



DEUMAN[®]
soluciones innovadoras para
un crecimiento sostenible

Marzo 2021

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Producto 4



Tabla de Contenido

1	Introducción.....	4
1.1	Evento: Presentación preliminar de resultados.....	4
1.2	Teasers de proyectos piloto.....	8
1.2.1	Consideraciones metodológicas y glosario de términos.....	9
1.2.2	Cálculos de potencia y consumo energético.....	10
1.2.3	Dimensionamiento de instalaciones geotérmicas.....	11
1.2.4	Supuestos de evaluación económica.....	11
1.2.5	Resultados de evaluación económica.....	13
2	Minuta de reunión: tercera presentación.....	15
3	Anexos.....	17

Índice de tablas

Tabla 1	Metodología de clasificación.....	5
Tabla 2	Resumen de la evaluación de medidas a implementar por las partes interesadas.....	5
Tabla 3	Consideraciones metodológicas generales.....	9
Tabla 4	Glosario de términos utilizados en la evaluación.....	9
Tabla 5	Elementos de diseño y materiales utilizados para el cálculo consumos energéticos y dimensionamiento de equipos.....	10
Tabla 6	Cálculo de la potencia y consumos energéticos de calefacción y refrigeración.....	10
Tabla 7	Eficiencia y requerimientos de los colectores geotérmicos.....	11
Tabla 8	Consideraciones generales por caso a evaluar.....	12
Tabla 9	Alternativas tecnológicas caso Criadero de Cerdos.....	12
Tabla 10	Alternativas tecnológicas caso Producción de film de PVC y PETG.....	12
Tabla 11	Alternativas tecnológicas caso Club de Remeros.....	13
Tabla 12	Alternativas tecnológicas caso Climatización de invernaderos.....	13
Tabla 13	Resultados TEC [UYU\$/kWh] para los distintos casos evaluados.....	13

Índice de figuras

Figura 1	Distribución de asistentes.....	4
Figura 2	Evaluación de medidas legales, tecnológicas y económicas.....	6
Figura 3	Evaluación de medidas ambientales y sociales.....	7
Figura 4	Propuestas de medidas para la divulgación de conocimiento por las partes interesadas.....	8
Figura 5	Diapositivas de la tercera presentación preliminar a actores claves.....	17



Producto 4: Identificación de las barreras existentes para el uso de la energía geotérmica de baja entalpía en el país

Entregable 4.2

Presentación de los resultados, informe con la información recopilada durante la reunión y lista de participantes

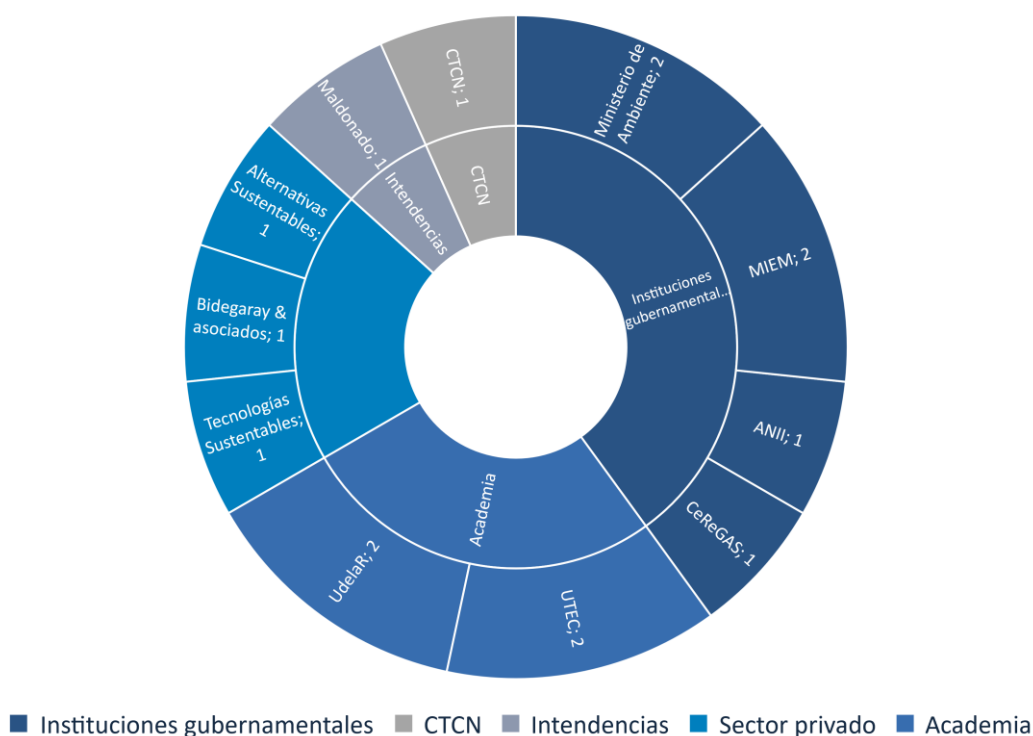
1 Introducción

El presente informe consta del segundo entregable del cuarto producto de la Asistencia Técnica elaborada por DEUMAN que lleva como título “Identificación de las barreras existentes para el uso de la energía geotérmica de baja entalpía en el país”. Se presenta los resultados con la información recopilada durante la tercera presentación preliminar a los actores claves, así como lista de participantes.

