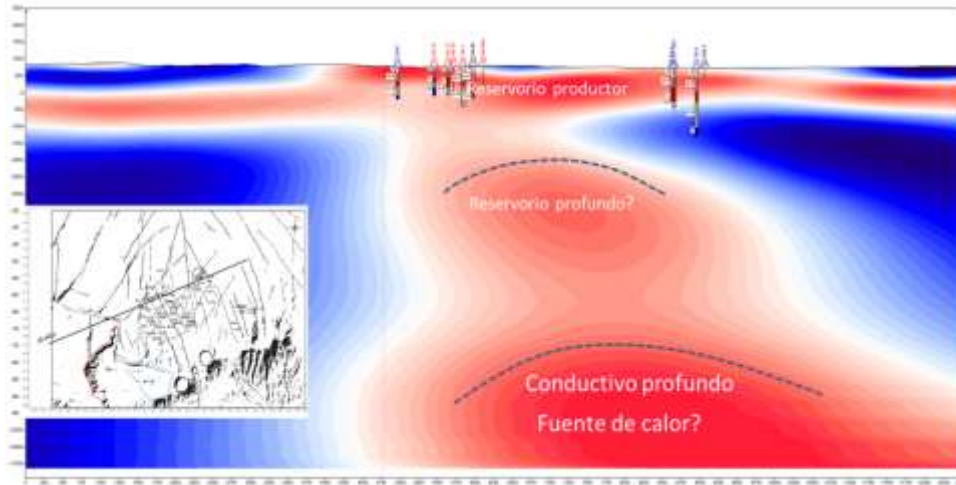


Figura 3. Resultado de actualización de modelo 3D, estudio complementario MT DE Cuyanausul 2021.

2.1.4 Participación en elaboración de propuestas de perforación, incluyendo perfiles de pozo y planes de pozos de los campos geotérmicos de Ahuachapán, Berlín, San Vicente y Chinameca.

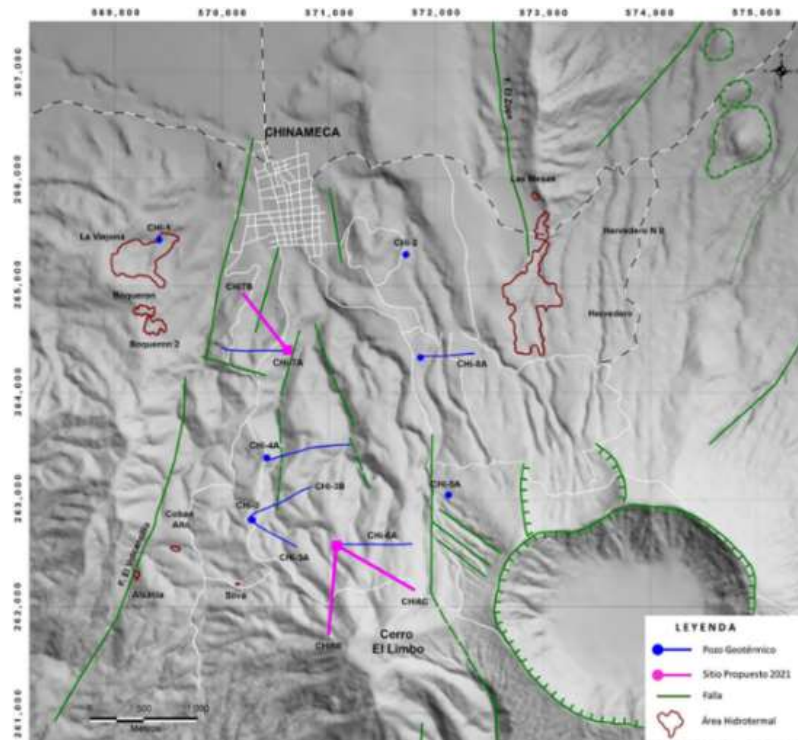


Figura 4: Propuestas de pozos nuevos en el área de Chinameca, definidos con base en criterios geológicos, geoquímicos y geofísicos, integrados en el modelo conceptual.

2.1.5 Control geológico de la perforación del pozo TR-14C.

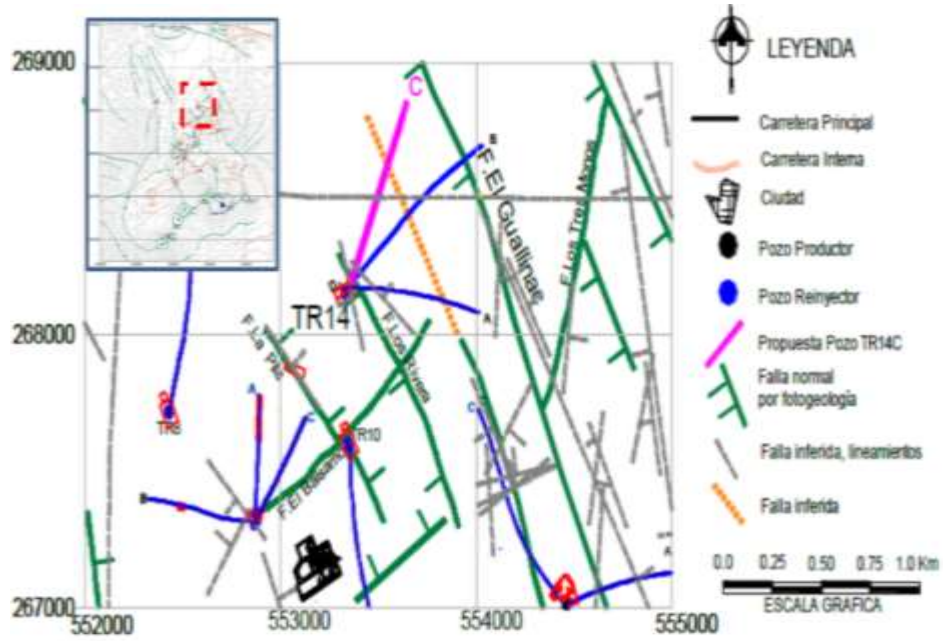


Figura 5: Mapa de ubicación del pozo TR-14C (línea magenta)

2.1.6 Control geológico de la perforación del pozo TR-12B.



Figura 6: Proyección en superficie del pozo TR-12B (línea roja)



2.1.7 Estudio geológico estructural complementario en área de Cuyanausul.

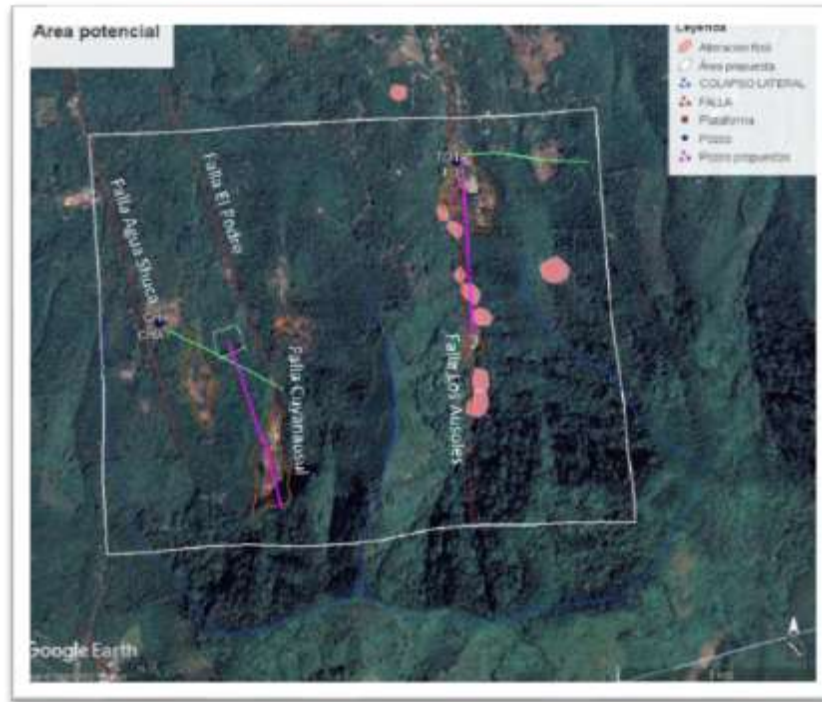


Figura 7. Área de potencial geotérmico y propuestas de pozos direccionales (líneas de color magenta).

2.1.8 Diseño e implementación de estrategia de reinyección en CG Berlín.

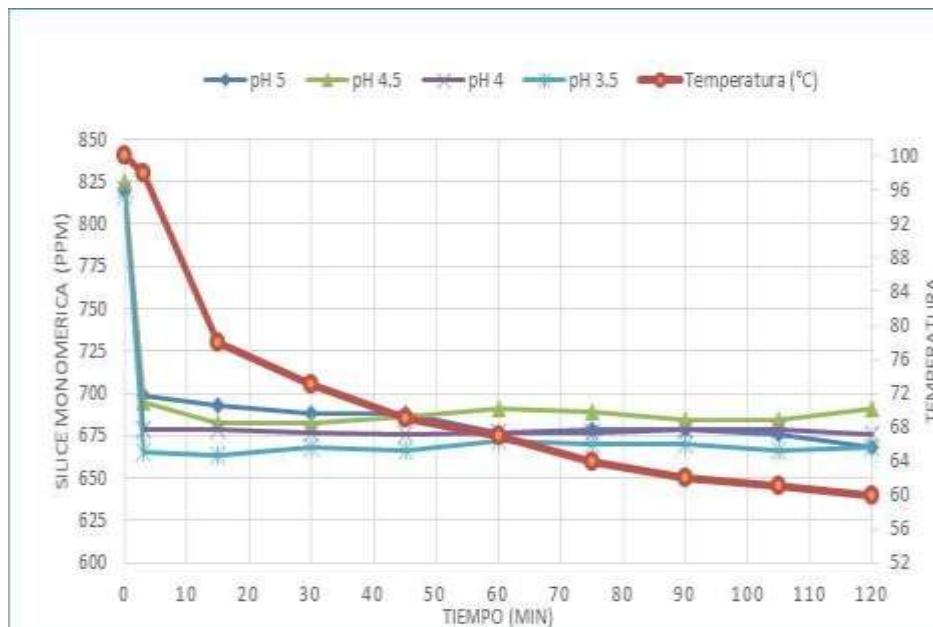


Figura 8: Comportamiento de la sílice monomérica en agua geotérmica descargada a la atmósfera

2.1.9 Pruebas de neutralización de CO<sub>2</sub> en vapor descargado por el pozo TR-18A, del campo geotérmico de Berlín.



Figura 9. Banco de pruebas en campo plataforma TR-18

2.1.10 Prueba de jarras para inhibición de polimerización de sílice en aguas a reinyección al TR-4R mediante ajuste de pH con ácido cítrico.



Figura 10: A) Puntos de dosificación sobre línea bifásica.  
B) Quill retráctil instalado sobre Puntos de dosificación en vertederos del separador atmosférico.

2.1.11 Inspección de válvulas línea de reinyección SV-5, CHI-3 A CHI-7 para muestreo y elaboración de perfil de incrustación.