1.1 Evento: Presentación preliminar de resultados

Este tercer evento que reúne a los actores claves para dar a conocer los avances de la presente asistencia técnica se llevó a cabo el 26 de febrero del 2021 por videollamada y reunión a 15 asistentes entre las instituciones gubernamentales, academia, sector privado e intendencias, como se observa en la Figura 1. Además de contar con la participación de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente y la Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), así como la presencia de la encargada del Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN).

Figura 1 Distribución de asistentes



Fuente: Elaboración propia

En dicha presentación, se expuso las barreras y brechas naturales, políticas o legales, económicas, tecnológicas, ambientales y sociales que enfrenta la geotermia de baja entalpía en Uruguay para su implementación, recopilada a lo largo de la asistencia técnica en base a: (i) experiencia de las partes interesadas entrevistadas en el segundo producto; (ii) análisis del escenario actual estudiado en el tercer producto; y (iii) experiencia de otros países. Además, se

presentó junto a las barreras o brechas potenciales medidas o recomendaciones que fueron desarrolladas por el equipo técnico en el Entregable 4.1 con el fin de conocer la opinión de todos y todas en su implementación. Las diapositivas presentadas en el evento se encuentran en Anexos.

En ese sentido, se presentó una dinámica que permitiera a cada participante brindar en base a su experiencia una clasificación cuantitativa con relación a la importancia y prioridad de las más importantes medidas propuestas, realizado mediante una clasificación del 1 al 5, donde 1 significaría en muy baja prioridad o dificultad, mientras que 5 en muy alta prioridad o dificultad, respectivamente (ver Tabla 1). La dinámica presentada se llevó a cabo en la plataforma *Mentimeter*, donde los resultados finales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1 Metodología de clasificación

Puntuación	Prioridad	Dificultad
1	Muy baja	Muy baja
2	Baja	Baja
3	Media	Media
4	Alta	Alta
5	Muy alta	Muy alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Resumen de la evaluación de medidas a implementar por las partes interesadas

Tipo de barrera	Código	Medidas a implementar	Encuestados	Prioridad	Dificultad
Legal o político	LEG-1	Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía	13	4,08	2,92
Tecnológica	TEC-1	Implementar un registro de proveedores e instaladores a nivel nacional	13	3,46	1,85
	TEC-2	Desarrollar una herramienta de evaluación rápida de ahorros energéticos por inclusión de geotermia en la infraestructura, eficiencia energética y mecanismos compatibles de climatización	13	4,25	2,83
Económica	ECO-1	Fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas.	13	4,00	3,23
	ECO-2	Generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas	13	4,08	3,46
Ambiental	AMB-1	Adoptar pruebas de reinyección o diseñar pruebas propias de acuerdo con un estándar establecido	12	4,18	3,45
	AMB-2	Documentar y divulgar experiencias piloto para generar conocimiento y confianza	12	4,25	2,67
Social	SOC-1	Políticas complementarias cuando el uso de la leña afecte la sostenibilidad y la salud humana	12	3,82	3,27

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

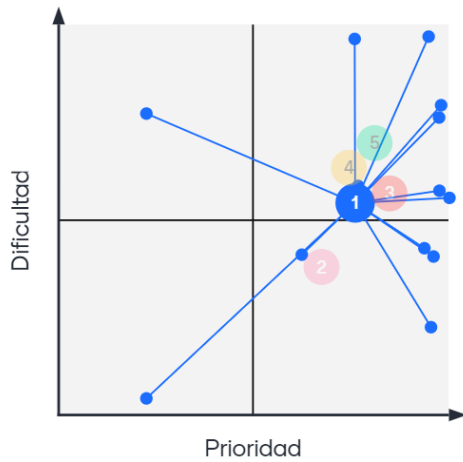
Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Tipo de barrera	Código	Medidas a implementar	Encuestados	Prioridad	Dificultad
	SOC-2	Generar instancias de formación de profesionales a través de programas continuos de especialización en universidades o institutos del país	12	4,42	2,92

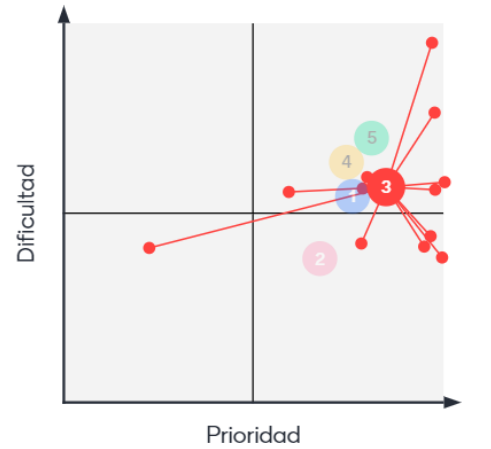
Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Evaluación de medidas legales, tecnológicas y económicas