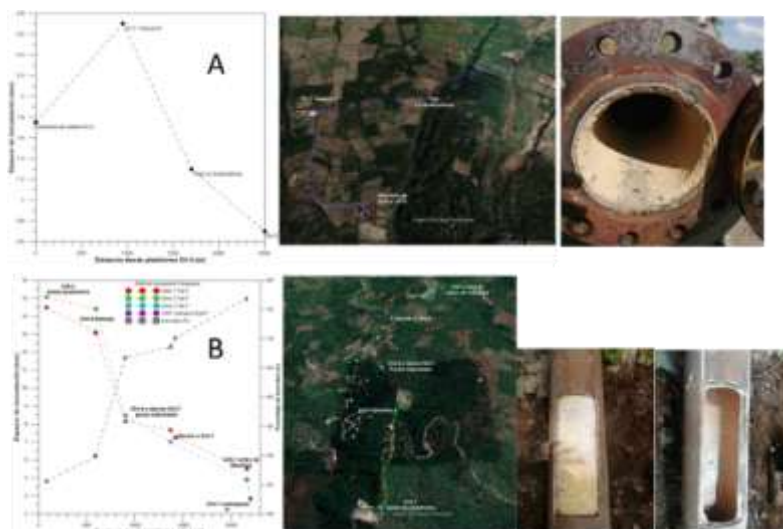


Figura 11: Perfil de incrustación líneas de acarreo A) San Vicente, B) Chinameca.

2.1.12 Investigación de Métodos Químicos para reducir las Incrustaciones de Sílice en la Reinyección Fría de la CGA.



Figura 12: Pruebas de Inhibidores de Sílice en la CGA

2.1.13 Inhibición de incrustación por sílice en aguas a reinyección en frío por el método de separación de sílice.



Figura 13: Agua Geotermia estancadas en piletas CHI3. A) muestra agua antes de separación de sílice (vista hacia el norte) y B) muestra agua después de separación se sílice (vista hacia el sur).

2.1.14 Validación y estimación de la incertidumbre de metodologías colorimétricas: Sílice Total, Sílice Monomérica, Sílice azul heteropoly y Boro curcumina.

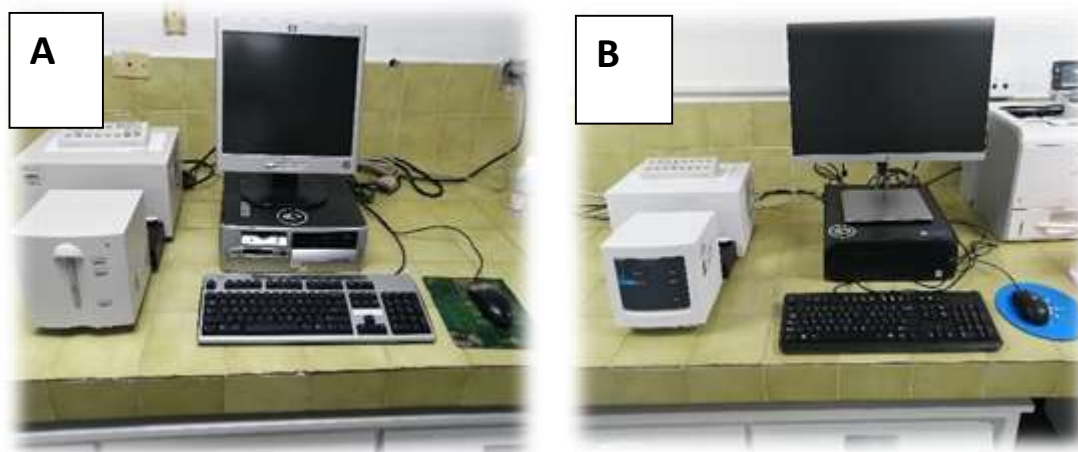


Figura 14: A) UV-Vis Agilent 8453 (obsoleto); B) UV-Vis Agilent 8454 (Nuevo)

2.1.15 Validación y estimación de la incertidumbre de metodologías potenciométricas: Carbonatos, Bicarbonatos y pH.

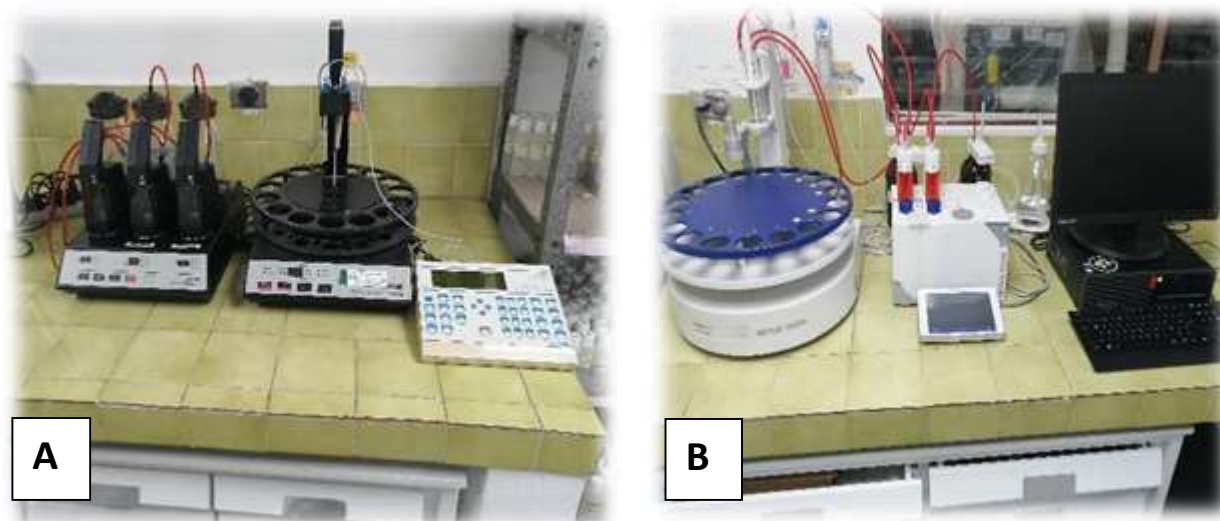


Figura 15: A) Titulador Radiometer TIM 900 (obsoleto);  
B) Titulador Mettler Toledo T9 (Nuevo)

2.1.16 Instalación de una planta modular de Biogás Escala Piloto

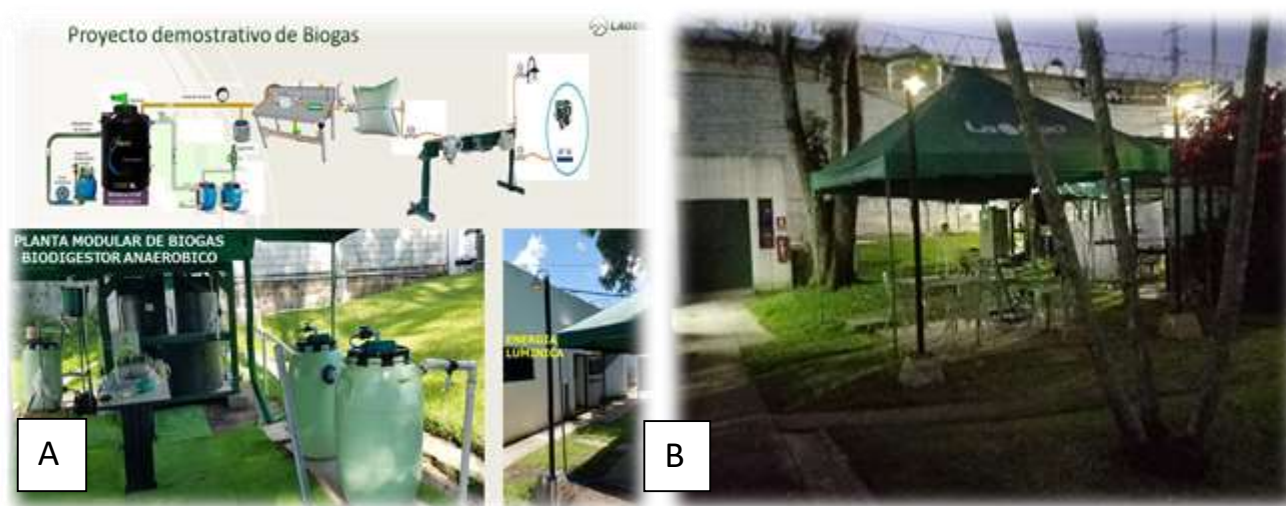


Figura 16: A) Planta modular de biogás a escala piloto B) Luminarias nocturnas utilizando el biogás generado.

2.2 Actividades de monitoreo, seguimiento y evaluación.

2.2.1 Monitoreo gravimétrico del Campo Geotérmico Berlín 2021

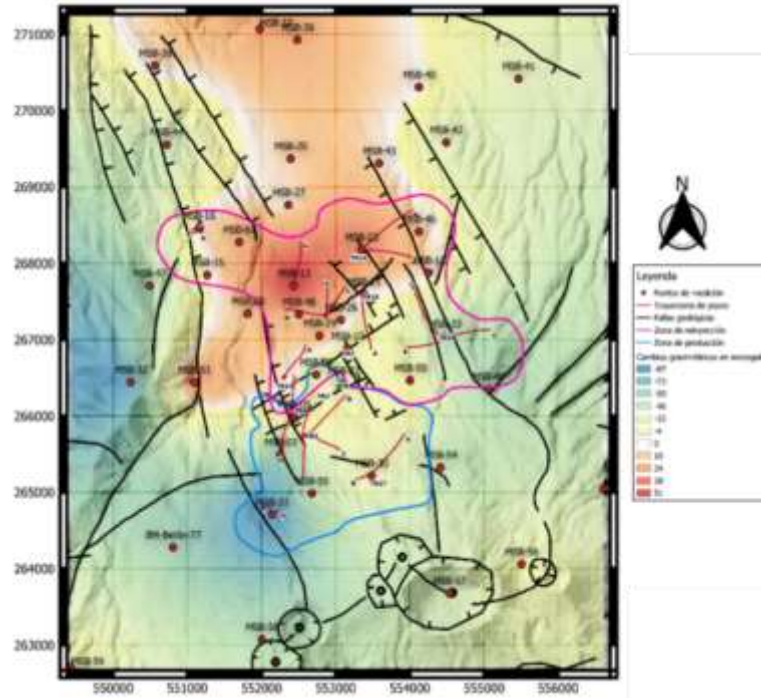


Figura 17: Cambios de gravedad observados entre 2021 - 2016. CG Berlín.

2.2.2 Monitoreo de Subsistencia del Campo Geotérmico de Berlín 2021.

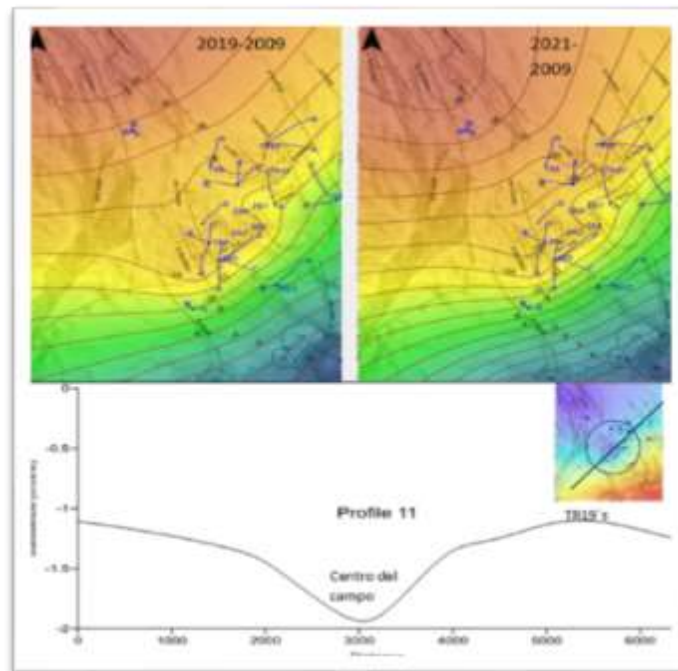


Figura 18: Comparativa de cambio de elevación entre 2009-2019 y 2009-2021

### 2.2.3 Monitoreo sísmico de los Campos Geotérmicos Berlín, Ahuachapán, Chinameca y San Vicente.

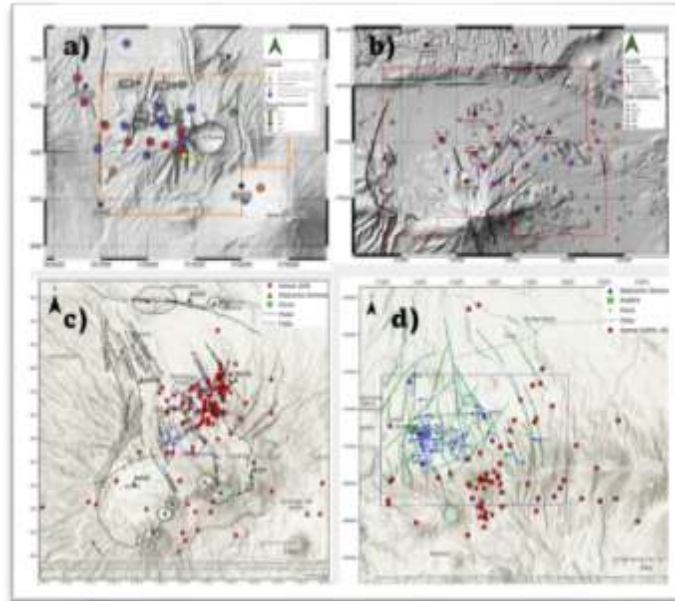


Figura 19: Mapas que muestran el consolidado de datos sísmicos en los campos geotérmicos.  
a) Chinameca, b) San Vicente, c) Ahuachapán, d) Berlín.