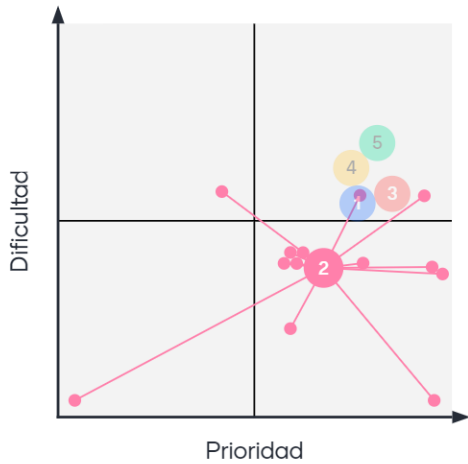
LEG-1: Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía.



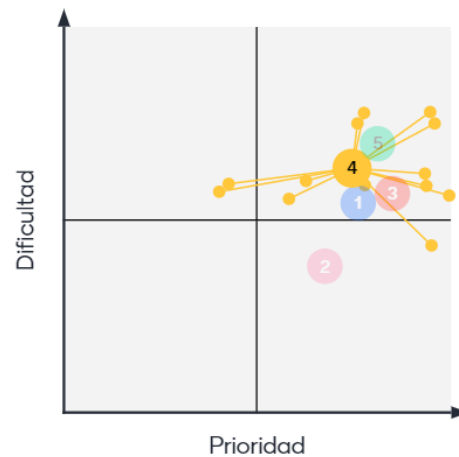
TEC-1: Implementar un registro de proveedores e instaladores a nivel nacional.



TEC-2: Desarrollar una herramienta de evaluación rápida de ahorros energéticos por inclusión de geotermia en la infraestructura, eficiencia energética y mecanismos compatibles de climatización.



ECO-1: Fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas.



ECO-2: Generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas.

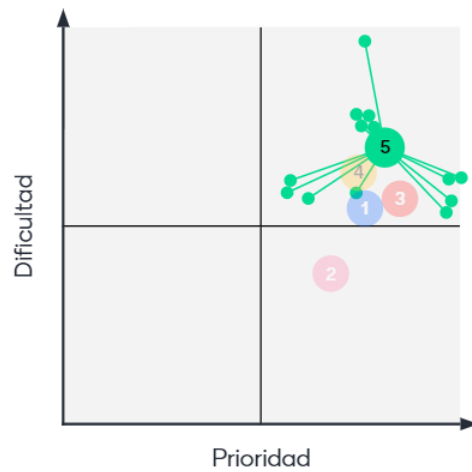
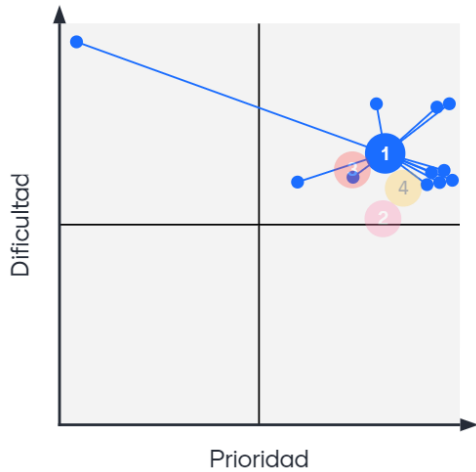
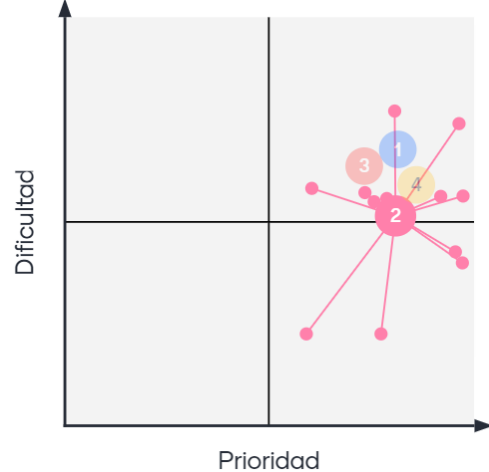


Figura 3 Evaluación de medidas ambientales y sociales

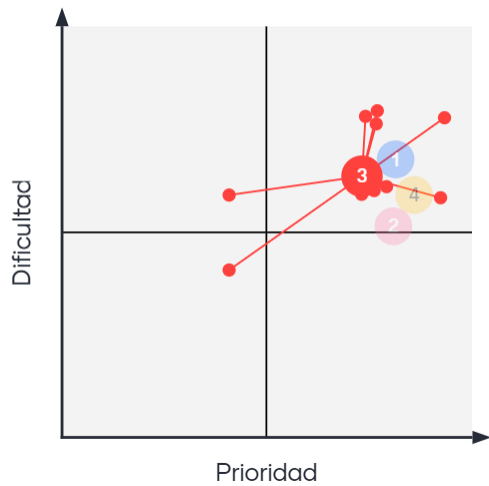
AMB-1: Adoptar pruebas de reinyección o diseñar pruebas propias de acuerdo con un estándar establecido.



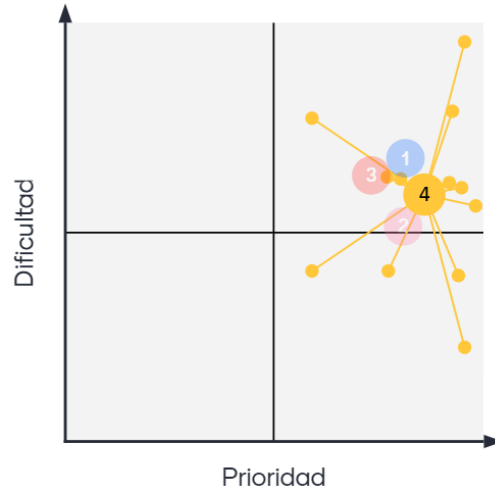
AMB-2: Documentar y divulgar experiencias piloto para generar conocimiento y confianza.



SOC-1: Políticas complementarias cuando el uso de la leña afecte la sostenibilidad y la salud humana.



SOC-2: Generar instancias de formación de profesionales a través de programas continuos de especialización en universidades o institutos del país.

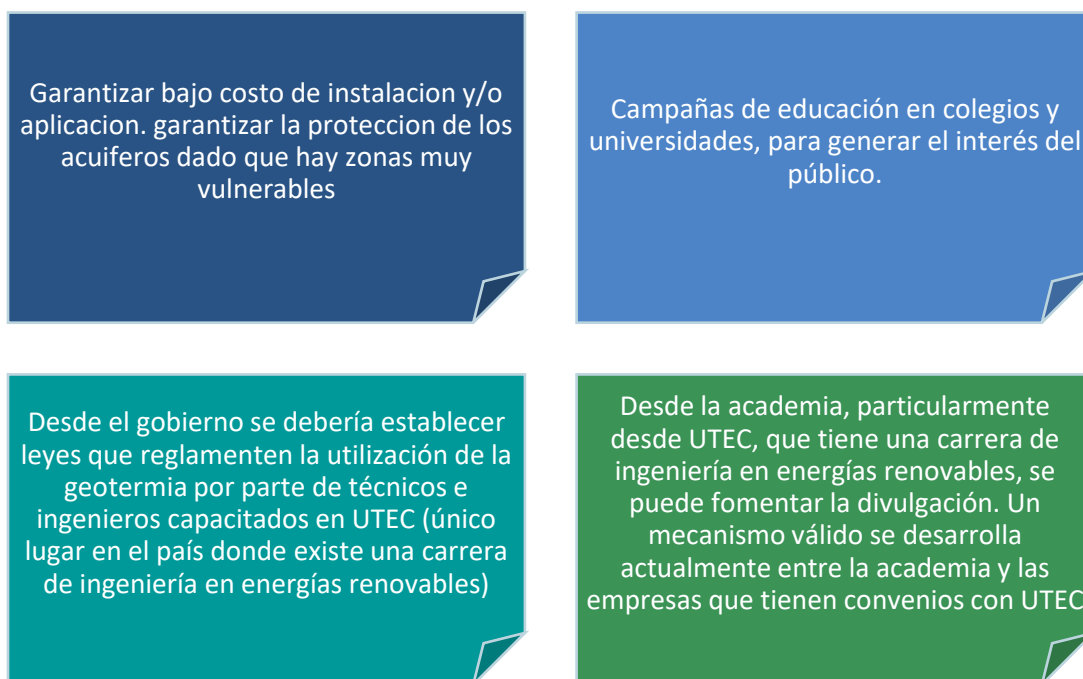


Fuente: Elaboración propia

En resumen, las 9 medidas presentadas para su clasificación resultaron en ser todas de prioridad muy alta para ser implementadas en Uruguay en el desarrollo de la geotermia de baja entalpía con una dificultad entre muy alta a media en promedio, a excepción de la medida TEC-2 cuya dificultad fue clasificada como baja. El análisis de estos resultados se presenta en el Entregable 4.1 de la asistencia técnica.

Asimismo, se presentó un bloque de sugerencias para que los actores claves den a conocer sus propuestas para la divulgación de la geotermia de baja entalpía en el país, las cuales se encuentran en la Figura 4.