### 2.2.4 Monitoreo geológico de fumarolas campo geotérmico de Berlín.

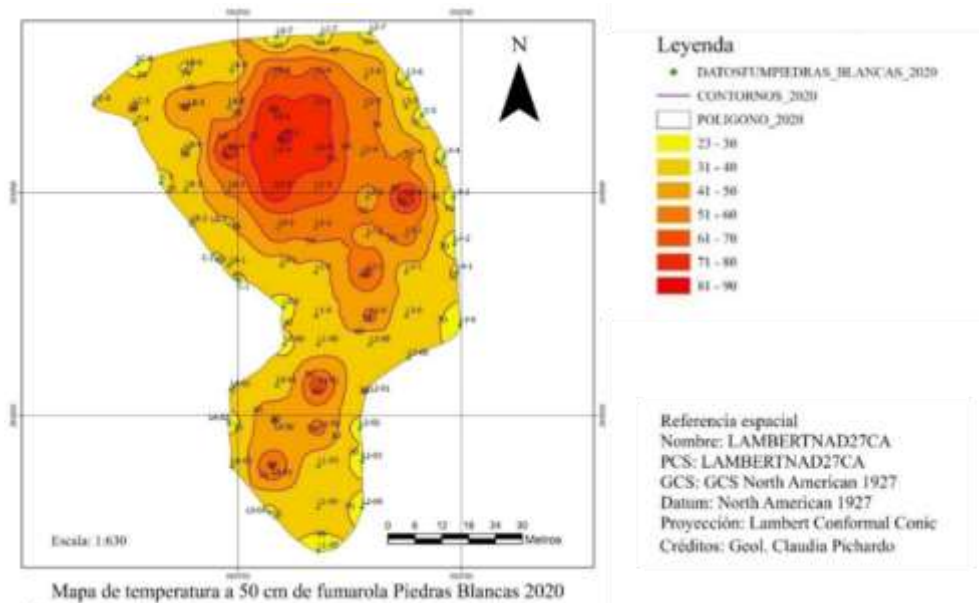


Figura 20: Isocontornos de temperatura del área de fumarola y alteración hidrotermal Piedras Blancas, campo geotérmico Berlín.

2.2.5 Seguimiento Geoquímico de los Campos Geotérmicos Berlín y Ahuachapán.

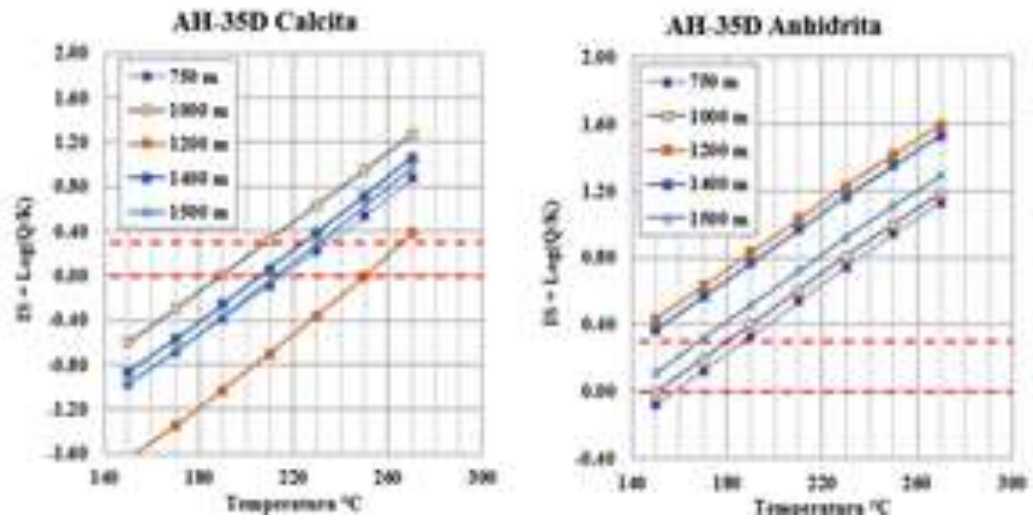


Figura 21: Índices de saturación de minerales (Calcita y Anhidrita en el pozo AH-35D)

2.2.6 Seguimiento Geoquímico de los Campos Geotérmicos Chinameca y San Vicente.



Figura 22: Descarga Pozo CHI-6A en noviembre de 2021



2.2.7 Preparativos, monitoreo en plataforma y seguimiento a la evolución química durante descarga de los pozos AH-35D, TO-1A, TR-12B y CHI-6A.



Figura 23: Purga de gases y neutralización de olores previo a la descarga del pozo TO-1A. Instalación de arreglos para conexión de a) bombas dosificadoras y b) inyectores de químicos.

2.2.8 Limpieza química de los pozos TR-5, TR-5D, TR-4R, TR-1A, TR-17A del campo geotérmico de Berlín.



Figura 24: Graficas de evolución de agua y gases, descargas del pozo CHI-6A

## 2.2.9 Monitoreos superficiales en los campos geotérmicos de Ahuachapán, Berlín, San Vicente y Chinameca.



Figura 25: Monitoreos superficiales realizados en los campos geotérmicos

## 2.3 Capacitaciones, implementación de metodologías, mejora de procesos y adquisiciones.

### 2.3.1 Segunda fase de capacitación en el uso del programa Leapfrog Geothermal.

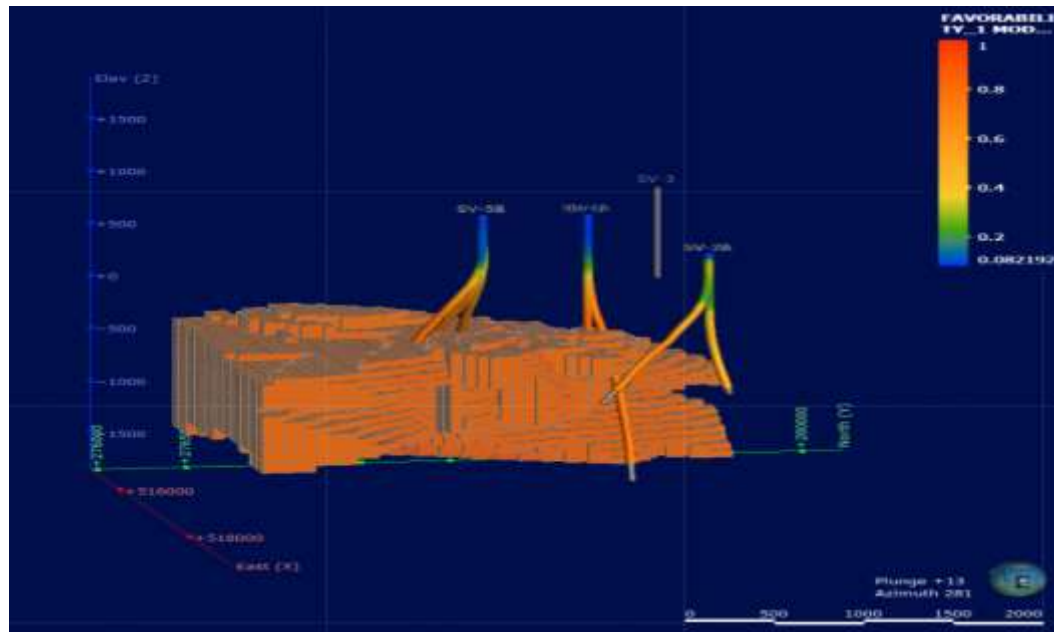


Figura 26: Visualización 3D de modelo ponderado para el Campo Geotérmico de San Vicente con el programa Leapfrog

2.3.2 Adquisición de equipo (RAD7) para la determinación de radón en pozos geotérmicos y manifestaciones superficiales de los campos berlín y Ahuachapán.



Figura 27: Pruebas preliminares del equipo RAD7 en fluido de pozo TR-18.

2.4 Apoyo a la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)

2.4.1 Estudio de resistividad en área con potencial para explotación de agua subterránea en zona de la Central Hidroeléctrica Cerrón Grande

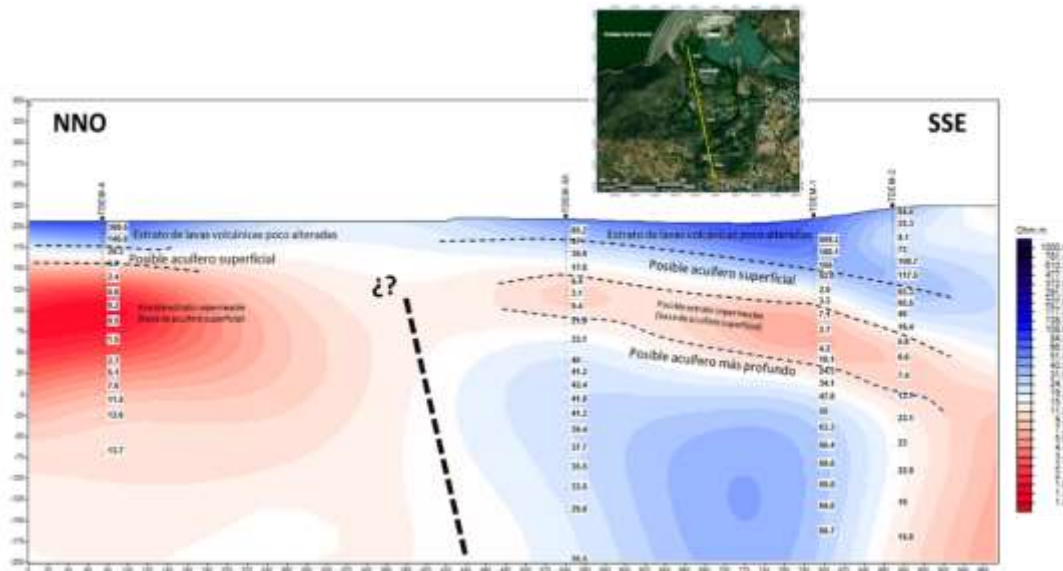


Figura 28: Resultado de estudio de resistividad en la zona de la Central Hidroeléctrica El Chaparral

## 2.4.2 Estudio de resistividad en área con potencial para explotación de agua subterránea en zona de la Central Hidroeléctrica Chaparral.