Figura 4 Propuestas de medidas para la divulgación de conocimiento por las partes interesadas



1.2 Teasers de proyectos piloto

Adicionalmente, se presentó el análisis de las 4 iniciativas en Uruguay que están en una fase de diseño o adaptación de la infraestructura para determinar su compatibilidad con geotermia de baja entalpía. Dado el requerimiento energético de cada proyecto en particular, se evaluó la mejor alternativa en función de la “tarifa equivalente de acondicionamiento térmico”. La hipótesis a demostrar apunta más a generar ahorros que a generar más ingresos. Entonces, la evaluación económica no se basa en indicadores económicos tipo (VAN, TIR, payback), sino más bien, establecer métricas para valorar los ahorros (TEC, TRA).

Estas iniciativas fueron proporcionadas por empresas de Uruguay que han contemplado la posibilidad de incluir esta geotermia en soluciones energéticas que venden a sus clientes. A continuación, se indican las iniciativas, una descripción breve y el promotor:

1. **Criadero de Cerdos:** Fuente de calor y frío para mantener la temperatura apropiada 24/7 en las cunas de cría de los cerdos. Promotor: empresa privada Alternativas Sustentables.

2. **Producción de film de PVC y PETG:** Refrigeración en el proceso de producción de PVC y PETG, acondicionando espacios de trabajo y los depósitos de productos terminados. Además, se considera refrigeración para condensar el agua que viene de una torre de enfriamiento del proceso productivo. Promotor: empresa privada Bidegaray.
3. **Club de Remeros:** Entregar calefacción, durante los meses de invierno, en un nuevo edificio del club de remeros de salto que tiene aproximadamente 2.000 m². Promotor: empresa privada Bidegaray.
4. **Climatización de invernaderos:** Climatización de 1 invernadero de 200 m² ubicado en las dependencias de la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC). Promotor: academia UTEC.

1.2.1 Consideraciones metodológicas y glosario de términos

La Tabla 3 muestra las consideraciones metodológicas para llevar a cabo las evaluaciones en los proyectos que han sido recibidos para ser evaluados.

Tabla 3 Consideraciones metodológicas generales

Tecnologías por evaluar	BCG Vertical Abierto y/o BCG Horizontal (donde se pueda) versus BCA y Caldera de Biomasa
Consideraciones a la entrada	Todos los equipos del mismo tamaño y con el mismo FUA
CAPEX de equipos	De acuerdo con lo presentado en el estudio en el Producto N°3
Costos de electricidad	Según Pliego Tarifario UTE ene-21
Costos de biomasa	75 USD/Ton para equipos de tamaño industrial (sobre 10 kW) y 130 USD/Ton para equipos menores.
Pozos para BCG Vertical Abierto	Entre 0 y 50 m, adaptado al tamaño del equipo con caudal estándar.
Sistema de recolección de calor para BCG Horizontal Cerrado	Entre 0 y 300 m ² , adaptado al tamaño del equipo.

Fuente: Elaboración propia

Para describir proyectos, así como los resultados, se utiliza una nomenclatura de términos, la cual se presenta en forma de glosario en la Tabla 4.

Tabla 4 Glosario de términos utilizados en la evaluación

BCG	Bomba de Calor Geotérmica
BCA	Bomba de Calor Aerotérmica
FUA	Factor de Utilización Anual
TEC	Tarifa Equivalente de Calor [UYU\$/KWh]
TRA	Tiempo de Recuperación por Ahorro. Es el tiempo en que los ahorros permiten pagar la diferencia de CAPEX con respecto a una alternativa más económica pero menos eficiente.
Factor CEE	Relación costo beneficio para Certificados de Eficiencia Energética. Si es menos a uno, entonces el proyecto califica.

Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Cálculos de potencia y consumo energético

Los cálculos de potencia y consumo energético definen el tipo de equipo y el factor de utilización. Para efectos de este apoyo técnico, se han considerado cálculos analíticos de primer orden, los cuales son conservadores. En el caso de la producción de film PVC y PETG, la potencia térmica de refrigeración, así como los consumos energéticos a lo largo del año fueron entregados por el promotor del proyecto. En las otras iniciativas, los consumos energéticos fueron calculados de acuerdo con las pérdidas y/o ganancias de calor a través de las paredes, ventanas y techos de los espacios a climatizar, así como las renovaciones de aire. La metodología de cálculo está basada en la “Guía Técnica de Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica” del Gobierno de España y el manual “Ground-Source Heat Pump Project Analysis” del RETScreen Engineering & Cases Textbook.

La Tabla 5 muestra los elementos de diseño y los materiales de construcción considerados para los cálculos de potencia de equipos y determinar los consumos energéticos.

Tabla 5 Elementos de diseño y materiales utilizados para el cálculo consumos energéticos y dimensionamiento de equipos.