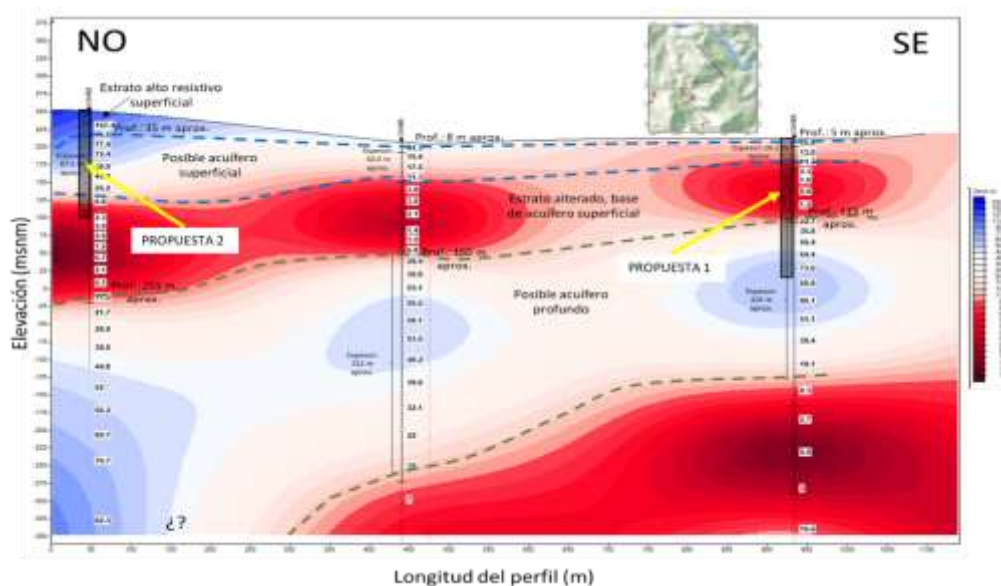


Figura 29: Resultado de estudio de resistividad en la zona de la Central Hidroeléctrica El Chaparral

- 3 A quién han beneficiado los proyectos y acciones implementadas
  - Los proyectos realizados han beneficiado a los clientes internos. Los monitoreos de los campos en explotación tienen por objetivo contribuir a mejorar el conocimiento del reservorio y por ende al manejo del sistema campo-planta, lo que contribuye al mantenimiento de la operación continua de las centrales geotérmicas.
  - Los monitoreos en los campos en exploración como Chinameca, San Vicente y Cuyanausul contribuyen a completar la información geocientífica, lo cual ayuda al conocimiento del sistema y apoyan los procesos de definición de sitios y objetivos de perforación para el aprovechamiento del recurso geotérmico.
  - Los modelos integrados en Leapfrog y la actualización del modelo 3D de datos MT aportan a la actualización de los modelos conceptuales, así como definir propuestas de perforación que contribuyen al mantenimiento o incremento de la generación eléctrica.
  - A instituciones de gobierno como la CEL, si las perforaciones de pozos someros en las presas resultan exitosas, tomando como base el apoyo brindado por la unidad de geofísica, se aliviaría el problema de suministro de agua potable en el campamento de las presas El Chaparral y Cerrón Grande.

#### 4 Otras actividades relevantes realizadas este año

Entre otras actividades relevantes se puede mencionar la participación de personal de la Gerencia de Estudios en los siguientes programas:

- Participación en el desarrollo del proyecto denominado "Yacimientos II". Auspiciada por el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR) con el soporte de la Cooperación Alemana (GIZ). Como parte de este proyecto dos geofísicos participaron este año en una práctica de Magnetometría con Dron, realizada en Honduras. A la vez, se está apoyando en la búsqueda de opciones de desarrollo agroindustrial de usos directos y en cascada del calor geotérmico
- Participación en el desarrollo del proyecto denominado "GEO II", con el soporte de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ).
- Participación en el Proyecto SATREPS "Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development", Proyecto para Exploración Geotérmica por medio de la Técnica de Prospección de Termoluminiscencia y Evaluación del Reservorio Geotérmico por Integración de Datos Geológicos, Geofísicos y Geoquímicos. Como parte del proyecto llevó a cabo este año dos campañas de recolección de muestras de rocas de diferentes zonas del país y enviadas a Japón.
- Participación en el Proyecto de Exploración y Evaluación del Recurso de Hidrocarburos en El Salvador, llevado a cabo por la Unidad de Hidrocarburos de CEL.
- Participación del laboratorio químico en la ronda de ensayos de aptitud en la matriz de "Agua de Alta Salinidad", desarrollada por Global Proficiency, en la cual se obtuvieron resultados satisfactorios en ensayos tales como: Carbonatos y bicarbonatos, pH, conductividad eléctrica, cloruros (potenciométrico y cromatografía de iones), fluoruros (potenciométricos y cromatografía de iones), sulfatos (colorimétricos y cromatografía de iones), calcio, mercurio, sodio y sólidos totales disueltos.
- Participación de personal en congresos locales e Internacionales como expositores y como oyentes.

Detalle de actividades	Área participante	Tipo de participación
Congreso mundial de geotermia edición 2021.	Geofísica	Presentación de paper: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strengthening Geological Interpretation Using Fluid Inclusion Studies in Geothermal Fields of El Salvador</li> <li>• Geological Field Mapping for Geothermal Exploration</li> <li>• Head on Resistivity Method Application in Geothermal Fields of El Salvador, Central</li> <li>• Application of Time Domain Electromagnetic Method to Monitor the Shallow Resistivity of a Geothermal Field</li> <li>• Geophysical Methods Implemented for Geological Structures Characterization in El Salvador Geothermal Fields.</li> </ul>

Seminario: Volcán San Salvador, más que un majestuoso volcán.	Toda la Gerencia	Presentación de paper por geofísica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios Geofísicos en fase de reconocimiento en el Volcán de San Salvador</li> </ul>
Cuarto seminario de formación continua "La investigación hidrogeológica como base del conocimiento para la gestión y desarrollo sostenible del recurso hídrico en El Salvador"	Geofísica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación como oyentes.</li> </ul>
Tercera edición del Congreso IEEE GRSS 2021 "Congress of Geoscience and Remote Sensing"	Geofísica	Presentación de los temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolución Temporal del Modelo Conceptual del CG de Berlín"</li> <li>Introducción a la Geofísica Aplicada a la Geotermia"</li> </ul>
Taller EAGE sobre Geotermia en Latinoamérica	Toda la Gerencia	Presentación de paper por geofísica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Geophysical Characterization of Berlin Geothermal Field</li> <li>Application of Time Domain Electromagnetic Method to Monitor the Shallow Resistivity of a Geothermal Field</li> </ul>
Conferencia Virtual "Uso directo de la energía geotérmica en Nueva Zelanda, algunas ideas de la empresa Contact Energy".	Toda la Gerencia	Participación como oyente
Participación en el curso Geothermal Training Programme de Islandia. Organizado por GRO-GTP.	Geofísica	Participación en curso de 6 meses:
Short Course on Conceptual Modelling of Geothermal Systems, en la modalidad "online", realizado en el marco de Congreso Mundial de Geotermia (WGC) en Reikjavik, Islandia	Geofísica Geología	Participación como oyente
Estudios de Maestría en Japón y en la Universidad de El Salvador con especialidad en geotermia y geología respectivamente.	Geofísica Geoquímica Geología Laboratorio	Participación de diferentes profesionales de las distintas áreas de la Gerencia de Estudios.
Training course on Advances in Data Processing and Interpretation Applied to Isotope Hydrologic Studies (IAEA).	Geoquímica Laboratorio	Entrenamiento durante 3 meses

## RECURSOS HUMANOS

El año 2021 el equipo de Recursos Humanos tuvo como objetivo principal innovar en cada una de sus actividades realizadas, desde cuidar detalles personalizados en los eventos institucionales, acompañar los programas de desarrollo profesional, como también iniciando una etapa de automatización en los procesos de servicios que se brindan a todos los colaboradores de LAGEO. En este informe se enumeran las principales acciones:

1. Prestaciones al personal
  - a. Ayuda económica para lentes con lo cual se benefició a 105 empleados, incluyendo cónyuges e hijos.
  - b. Pago de cursos de idiomas a 11 empleados
  - c. Ayuda económica universitaria a 10 empleados
  - d. Apoyo económico por defunción a 26 empleados
2. Actividades especiales.
  - a. Curso corto de Geotermia: Con el objeto de que el personal administrativo conozca las principales actividades científicas y productivas de la empresa se inició el curso Corto de Geotermia, que comprende la exposición de las diferentes áreas técnicas de la empresa. Contando con la participación de 43 colaboradores a quienes se les entregó un diploma de participación
  - b. Diagnóstico de Equidad y Género: Se presentó informe de diferentes proyectos y medidas encaminadas a generar oportunidades para una mayor participación de las mujeres en labores destinadas a contribuir en la generación de energía eléctrica.
  - c. Programa de Apoyo a Estudiantes Técnicos y Universitarios: Se recibieron 27 estudiantes de carreras afines al proceso productivo, a quienes se les brindó la oportunidad de realizar horas sociales, pasantías y prácticas profesionales como requisito para sus procesos de graduación y aprendizaje.
3. Capacitación al Personal:
  - a. Se desarrollaron 989 acciones formativas, a nivel nacional e internacional, con el propósito de desarrollar las competencias del talento humano; con 404 participaciones de los colaboradores de LAGEO y Subsidiarias, con una inversión total de US\$194,503.46, incluyendo fondos propios y fondos cubiertos por el INSAFORP.
  - b. Se gestionó la participación de 5 becarios a nivel internacional, quienes desarrollan estudios especializados en la Universidad de Tohoku, Japón y Universidad de Las Naciones Unidas en Reykjavik,

Islandia, ambos programas patrocinados por Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

4. Automatización en las gestiones de RRHH:

- a. La información relacionada a la planilla como: horas extras, viáticos, recargos, etc. son cargadas de forma automáticas al sistema de RRHH; el objetivo es: eficientar los recursos y tiempos de trabajo, que permiten evitar reprocesos en todas las áreas involucradas en la elaboración de planilla, llevar mejor controles y récord de los datos procesados, a la vez reduce la cantidad de papel e impresiones utilizadas.
- b. Envío de boletas de pago electrónico: Se modernizó la entrega de boletas de pago a través de medio digitales, reduciendo en muchas horas el tiempo de entrega de cada comprobante de pago a cada colaborador.
- c. Envío de constancias de renta anuales de forma electrónica.
- d. Automatización del proceso de solicitud de cheque: Lo que permite que la información contable sea procesada de forma inmediata, mejorando los tiempos de trabajo de diferentes áreas
- e. El Control y seguimiento de pago de vacaciones de cambio de forma manual a un proceso electrónico.
- f. Sistema Automatizado de prestaciones: Se ha iniciado el sistema de AUTOGESTIÓN de prestaciones, teniendo a la fecha en forma automática, la consulta, solicitud y procesos de Prestaciones de Lentas, Prestación de Idiomas.
- g. Sitio web de RRHH: con el objetivo de informar de primera mano de las actividades de la empresa, cursos de capacitación para el personal, calendario de actividades y pago e información general, se creó el sitio web de RRHH.
- h. Estaciones de información: se instalaron estaciones de información para el personal que no posee cuenta electrónica institucional, en estas pueden verificar todos los anteriores literales.
- i. Con el objetivo de mantener una comunicación efectiva con el personal, se gestionó la compra de pantallas para informar de las actividades de la empresa que no cuentan con correo institucional.
- j. Se instalaron 2 en la sede de Ahuachapán, 2 en la sede de Berlín y 3 en la oficina central de Santa Tecla.