Iniciativa	Dimensiones	Ventana /Muros %	Renov. aire por hora	Materiales y su transmitancia térmica U [W _t /m ² ·K]	Sistema	T [°C]
Criadero de Cerdos	Espacio 1: Largo: 5 m Ancho: 16 m Alto: 4 m	15%	1	Muro (panel sip U=0.4) Ventana (simple U=5.7) Techo (panel sip U=0.4)	Losa radiante	32
Producción de film de PVC y PETG	Espacio 2: Largo: 11m Ancho: 21m Alto: 3,5m	15%	1	Muro (panel sip U=0.4) Ventana (simple U=5.7) Techo (panel sip U=0.4)	Losa radiante	32
Club de Remeros	Largo: 100 m Ancho: 20 m Alto: 3 m	45%	1	Muro (ladrillo U=1.2) Ventana (simple U=5.7) Techo (U=1.2)	Fan coil	21
Invernadero UTEC	Largo: x m Ancho: xx m Alto: xx m	-	1	Muro, ventana y techo (policarbonato de alto rendimiento U=0.7)	Fan coil	18

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los elementos de diseño y materiales de construcción se determinan los consumos energéticos y la potencia térmica y/o frigorífica que se requieren en las instalaciones (Tabla 6).

Tabla 6 Cálculo de la potencia y consumos energéticos de calefacción y refrigeración.

Iniciativa	Potencia calefacción [kW]	Consumo calefacción [kWh]	Potencia refrigeración [kW]	Consumo refrigeración [kWh]
Criadero de Cerdos	98,9	339.744	72,7	52.307
Producción de film de PVC y PETG	-	-	331	2.342.000

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Iniciativa	Potencia calefacción [kW]	Consumo calefacción [kWh]	Potencia refrigeración [kW]	Consumo refrigeración [kWh]
Club de Remeros	113,4	129.243	-	-
Climatización de invernaderos	10,5	8.883,7	-	-

Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Dimensionamiento de instalaciones geotérmicas

De acuerdo con la potencia requerida, así como los consumos energéticos se dimensionan las instalaciones geotérmicas. Para los casos de interés, se evalúan soluciones con sistemas verticales abiertos, porque representan una solución económicamente más competitiva. Adicionalmente, en el caso del criadero de cerdos y el invernadero de UTE se evalúan colectores geotérmicos horizontales cerrados, debido a que se espera más superficie despejada en las cercanías de las instalaciones. Es importante destacar que en el caso del club de Remeros de Salto existe un pozo de 1.300 m de profundidad que extrae agua a 44 °C.

La Tabla 7 resume la eficiencia de los equipos, en el caso de colectores abiertos y cerrados, así como le requerimientos de caudal en el caso de los sistemas abiertos y el área que representa la construcción de los colectores horizontales cerrados. En el caso de los sistemas abiertos se considera en la eficiencia del sistema el gasto energético de extraer agua de un pozo. Para este caso se asumen el nivel de agua subterránea está a 10 m de profundidad.

Tabla 7 Eficiencia y requerimientos de los colectores geotérmicos.

Iniciativa	Colector vertical abierto			Colector horizontal cerrado		
	COP BCG	EER BCG	Caudal [L/s]	COP BCG	EER BCG	Superficie [m ²]
Criadero de Cerdos	3,9	4,4	6,2	3,7	4,9	9.498
Producción de film de PVC y PETG	4,00	-	20,7	-	-	-
Club de Remeros	10,3	-	8,7	-	-	-
Climatización de invernaderos	3,9	-	0,7	3,7	-	498

Fuente: Elaboración propia

1.2.4 Supuestos de evaluación económica

En base a lo indicado en las secciones anteriores y para llevar a cabo la evaluación económica se tomaron en cuenta las consideraciones de la Tabla 8.

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Tabla 8 Consideraciones generales por caso a evaluar

Iniciativa	Criadero de Cerdos	Producción de film de PVC y PETG	Club de Remeros	Climatización de invernaderos
Energía anual requerida [MWh/año]	392	2.342	130	8,9
Potencia de equipo [kW]	100	340	120	11
FUA [%]	45%	78%	12%	9%
Tarifa eléctrica BG y BA [UYU\$/kWh] (Pliego tarifario UTE ene-21)	Medianos Consumidores (5,0 UYU\$/kWh promedio ponderado por horas)	Grandes Consumidores (3,9 UYU\$/kWh promedio ponderado por horas)	Medianos Consumidores (5,0 UYU\$/kWh promedio ponderado por horas)	Residencial doble horario (5,5 UYU\$/kWh promedio ponderado por horas)
Costo Biomasa [USD/Ton]	75 USD/Ton (astillas y chips)	-	75 USD/Ton (astillas y chips)	130 USD/Ton (astillas y chips)

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la selección de equipos, a continuación, la Tabla 9 muestra las distintas alternativas tecnológicas a evaluar para cada caso, todas de acuerdo con la misma fuente de información considerada para la evaluación genérica realizada en el tercer producto de la asistencia técnica.

Tabla 9 Alternativas tecnológicas caso Criadero de Cerdos

Alternativas	CAPEX [MUSD]	CoP / Heat Rate	Tipo de equipos
BCG vertical abierta	40,3	3,95	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCG horizontal	40,5	3,82	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCA equipo split	36,7	3,00	BCA reversibles para Clima y ACS
Caldera Biomasa	59,6	3.348 kWh/ton	Caldera de astillas y chips

Tabla 10 Alternativas tecnológicas caso Producción de film de PVC y PETG

Alternativas	CAPEX [MUSD]	CoP / Heat Rate	Tipo de equipos
BCG vertical abierta	112,4	4,00	BCG para uso industrial
BCG horizontal	-	-	-
BCA equipo split	100,7	3,00	BCA para uso industrial
Caldera Biomasa	-	-	-

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Tabla 11 Alternativas tecnológicas caso Club de Remeros

Alternativas	CAPEX [MUSD]	CoP / Heat Rate	Tipo de equipos
BCG vertical abierta	45,8	10,28	BCG para uso industrial
BCG horizontal	-	-	-
BCA equipo split	44,1	3,00	BCA para uso industrial
Caldera Biomasa	43,6	3.348 kWh/ton	Caldera de astillas y chips

Tabla 12 Alternativas tecnológicas caso Climatización de invernaderos

Alternativas	CAPEX [MUSD]	CoP / Heat Rate	Tipo de equipos
BCG vertical abierta	7,5	3,88	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCG horizontal	8,5	3,66	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCA equipo split	4,6	3,00	BCA reversibles para Clima y ACS
Caldera Biomasa	8,4	3.348 kWh/ton	Caldera de astillas y chips

Fuente: Elaboración propia.

1.2.5 Resultados de evaluación económica

En base a los supuestos de la evaluación económica, se determinan el indicador TEC (Tarifa Equivalente de Calor) para los distintos casos de evaluación, comparando las distintas tecnologías consideradas. Los resultados de esta evaluación se presentan a continuación.

Tabla 13 Resultados TEC [UYU\$/kWh] para los distintos casos evaluados

Tecnología / Iniciativa	Criadero de Cerdos	Producción de film de PVC y PETG	Club de Remeros	Climatización de invernaderos
BCG vertical abierta	4,0	2,7	5,6	13,8
BCG horizontal	4,1	-	-	15,4
BCA chiller / split	4,8	3,3	8,3	11,1
Caldera Biomasa	4,2	-	6,8	15,2

Fuente: Elaboración propia.

- **Caso Criadero de Cerdos:** En este caso, la alternativa seleccionada es la tecnología BCG Vertical Abierta, con una TEC de 4,0 USU\$/KWh, aunque es seguida de cerca por el resto de las tecnologías. Las alternativas BCG Horizontal y Caldera Biomasa dentro de rango de 10% de diferencia contra alternativa seleccionada. De esta forma, se indica que el proyecto final será sensible al resultado de cotizaciones.

El factor CEE con respecto a un caso base BCA es de 0,094 (menor que 1), por lo que efectivamente existe un caso en el que se generan ahorros tal que el proyecto calificaría para CEE. El proyecto no genera ahorros con respecto a un caso base Caldera Biomasa.

- **Caso Producción de film de PVC y PETG:** En este caso, la alternativa seleccionada es la tecnología BCG Vertical Abierta, con una TEC de 2,7 USU\$/KWh, y no hay otras alternativas dentro de rango de 10% de diferencia contra alternativa seleccionada. El proyecto final no sería sensible al resultado de cotizaciones en este caso.

El factor CEE con respecto a un caso base BCA es de 0,067 (menor que 1), por lo que efectivamente existe un caso en el que se generan ahorros tal que el proyecto calificaría para CEE.

- **Caso Club de Remeros:** En este caso, la alternativa seleccionada es la tecnología BCG Vertical Abierta, con una TEC de 5,6 USU\$/KWh, y no hay otras alternativas dentro de rango de 10% de diferencia contra alternativa seleccionada. El proyecto final no sería sensible al resultado de cotizaciones en este caso, y el resultado es gracias al aprovechamiento de los beneficios de la existencia de una perforación previa y la existencia de una fuente hidro-termal.

El factor CEE con respecto a un caso base BCA es de 0,114 (menor que 1), por lo que efectivamente existe un caso en el que se generan ahorros tal que el proyecto calificaría para CEE.

- **Climatización de invernaderos:** En este caso, la alternativa seleccionada es la tecnología BCA (equipo Split), con una TEC de 11,1 USU\$/KWh, y no hay otras alternativas dentro de rango de 10% de diferencia contra alternativa seleccionada. El proyecto final no sería sensible al resultado de cotizaciones en este caso.