5. Entrega de uniformes en las tres sedes más el personal que apoya
  - a. Se entregó la dotación de uniformes en cada sede de acuerdo con la función que desarrollan los colaboradores.
6. Actividades sociales.
  - a. Visita y entrega de presentes a cumpleaños.
  - b. Celebración del día de la Mujer.
  - c. Celebración del día de las madres.
  - d. Celebración del día del padre.
  - e. Actividades de celebración de Semana Santa, Feriado de agosto y día de la independencia.
  - f. Actividades navideñas:
    - i. Envío de regalos y pizza a los hijos de los colaboradores que se inscribieron en la actividad.
    - ii. Celebración navideña, entrega de vales para pavo, rifas, karaoke y cena en la central geotérmica de Ahuachapán (10 de diciembre de 2022).
    - iii. Celebración navideña, entrega de vales para pavo, rifas, karaoke y cena en la central geotérmica de Berlín (15 de diciembre de 2022).
    - iv. Celebración navideña, entrega de vales para pavo, rifas, karaoke y cena en la Sede central Santa Tecla (17 de diciembre de 2022).
    - v. Cena navideña para personal de operaciones que laboró el 24 y el 31 de diciembre hasta la medianoche.

## GESTIÓN SOCIAL

En 2021 FUNDAGEO, el brazo social de LAGEO, logró beneficiar a más de 140 comunidades dentro del radio de acción de nuestras Plantas y Campos Geotérmicos en: Ahuachapán, Berlín, Chinameca y Tepetitán. Para ello, se realizaron más de 39 proyectos lo que se tradujo en más de 239,825 personas beneficiadas. La finalidad de los proyectos ejecutados ha sido buscar siempre la mejora a favor de la calidad de vida de las personas identificando los puntos más importantes en donde impactar de una manera integral y apegados al camino trazado por nuestra misión, visión y valores.

## SEGURIDAD INDUSTRIAL

LAGEO es una empresa comprometida en la prevención de riesgos laborales en todas sus sedes e instalaciones y hace cumplimiento en su política, al ser responsable de proveer todos los recursos necesarios que establezcan garantías y responsabilidades para generar métodos de trabajos que controlen los riesgos en todos sus procesos garantizando la salud de todos sus colaboradores, contratistas y visitantes.



Tecla.

- Mecanismos de evaluación periódica del Programa de Gestión de Prevención de Riesgos Ocupacionales:
- Implementación de la Política de Prevención de Riesgos Laborales LAGEO
- Registro actualizado de accidentes, enfermedades profesionales y sucesos peligrosos. (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín)
- Diseño e implementación de plan de emergencia y evacuación: (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín)
- Revisión y actualización anual de planes de emergencia de las centrales, oficinas centrales, laboratorio.
- Ejecución de simulacros combinados en centrales geotérmicas y oficinas centrales Santa

- Capacitación de Brigadas en: Prevención y Combate de Incendios. (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín)
- Capacitación de Brigadas en: Materiales Peligrosos. (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín)
- Capacitación de Brigadas en: Técnicas de evacuación en caso de emergencia. (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín).
- Capacitación de Brigadas en: Primeros auxilios. (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín)
- Capacitación para trabajos en alturas al Personal de Santa Tecla y Berlín.
- Se realizaron capacitaciones presenciales y virtuales para el manejo a la defensiva en todas las sedes.
- Gestión de Compra y entrega de equipos de protección personal y colectiva en todas las sedes de LAGEO
  - Adquisición de líneas de posicionamiento para trabajos seguros en alturas. (Sede Santa Tecla y Berlín)
  - Se proporciono equipo de protección personal como guantes, lentes, cascos de seguridad, rodilleras, cubre cuellos y protectores auditivos en todas las sedes.
  - 8 mangas de vientos.
- Planificación de las actividades y reuniones del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional:
  - Reglamento General de Comité de Seguridad y Salud Ocupacional LAGEO, para todos sus centros de trabajo.
  - Reuniones mensuales con el comité.
  - Implementación de Programa de Inspecciones en todos los centros de trabajo.
- Formulación de un programa de difusión y promoción de las actividades preventivas en los lugares de trabajo:
  - Actualización de señalización existente en las centrales geotérmicas, plataformas y oficinas centrales Santa Tecla.
  - Sustitución de señales dañadas y colocación de señalización horizontal y vertical nueva en las Centrales Geotérmicas, FUNDAGEO y Santa Tecla.
  - Actualización y elaboración de Normativa de Seguridad y Salud Ocupacional LAGEO 2021
  - Construcción de rampa de acceso para personas discapacitadas en el acceso de Laboratorio y pasamanos en el parqueo de la flota vehicular.



- Colocación de señalización de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en los portones de las plataformas Chinameca y Berlín.
- Garantizar la efectiva aplicación de los métodos de control de riesgos
  - Mejora de los mecanismos de identificación, asignación y control de Equipo de Protección Personal.
  - Charlas de Inducción de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional a visitantes, contratista y empleados para el ingreso a las instalaciones LAGEO (Sedes: Santa Tecla, Ahuachapán y Berlín). De igual forma antes y durante los mantenimientos mayores en las centrales geotérmicas.
  - Charlas de 5 minutos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional durante los mantenimientos mayores en las centrales geotérmicas.
- Mejorar los mecanismos de respuesta ante las emergencias
  - Mantenimiento y recarga de extintores 200lbs tipo PQS y 60 lbs del tipo CO2
  - Se realizó mantenimiento preventivo de sistema de detección y supresión de incendios en área de servidores y planta telefónica con agente limpio en Oficinas Centrales Santa Tecla
  - Mantenimientos a equipos de detección y supresión de incendios para sala de potencia Unidad 3 y Cuarto de baterías en la CGBE.
  - Compra y colocación de 15 lámparas de emergencias Led nuevas para oficinas centrales Santa Tecla.
  - Mantenimiento al sistema de detección y alarma del sistema contra incendios de Edificio de Oficinas de Central Geotérmica Berlín.
  - Equipamiento de 6 Extintores de CO2, 1 extintor tipo K para área de comedor y 5 Polvo Químico Seco de 20 lb para oficinas de Chinameca.
  - Instalación de nuevos gabinetes resistentes al ambiente corrosivo de las plantas para el sistema contra incendios.
  - Mantenimiento a los sistemas contra incendio de todos los centros de trabajo.
  - Actualización de planos de rutas de evacuación.
  - Dotación y compra de botiquines de emergencia para todas las áreas de LAGEO, así mismo, formación de primeros auxilios para personal destacado en proyecto ciclo binario 2 Berlín.
  - Férulas inflables para primeros auxilios.
  - Evaluación de iluminancia y colocación de 15 lámparas led en puestos de trabajos especializados.
- Supervisión de Seguridad Industrial a los lugares de trabajos:

- Supervisión en Plataformas: TR4, TR5, TR8, TR14, TR11, TR12, CH9, AH2, AH35, CHI3, CHI6, CHI7.
- Supervisión y sofocación de incendios CGB durante época de verano.
- Supervisión a estimulaciones y limpiezas a las diferentes plataformas de CGB y CGA.
- Supervisión a las obras de construcción para el Ciclo Binario 2
- Supervisión de seguridad a los mantenimientos mayores y menores de las plantas Berlín y Ahuachapán.
- Medidas de atención ante la pandemia COVID-19
  - Actualización y revisión de protocolo y plan de acción LAGEO ante la pandemia COVID-19
  - Gestión de compra y entrega mensual de mascarillas de protección a todos los empleados de LAGEO.
  - Colocación y mantenimiento de dispensadores de alcoholgel en todos los centros de trabajos
  - Se filtró el ingreso de todo personal mediante el uso de cámaras térmicas y termómetros y protocolo de ingreso.
  - Se promovió hábitos higiénicos: desinfección personal y vehicular a la entrada de las instalaciones de LAGEO.
  - Se Practicó el distanciamiento interpersonal: envío de Infografía en atención a la prevención de COVID-19 a través de Comunicaciones LAGEO a todos los colaboradores, así mismo elaboración y disposición de señalización en físico en todas las instalaciones, colocación de mamparas en todos los centros de trabajo.
  - Capacitaciones en atención a la pandemia.

## LA UNIDAD DE LA TÉCNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

---

La unidad de informática en este 2021 identificó varios puntos de mejora en los sistemas de información que apoyan la gestión de toma de decisiones, por lo que utilizando nuevas tecnologías de desarrollo web y Mobile se realizaron los siguientes proyectos:

- I. **Proyectos de desarrollo realizados:**
  - ❖ Gestión de Capacitaciones de Google Workspace.
  - ❖ Migración de repositorios de archivos a Google Drive.
  - ❖ Digitalización de Documentos Financieros sobre Laserfiche.

- ❖ Sistema Geográfico de Estudios.
- ❖ Consulta de Ejecución Financiera (B.I.) sobre Apex.
- ❖ Sistema web de autogestión de prestación de lentes sobre React.
- ❖ Sistema de Presupuesto de subsidiarias sobre Apex
- ❖ Sistemas de gestión de prestaciones, permite la generación de boletas de pago, constancias laborales, constancias de renta, subsidio de factura eléctrica, carga de archivos de horas extras, sobre React.
- ❖ Sistemas para dispositivos móviles que permiten llevar los datos importantes a las manos de los gerentes para apoyar la toma de decisiones en todo momento, destacando:
  - ❖ El sistema DCS mobile el cual apoya a los gerentes para ver en tiempo real la producción eléctrica desde sus dispositivos móviles.
  - ❖ El sistema Compras Top el cual muestra gráficas, detalles de las compras más voluminosas con el objeto de detectar
  - ❖ Sistemas basados en tecnología web compatible con todos los dispositivos, entre los que se destacan:
    - ❖ Sistema web de solicitudes de compras, que sustituye a los formularios de solicitud y aprobaciones en papel por un sistema web amigable con el usuario que permite aprobar y dar seguimiento a las solicitudes en todo momento.
    - ❖ Sistema comercial, que permite analizar el mercado eléctrico para la mejor toma de decisiones comerciales.
    - ❖ Sistema gerencial de compras, en el cual los usuarios validan el estatus de sus órdenes de compras y pueden ver los totales invertidos y desgloses por tipos de solicitud.

Además, identificó varios puntos de mejora en la infraestructura tecnológica al servicio de toda la Empresa, es por ello que optimizando recursos se realizaron los siguientes proyectos:

## II. Proyectos de infraestructura realizados:

- ❖ Pantallas informativas en todas las sedes utilizando tecnología open source.

- ❖ Rehabilitación de redes de radioenlaces en las sedes Ahuachapán y Berlín.
- ❖ Rehabilitación de redes inalámbricas en las sedes Ahuachapán y Berlín.
- ❖ Cambio de telefonía fija a telefonía IP en las 3 sedes.
- ❖ Rehabilitación de red telefonía y DECT en Campamento Ahuachapán.
- ❖ Rehabilitación de red telefonía en Campamento Berlín.
- ❖ Puesta en marcha de UPS de alta capacidad en Data Center Santa Tecla con suministros de energía independientes.
- ❖ Replicación de respaldos de sede Santa Tecla hacia Ahuachapán y Berlín
- ❖ Implementación de virtualización de servidores en sedes Ahuachapán y Berlín
- ❖ Conectividad inalámbrica para toma de mediciones de Operaciones Berlín.
- ❖ Monitoreo de enlaces y servidores con visualización 24x7.
- ❖ Replicación de base de datos Oracle hacia Ahuachapán lo que garantiza tener un servidor actualizado fuera de las oficinas centrales para contingencia en caso de fallas.
- ❖ Se destaca la utilización de software y hardware Open Source como los son las raspberry PI junto a conectividad celular y VPN con los cuales se dio conectividad a pozos productores que estaban desconectados del DCS y ahora ya son visualizados y monitorizados en todas sus variables. Esto se ejecutó en el pozo TR18 y se proyecta ampliarlo a los demás pozos desconectados.

## LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA FINANCIERA

Uno de los mayores retos de la Gerencia para el 2021, fue la automatización de varios procesos que se realizaban de forma manual, teniendo como objetivo el efficientizarlos y disminuir el tiempo invertido en aquellas actividades que no generaban valor para la Empresa; para lograr con dicha acción, poder contar con información oportuna e inmediata para la toma de decisiones.

Optimización de las gestiones administrativas:

### Sistema Gerencial de Compras.

Con el objetivo de facilitar el acceso a la información relacionada con las compras en el año 2021, la Gerencia de Administrativa y Financiera en conjunto con la Unidad de Tecnología de la Información, desarrolló con recursos y existencias propias la aplicación web: "Sistema Gerencial de Compras"; mejorando así, las condiciones de control y disponibilidad de la información, como la transparencia de los procesos de compras.



El portal permite a los usuarios autorizados de acuerdo con su rol y permisos consultar estatus por orden de compra, montos adjudicados, compras agrupadas por Centro de Costo, consultas por orden de compra y contratos; todo, enlazado con el detalle de ingreso a bodega y facturas asociadas, histórico de precios, seguimiento de entregas, detalle de proveedores condicionados, y totalidad de proveedores locales e internaciones.

A nivel Gerencial, la plataforma identifica la asignación de actividades por cada analista de compras, adquisiciones autorizadas por cada Gerencia que incluye montos adjudicados y detalle de compra.



Actualmente el sistema se ha puesto a disposición del equipo de la Unidad de Compras, Unidad de Auditoría Interna, Oficialía de Cumplimiento y equipo de Gerentes y usuarios internos; herramienta, que por su trabajo o rol requieren de la información relacionada con las compras de forma inmediata.

Adicionalmente a esta plataforma, en el mes de diciembre 2021 se desarrolló la aplicación móvil privada denominada "Compras Top"; la cual permite a los usuarios autorizados consultar información en tiempo real de las órdenes de compra locales e internacionales, desde cualquier lugar; lo que incide en la toma inmediata de decisiones. Esta aplicación móvil cumple con todas las medidas y condiciones de seguridad establecidas por la institución.

### Solicitud Web de compra de bienes y servicios.

Dentro de los principales objetivos de la Gerencia Administrativa, se estableció como meta modernizar el proceso de solicitudes de compra, como parte del proceso de automatización de procesos.

The screenshot shows the LAGEO web application interface. At the top, there is a logo for LAGEO and the text "Gestión de Compras e Inventario". Below the logo, there are navigation links: "Inicio", "Solicitar", "Revision", and "Consultas". On the right side, there is a user profile section with the name "FERNANDO TOLEDO VALENZUELA". The main heading is "Solicitud de compra de bienes y servicios". Underneath, there is a section titled "Información general" with several dropdown menus for selection: "Tipo de solicitud", "Tipo de servicio", "Centro de costo a cargo la compra", "Plantel de destino", "Tipo presupuesto", "Linea presupuestaria", and "Descripción de línea presupuestaria".

Para cumplir este objetivo, la Gerencia Administrativa y Financiera desarrolló; en conjunto con la Unidad de Tecnología de la Información, un portal web de requerimientos de compras que permite reducir los tiempos de respuesta, estandarizar el flujo de trabajo de las solicitudes, seguimiento en tiempo real de los requerimientos, agilizar una distribución eficiente entre los miembros del equipo de compras, enlazar las compras a las existencias de inventario, reducir el consumo de papel y efectúa el envío automático de correos electrónicos de confirmación de recepción de solicitudes.

La plataforma fue puesta en producción en el último trimestre del 2021 para las áreas administrativas de la empresa; y está planificado su acceso a todas las áreas en el primer semestre del 2022.

## Proyecto de Gestión Documental.

El Proyecto de digitalización es parte de los proyectos compartidos con la Unidad de la Tecnología de la Información; el cual se origina de la necesidad de disminuir el tiempo utilizado por las áreas de Tesorería y Contabilidad, en la búsqueda física o archivo de documentos contables requeridos y/o solicitados de forma diaria o mensual; tanto para LAGEO, como sus subsidiarias. Este de igual forma que los procesos anteriores, fue desarrollado con recursos propios y sin erogación alguna.

Fue planificado como una plataforma automatizada, para la digitalización de la documentación generada diariamente en el proceso de registro y control, que se evidencie los hechos económicos y financieros de forma documental, incluyendo texto e imágenes correspondientes a documentos contables.

Los logros en este proyecto consistieron en:

- Activación de software de gestión documental existente.
- Creación de una estructura de información basada en una clasificación ordenada, categorizada de forma taxonómica, que conlleva la definición de administradores y dueños de información quienes pueden delegar accesos, autorizar, definir y certificar documentos terminados.
- Acceso a la información de forma inmediata y amigable para el usuario, al cierre mensual anterior; correspondiente a cuentas por pagar, compras e importaciones, inventarios, activos fijos, vehículos, gastos de viaje, bancos (tipo de pago), cuentas por cobrar y facturación.





Con lo anterior, se logró disminuir el tiempo de respuesta y asignación de recursos en los requerimientos de información, constituyendo un catálogo normalizado que permite el acceso en línea a través del sistema Laserfich.

### Ordenamiento de Almacenes y reducción de niveles de Inventario.

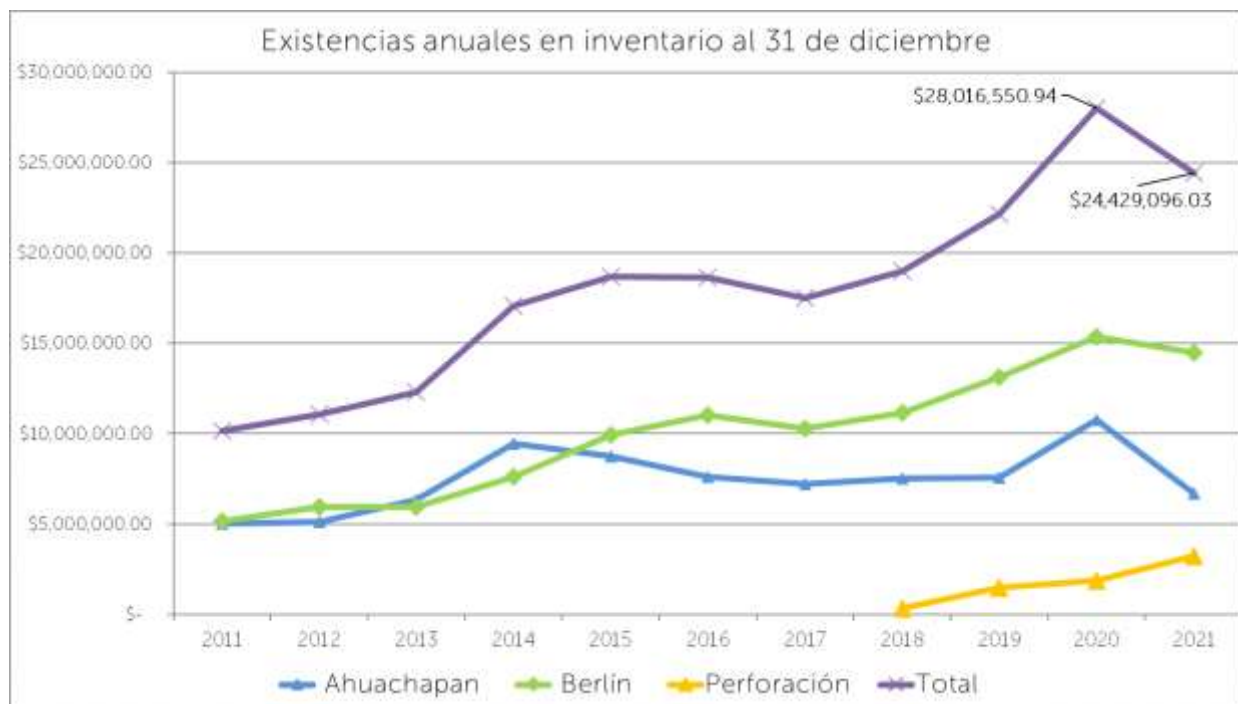
Durante el año 2021, se establecieron dos metas principales en lo que corresponde a información e inventarios de almacenes:

1. De forma conjunta; la Gerencia Administrativa, Unidad de Servicios Generales, Unidad de Compra, equipo de trabajo de Almacén, Gerencia de Producción y Gerencias de Planta, establecieron como meta reducir los niveles de inventario y aumentar el control de existencias de materiales y repuestos.
2. La Unidad de Servicios Generales y almacén, planificaron el ordenamiento del almacén de la Central Geotérmica de Ahuachapán, debido a deficientes condiciones de control y registro encontradas durante las actividades de supervisión de la Gerencia Administrativa.

Para alcanzar estos objetivos se establecieron compromisos con el personal designado, para el ordenamiento y mejora de las condiciones de las instalaciones, así como el desarrollo de supervisiones constantes.

Como segunda etapa, se facilitó a los coordinadores y supervisores de área, acceso al módulo de consulta a inventarios para la verificación de existencias previo a realizar una solicitud de compra; asimismo; se crea un nuevo formato de solicitud de compra, se modificó el flujo de trabajo para incluir el proceso de verificación de las existencias, se gestionó la depuración de códigos de inventario duplicados y finalmente, se eliminó la consideración de compras de materiales y repuestos como gasto, trasladando todas estas compras a la categoría de inventario.

Todo lo anterior permitió una reversión de la tendencia histórica de crecimiento en los inventarios; tal como se observa en la siguiente gráfica:



Por otra parte, se apoyó al desalojo y venta de la chatarra en ambas Centrales Geotérmicas, generando un ingreso neto de \$ 241,894.00 (no incluye IVA).

Reapertura de Cafeterías en las Centrales Geotérmicas.

En el año 2020, el servicio de local de cafetería y servicios de alimentación para los empleados y visitantes de LAGEO, fue suspendido debido a la situación de pandemia SARS-COVID 19; afectando a los usuarios de los servicios que se brindaban en Oficina Central, y plantas de Ahuachapán y Berlín.

No obstante lo anterior, a finales de ese mismo año se analizaron las condiciones de gestión de alimentos por parte de los usuarios (compra e ingesta); así como los factores de riesgo a los que se exponían en este proceso, considerando que en la totalidad de casos el empleado debía salir de las instalaciones y adquirirlos en lugares públicos, junto con otros usuarios procedentes de diversos sectores.

En vista de lo anterior, en el año 2021 se realizó el proceso de adjudicación de concesión de local y servicios de alimentación para empleados, contratistas, proveedores y visitantes; únicamente en las Centrales Geotérmicas de Ahuachapán y Berlín.

Para ello; y además de considerar la preparación y venta de alimentos saludables; se tomaron de referencia los lineamientos de salubridad e higienización establecidos por el Ministerio de Salud, siendo obligatorio garantizar que el oferente adjudicado cumpliera con las condiciones de limpieza, sanidad, conservación de los alimentos y salubridad conforme a las mejores prácticas,

haciendo énfasis en el cumplimiento de los protocolos de bioseguridad que en el marco de la emergencia sanitaria, limitara la propagación y el riesgo de contagio.

Todo lo anterior, orientado al objetivo principal que es garantizar el bienestar y la salud de todos los colaboradores y sus familiares.

# ESTADOS FINANCIEROS



PBX: (503) 2218-6400  
 FAX: (503) 2218-6461  
 auditoria@bdo.com.sv

Calle Arturo Ambrogi 478  
 Colonia Escalón  
 San Salvador, El Salvador, C.A.

## Dictamen de los auditores Independientes

A la Junta General de Accionistas de  
 LaGeo, S.A. de C.V.:

### *Opinión*

Hemos auditado los estados financieros de LaGeo, S.A. de C.V., que incluyen el estado de situación financiera al 31 de diciembre de 2021, los estados de resultados y otros resultados integrales, de cambios en el patrimonio y de flujos de efectivo correspondientes al ejercicio terminado en dicha fecha, así como las notas explicativas a los estados financieros que incluyen un resumen de las políticas contables significativas.

En nuestra opinión, los estados financieros adjuntos presentan razonablemente en todos los aspectos materiales, la situación financiera de LaGeo, S.A. de C.V., al 31 de diciembre de 2021, así como sus resultados y flujos de efectivo correspondientes al ejercicio terminado en dicha fecha, de conformidad con Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF).

### *Fundamento de la opinión*

Hemos llevado a cabo nuestra auditoría de conformidad con las Normas Internacionales de Auditoría (NIA) emitidas por la Federación Internacional de Contadores (IFAC por sus siglas en inglés). Nuestras responsabilidades de acuerdo con dichas normas se describen más adelante en la sección "Responsabilidades del auditor en relación con la auditoría de los estados financieros" de nuestro dictamen. Somos independientes de la Compañía de conformidad con el Código Internacional de Ética para Profesionales Contables (incluidas las Normas Internacionales de Independencia) desarrollado y aprobado por el Consejo de Normas Internacionales de Ética para Contadores (IESBA) y adoptado en El Salvador por el Consejo de Vigilancia de la Profesión de Contaduría Pública y Auditoría y hemos cumplido las demás responsabilidades de ética de conformidad con dichos requerimientos. Consideramos que la evidencia de auditoría que hemos obtenido proporciona una base suficiente y adecuada para nuestra opinión.

### *Párrafo de énfasis*

Como se describe en nota (36) a los estados financieros, el Gobierno de El Salvador implementó desde marzo de 2020, medidas sanitarias para la contención del COVID-19, virus causante de una pandemia de carácter mundial, cuyos efectos humanitarios, sociales y económicos han tenido diversas incidencias en las operaciones de la Compañía, para tales condiciones la administración implementó estrategias operativas con la finalidad de dar respuesta a las condiciones imperantes durante la pandemia y mantener la gestión de la misma y de sus colaboradores, durante el 2021.

BDO Figueras Jiménez & Co., Sociedad Anónima, debidamente constituida y registrada de acuerdo a las Leyes de El Salvador, es miembro de BDO International Limited, una compañía limitada por garantía del Reino Unido, y forma parte de la red internacional BDO de empresas independientes asociadas. BDO es el nombre comercial de la red BDO y de cada una de las empresas asociadas de BDO.



Tal como se indica en la nota (6), a los estados financieros, la Compañía es parte de un grupo de partes relacionadas que están bajo una misma dirección y control corporativo, existiendo relaciones comerciales con esas compañías, cuyos términos pueden diferir de las transacciones efectuadas con terceros independientes.

*Asuntos claves de la auditoría*

Los asuntos claves de la auditoría son aquellos que, según el juicio profesional del auditor, han sido de importancia en nuestra auditoría de los estados financieros del ejercicio actual. Estas cuestiones han sido tratadas en el contexto de la auditoría de los estados financieros en su conjunto, y en la formación de la opinión de auditoría sobre éstos, sin expresar una opinión por separado sobre estas cuestiones.

Deterioro de valor en cuenta por cobrar a Compañía relacionada	
Véase nota 6 a los estados financieros	
Asunto o aspecto clave identificado	Como se abordó el asunto en la auditoría
<p>Los estados financieros incluyen dentro de los préstamos por cobrar a partes relacionadas por un monto de US\$390,197,343, un saldo de US\$185,601,986 a cargo de San Vicente 7, Inc. Sucursal El Salvador, quien es una subsidiaria encargada de campos geotérmicos en desarrollo. Anualmente, la administración evalúa la factibilidad de esos proyectos.</p> <p>Este asunto es importante para nuestra auditoría debido a que la recuperabilidad del saldo depende sustancialmente de la viabilidad de los campos geotérmicos en desarrollo y los juicios significativos involucrados en los análisis de factibilidad y proyecciones, así como respecto de las pruebas de deterioro.</p>	<p>Nuestros procedimientos de auditoría incluyeron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener la evaluación de la administración sobre la recuperabilidad del préstamo por cobrar, y el análisis de los campos geotérmicos en desarrollo y discutir el estado de tales proyectos y los planes para ponerlos en producción.</li> <li>• Obtener el estado de cada proyecto al 31 de diciembre de 2021, tales como certificaciones por el personal técnico de la entidad, y compararlos con la información suministrada a la agencia reguladora y su función de monitoreo.</li> <li>• Revisar los resultados de los estudios independientes ejecutados por consultores y expertos contratados por la entidad.</li> <li>• Indagar con la Administración en relación con los proyectos que se espera que sean abandonados o con respecto a cualquier actividad de la exploración que se planea discontinuar.</li> <li>• Examinar la documentación de respaldo de los costos y evaluar lo apropiado de su reconocimiento como activo de la entidad.</li> </ul>



*Responsabilidades de la administración de la Compañía con respecto a los estados financieros*

La Administración es responsable de elaborar y presentar razonablemente los estados financieros de conformidad con las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) y del control interno que la administración considere necesario para permitir la elaboración de estados financieros libres de errores materiales, debido a fraude o error. En la preparación de los estados financieros, la administración es responsable de la valoración de la capacidad de la Compañía de continuar como negocio en marcha, revelando, según proceda, las cuestiones relacionadas con el negocio en marcha y utilizando la base contable de negocio en marcha; excepto si tienen intención de liquidar la Sociedad o cesar sus operaciones, o bien no exista otra alternativa realista. La Administración es responsable de la supervisión del proceso de información financiera de la Compañía.

*Responsabilidades del auditor en relación con la auditoría de los estados financieros*

Nuestro objetivo es obtener una seguridad razonable de que los estados financieros en su conjunto están libres de errores materiales, debido a fraude o error, y emitir un dictamen de auditoría que contiene nuestra opinión.

Seguridad razonable es un alto grado de seguridad, pero no garantiza que una auditoría realizada de conformidad con las Normas Internacionales de Auditoría emitidas por la Federación Internacional de Contadores (IFAC por sus siglas en inglés) siempre detecte un error material cuando exista. Las incorrecciones pueden deberse a fraude o error y se consideran materiales, si, individualmente o de forma acumulada, puede preverse razonablemente que influirán en las decisiones económicas que los usuarios toman basándose en los estados financieros. Como parte de una auditoría de conformidad con las Normas Internacionales de Auditoría, aplicamos nuestro juicio profesional y mantenemos una actitud de escepticismo profesional durante toda la auditoría. También:

- Identificamos y valoramos los riesgos de error material en los estados financieros, debido a fraude o error, diseñamos y aplicamos procedimientos de auditoría para responder a dichos riesgos y obtenemos evidencia de auditoría suficiente y adecuada para proporcionar una base para nuestra opinión. El riesgo de no detectar un error material debido a fraude es más elevado que en el caso de una incorrección debido a error, ya que el fraude puede implicar colusión, falsificación, omisiones deliberadas, manifestaciones intencionadamente erróneas, o elusión del control interno.
- Obtenemos conocimiento del control interno relevante para la auditoría con el fin de diseñar procedimientos de auditoría que sean adecuados en función de las circunstancias, y no con la finalidad de expresar una opinión sobre la eficacia del control interno de la Compañía.





- Evaluamos lo adecuado de las políticas contables aplicadas y la razonabilidad de las estimaciones contables y la correspondiente información revelada por la administración.
- Concluimos sobre lo adecuado de utilizar, por parte de la Administración, la base contable de negocio en marcha y, basándonos en la evidencia de auditoría obtenida, concluimos sobre la existencia, o no, de una incertidumbre material relacionada con hechos o con condiciones que pueden generar dudas significativas sobre la capacidad de la Compañía para continuar como empresa en funcionamiento. Si concluimos que existe una incertidumbre material, se nos requiere llamar la atención en nuestro dictamen de auditoría sobre la correspondiente información revelada en los estados financieros o, si dichas revelaciones no son adecuadas, que expresemos una opinión modificada. Nuestras conclusiones se basan en la evidencia obtenida hasta la fecha de nuestro dictamen de auditoría. Sin embargo, hechos o condiciones futuros pueden ser causa de que la Compañía deje de ser una empresa en marcha.
- Evaluamos la presentación global, la estructura y el contenido de los estados financieros, incluida la información revelada, y si los estados financieros representan las transacciones y los hechos subyacentes de un modo que expresen la imagen fiel.

Comunicamos a los responsables de la Administración de la Compañía en relación con, entre otras cuestiones, el alcance y el momento de realización de la auditoría planificada y los hallazgos significativos de la auditoría, así como cualquier deficiencia significativa del control interno que identificamos en el transcurso de la auditoría.

También proporcionamos a los responsables del gobierno de la Compañía una declaración de que hemos cumplido con los requerimientos de ética aplicables en relación con la independencia, y comunicado con ellos acerca de todas las relaciones y demás cuestiones de las que se puede esperar razonablemente puedan afectar a nuestra independencia y, cuando sea aplicable, las correspondientes salvaguardas. Entre las cuestiones que han sido objeto de comunicación con los responsables del gobierno de la entidad, determinamos las que han sido de mayor significatividad en la auditoría de los estados financieros del periodo actual y que son, en consecuencia, las cuestiones clave de auditoría. Describimos esas cuestiones en nuestro informe de auditoría salvo que las disposiciones legales o reglamentarias prohíban revelar públicamente la cuestión o, en circunstancias extremadamente poco frecuentes, determinamos que una cuestión no se debería comunicar en nuestro informe porque cabe razonablemente esperar que las consecuencias adversas de hacerlo superaran los beneficios de interés público de la misma.



*Otro asunto*

Los estados financieros de la Compañía, para el año terminado el 31 de diciembre de 2020, fueron auditados por otros auditores independientes, quienes emitieron una opinión sin salvedades con fecha 4 de junio de 2021.

**BDO** BDO Figueroa Jiménez & Co., S.A.  
Registro N° 215

Oscar Urrutia Viana  
Representante Legal y  
Socio Encargado de la Auditoría  
Registro N° 753



San Salvador, 30 de mayo de 2022.

LaGeo, S.A. de C.V.  
(Compañía Salvadoreña)  
(La Libertad, República de El Salvador)

## Estados de Situación Financiera

Al 31 de diciembre de 2021 y 2020

(Expresados en Dólares de los Estados Unidos de América)

<u>Activos</u>	<u>Notas</u>		<u>2021</u>	<u>2020</u>
<b>Activos corrientes:</b>				
Efectivo y equivalentes de efectivo	4	US\$	25,704,989	24,106,056
Cuentas por cobrar comerciales y otras cuentas por cobrar	3		24,926,473	18,652,290
Cuentas por cobrar a partes relacionadas	6		1,907,120	523,404
Vencimiento corriente de préstamo por cobrar a largo plazo a partes relacionadas	6		24,261,138	24,896,356
Inversiones en instrumentos de deuda	7		1,842,429	1,847,281
Inventarios de repuestos y materiales - neto	9		7,207,414	7,301,043
Gastos pagados por anticipado	10		<u>3,603,397</u>	<u>2,777,647</u>
<b>Total de los activos corrientes</b>			<b><u>89,482,862</u></b>	<b><u>80,104,177</u></b>
<b>Activos no corrientes:</b>				
Préstamos por cobrar a partes relacionadas menos vencimiento corriente	6		365,936,205	381,758,187
Efectivo restringido	4		4,377,279	2,977,279
Inversiones restringidas	8		43,055,039	43,055,059
Inventarios de repuestos y materiales - neto	9		17,882,064	17,666,509
Inversiones en instrumentos de patrimonio	11		13,080,386	13,233,915
Inmuebles, maquinaria y equipo - neto	12		239,338,097	234,263,614
Activos por derechos de uso	13		<u>454,243</u>	<u>1,038,321</u>
<b>Total de los activos no corrientes</b>			<b><u>684,123,333</u></b>	<b><u>693,887,884</u></b>
<b>Total de los activos</b>		US\$	<b><u>773,606,195</u></b>	<b><u>774,092,061</u></b>
<b>Pasivos y patrimonio</b>				
<b>Pasivos corrientes:</b>				
Proveedores		US\$	4,104,450	4,861,148
Préstamo bancario a corto plazo	19		10,000,000	-
Vencimiento corriente de obligaciones por titularización a largo plazo	17		8,381,729	-
Vencimiento corriente de pasivo por arrendamiento	13		490,537	689,142
Cuentas y préstamos por pagar a partes relacionadas	6		1,238,622	1,184,659
Dividendos por pagar	6,21		27,604,930	32,003,656
Obligaciones bursátiles emitidas	18		-	3,000,000
Otras cuentas por pagar y gastos acumulados	15		5,221,460	12,437,033
Impuesto sobre la renta por pagar	14		<u>16,409,553</u>	<u>13,292,084</u>
<b>Total de los pasivos corrientes</b>			<b><u>73,451,361</u></b>	<b><u>67,467,772</u></b>
<b>Pasivos no corrientes:</b>				
Obligaciones por beneficio de empleados	16		6,717,832	7,484,254
Obligaciones por titularización a largo plazo menos vencimiento corriente	17		205,792,844	214,174,573
Pasivo por impuesto sobre la renta diferido	14		2,587,014	3,400,502
Pasivo por arrendamiento menos vencimiento corriente	13		-	408,197
Dividendos por pagar	6,21		-	<u>7,079,464</u>
<b>Total de los pasivos no corrientes</b>			<b><u>215,097,690</u></b>	<b><u>227,546,990</u></b>
<b>Total de los pasivos</b>			<b><u>288,548,991</u></b>	<b><u>295,014,712</u></b>
<b>Patrimonio:</b>				
Capital social: 37,039,493 acciones comunes, emitidas y pagadas con valor nominal de US\$10 cada una	20		370,394,930	370,394,930
Reserva legal	21		74,078,986	74,078,986
Utilidades acumuladas	21		44,353,936	37,189,636
Otros componentes del patrimonio	21		<u>(3,770,670)</u>	<u>(2,581,203)</u>
<b>Total patrimonio</b>			<b><u>485,097,202</u></b>	<b><u>479,082,349</u></b>
<b>Compromisos y contingencias (nota 29)</b>				
<b>Total de los pasivos más patrimonio</b>		US\$	<b><u>773,606,195</u></b>	<b><u>774,092,061</u></b>

Véanse notas que acompañan a los estados financieros.

**LaGeo, S.A. de C.V.**  
(Compañía Salvadoreña)  
(La Libertad, República de El Salvador)

Estados de Resultados y Otros Resultados Integrales

Por los años terminados el 31 de diciembre de 2021 y 2020

(Expresados en Dólares de los Estados Unidos de América)

			<u>2021</u>	<u>2020</u>
Ingresos por venta de energía	22	US\$	135,911,241	120,340,621
Costo de producción de energía	23		<u>(48,738,271)</u>	<u>(46,044,428)</u>
Utilidad bruta			87,172,970	74,296,193
Gasto de administración y proyectos	25		(18,693,696)	(20,922,727)
Gastos de venta	25		<u>(1,867,605)</u>	<u>(1,490,896)</u>
Utilidad de operación			66,611,669	51,882,570
Otros ingresos	24		2,524,071	1,572,308
Ingresos por intereses	27		18,273,544	15,989,377
Otros gastos	26		(16,833,026)	(11,546,100)
Gastos financieros	28		<u>(14,931,693)</u>	<u>(14,454,047)</u>
Utilidad antes de impuesto sobre la renta y contribución a la seguridad			55,644,565	43,444,108
Impuesto sobre la renta				
Corriente	14		(19,819,667)	(16,073,184)
Diferido	14		303,717	1,494,735
Contribución especial a la seguridad ciudadana	14		<u>-</u>	<u>(1,712,470)</u>
Utilidad neta			<u>36,128,615</u>	<u>27,153,189</u>
Otros resultados integrales, netos de impuesto sobre la renta:				
Partidas que no serán reclasificadas posteriormente a resultados:				
Pérdida actuarial en obligaciones por beneficios a empleados	16		(1,699,238)	(73,024)
Impuesto sobre la renta diferido relativo a la pérdida actuarial	14		<u>509,771</u>	<u>21,907</u>
Total otros resultados integrales			<u>(1,189,467)</u>	<u>(51,117)</u>
Total de resultados integrales del año		US\$	<u>34,939,148</u>	<u>27,102,072</u>

Véanse notas que acompañan a los estados financieros

LaGeo, S.A. de C.V.  
(Compañía Salvadoreña)  
(La Libertad, República de El Salvador)  
Estados de Cambios en el Patrimonio

Por los años terminados el 31 de diciembre de 2021 y 2020  
(Expresados en Dólares de los Estados Unidos de América)

	Acciones en circulación	Capital social	Reserva legal	Otros componentes de patrimonio	Utilidades acumuladas	Total patrimonio
Saldos al 31 de diciembre de 2019	37,039,493	370,394,930	73,151,139	(2,530,086)	42,964,294	483,980,277
Resultados integrales						
Utilidad neta	-	-	-	-	27,153,189	27,153,189
Otros resultados integrales						
Pérdidas actuariales	-	-	-	(73,024)	-	(73,024)
Impuesto diferido relativo a pérdidas actuariales	-	-	-	21,907	-	21,907
Total resultados integrales	-	-	-	(51,117)	27,153,189	27,102,072
Transacciones con los accionistas:						
Traslado a reserva legal	-	-	927,847	-	(927,847)	-
Dividendos decretados	-	-	-	-	(32,000,000)	(32,000,000)
Total transacciones con los accionistas	-	-	927,847	-	(32,927,847)	(32,000,000)
Saldos al 31 diciembre de 2020	37,039,493	370,394,930	74,078,986	(2,581,203)	37,189,636	479,082,349
Resultados integrales:						
Utilidad neta	-	-	-	-	36,128,615	36,128,615
Otros resultados integrales:						
Pérdidas actuariales	-	-	-	(1,699,238)	-	(1,699,238)
Impuesto diferido relativo a pérdidas actuariales	-	-	-	509,771	-	509,771
Total resultados integrales	-	-	-	(1,189,467)	36,128,615	34,939,148
Transacciones con los accionistas:						
Dividendos decretados	-	-	-	-	(28,964,295)	(28,964,295)
Total transacciones con los accionistas	-	-	-	-	(28,964,295)	(28,964,295)
Saldo al 31 de diciembre de 2021	37,039,493	370,394,930	74,078,986	(3,770,670)	44,353,956	485,057,202

Véanse notas que acompañan a los estados financieros

LaGeo, S.A. de C.V.  
(Compañía Salvadoreña)  
(La Libertad, República de El Salvador)

## Estados de Flujos de Efectivo

Por los años terminados el 31 de diciembre de 2021 y 2020

(Expresados en Dólares de los Estados Unidos de América)

		2021	2020
Flujos de efectivo provenientes de actividades de operación:			
Utilidad neta	US\$	36,128,613	27,133,189
Conciliación entre la utilidad neta y el efectivo proveniente de actividades de operación:			
Depreciación		26,120,395	22,053,546
Amortización de activos por derecho de uso		678,514	1,223,035
Amortización de pago en exceso en compra de acciones		149,529	149,529
Estimación por obsolescencia de inventarios de repuestos		277,325	255,928
Gastos financieros de terceros		14,804,211	14,096,281
Gastos financieros por arrendamientos		56,262	90,546
Ingresos financieros de partes relacionadas		(13,065,258)	(13,749,492)
Ingresos financieros de terceros		(5,208,287)	(2,239,885)
Amortización de costos iniciales de titularización		-	237,996
Ingresos por dividendos recibidos		(23,927)	(28,925)
Donación por endoso de acciones		2,306,710	-
Pérdida en retro de activo fijo		-	671,787
Baja de activo fijo		(1,078,395)	-
Intereses del cálculo actuarial		150,548	212,393
Impuesto sobre la renta corriente		16,409,535	16,073,184
Impuesto sobre la renta diferido		(303,717)	(1,494,735)
Provisión por renuncia voluntaria		856,317	1,026,338
Sub - total		77,398,497	65,732,735
Cambios netos en activos y pasivos:			
(Aumento) disminución en cuentas por cobrar		(6,204,080)	911,770
(Aumento) disminución en gastos pagados por anticipo		(825,655)	1,174,973
Aumento en cuentas por cobrar a partes relacionadas		(1,383,716)	(460,287)
(Disminución) aumento en proveedores		(756,698)	1,273,104
Aumento (disminución) en cuentas y préstamos por pagar a partes relacionadas		2,362,926	(399,380)
Disminución en otras cuentas por pagar y gastos acumulados		(10,414,729)	(4,604,540)
Prestaciones laborales pagadas		(3,482,101)	(1,412,950)
Efectivo neto provisto por operaciones antes de intereses		56,294,444	62,555,406
Impuestos pagados		(13,292,084)	(19,230,835)
Intereses recibidos de partes relacionadas		428,160	214,235
Intereses recibidos de terceros		5,208,287	2,239,885
Intereses pagados a terceros		(14,804,211)	(8,290,037)
Efectivo neto provisto por actividades de operación		34,134,602	37,528,654
Flujos de efectivo provenientes de actividades de inversión:			
Adquisición de inmuebles, mobiliario y equipo		(21,533,710)	(16,436,558)
Préstamos otorgados a partes relacionadas		(3,479,647)	(7,283,449)
Adquisición de repuestos		(8,081,824)	(9,767,307)
Inversión en títulos valores		4,852	95,291
Inversión en depósito a plazo		(1,400,000)	-
Reintegro de inversiones de patrimonio		4,000	-
Dividendos recibidos		23,927	28,925
Efectivo neto usado en actividades de inversión		(34,462,402)	(33,363,098)
Flujos de efectivo provenientes de actividades de financiamiento:			
Pagos por arrendamientos		(757,480)	(750,471)
Pagos por titularización		-	(8,132,073)
Repago de obligaciones bursátiles colocadas		(3,000,000)	(8,000,000)
Obligaciones bursátiles emitidas		-	3,000,000
Préstamo bancario recibido		10,000,000	0
Dividendos pagados		(4,315,790)	-
Efectivo neto provisto por (usado en) actividades de financiamiento		1,926,730	(13,882,544)
Aumento (disminución) neta en el efectivo neto en el efectivo y equivalentes de efectivo		1,598,933	(9,716,988)
Efectivo al principio del año		24,106,056	33,823,044
Efectivo al final del año	US\$	25,704,989	24,106,056

Véanse notas que acompañan a los estados financieros.