El proyecto no genera ahorros ni con respecto a un caso base BCG ni biomasa, por lo que el proyecto no calificaría para CEE. Visto al revés, el proyecto BCG Vertical si generaría ahorros con respecto a un caso base BCA. Se debe evaluar si la obtención de CEE es suficiente para invertir la selección

Se comprueba el postulado del producto N°3, BCG es competitiva en condiciones de demanda sobre 25 kW y factor de utilización anual por sobre 50%. Por otro lado, BCG no es competitiva en condiciones de demanda inferior 25 kW y FUA por debajo de 50%. Para viabilizar este tipo de proyectos con tecnología BCG es necesario agregar mayor demanda, junto con aumentar el factor de utilización anual.

2 Minuta de reunión: tercera presentación

Minuta de Reunión: N° 044

Consultoría: Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía

1. Datos del evento

- 1.1. Evento: Tercera Presentación a los actores claves
- 1.2. Lugar: Videoconferencia
- 1.3. Fecha: 26 / 02 / 2021
- 1.4. Hora: 09:00 UY

2. Temas tratados

- 2.1. Palabras de bienvenida a cargo del Coordinador General de la asistencia técnica Cristhian Abanto.
- 2.2. Presentación del análisis situacional por Cristhian Abanto, donde se da a conocer la metodología utilizada para la identificación de barreras y brechas existentes para el desarrollo de la geotermia de baja entalpía en Uruguay el cual consistió en un análisis del microentorno y macroentorno para la identificación de las debilidades y amenazas.
- 2.3. Presentación de las barreras con sus respectivas medidas o recomendaciones empezando por las del tipo natural con el conocimiento de las condiciones geotermales y la superficie de emplazamiento por las obras previas.
- 2.4. Presentación de las barreras legales y políticas: falta de regulación de la geotermia y regulación de sistemas abiertos. Adicionalmente, se dio paso a uso de la plataforma *Mentimeter* para la votación sobre la importancia y prioridad de la medida: “Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía”.
- 2.5. Presentación de las barreras tecnológicas: poca disponibilidad de las bombas de calor geotérmicas y competencia con tecnologías independientes a la infraestructura. Donde se pudo dar una clasificación de importancia y prioridad a las medidas “Implementar un registro de proveedores e

instaladores a nivel nacional” y “desarrollar una herramienta de evaluación rápida de ahorros energéticos por inclusión de geotermia en la infraestructura, eficiencia energética y mecanismos compatibles de climatización”.

- 2.6. Presentación de las barreras económicas sobre la competencia con otras tecnologías en el sector industrial, comercial y residencial. Con participación del público para la clasificación de las medidas: “fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas” y “generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas”.
- 2.7. Presentación de las barreras ambientales en torno a las incertidumbres por el impacto y el desconocimiento de temas ambientales; por lo cual se propone como medida a clasificar el “adoptar pruebas de reinyección (exitosas en otros países) o diseñar pruebas propias por acuerdo a un estándar establecido”; “documentar y divulgar experiencias piloto es relevante para generar confianza entre usuarios e instaladores” y “generar instancias de formación de profesionales a través de programas continuos de especialización en universidades o institutos del país”.
- 2.8. Presentación de las barreras sociales: sobre los impactos en la salud asociados al uso de leña y sobre la carente divulgación de la geotermia, sus aspectos y aplicaciones. Adicionalmente, se pudo realizar una votación de clasificación de acuerdo con la prioridad e importancia de la medida más importante propuesta “de generar políticas complementadas con medidas restrictivas, mas no prohibitivas del uso de leña, cuando este uso de leña este afectando a la sostenibilidad del recurso y/o su combustión genere efectos nocivos en la salud”.
- 2.9. Presentación de la importancia del género en la implementación de la geotermia de baja entalpía en Uruguay a cargo de la especialista de género Virginia Guzmán, desde una perspectiva del fortalecimiento de la participación de la mujer como tomadora de decisiones, su participación en el mercado laboral desde su formación técnica como profesional en temas de energía, y sus necesidades energéticas desde su rol en el trabajo doméstico.

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

2.10. Presentación de los resultados del análisis de las 4 iniciativas en Uruguay para la implementación de geotermia promocionado por privados y la academia, a cargo del especialista técnico Joshua Carvacho.

3. Comentarios: medidas de divulgación de conocimiento

3.1. *Medida 1.* Garantizar bajo costo de instalación y/o aplicación. garantizar la protección de los acuíferos dado que hay zonas muy vulnerables.

3.2. *Medida 2.* Campañas de educación en colegios y universidades, para generar el interés del público.

3.3. *Medida 3.* Desde el gobierno se debería establecer leyes que reglamenten la utilización de la geotermia por parte de técnicos e ingenieros capacitados en UTEC (único lugar en el país donde existe una carrera de ingeniería en energías renovables).

3.4. *Medida 4.* Desde la academia, particularmente desde UTEC, que tiene una carrera de ingeniería en energías renovables, se puede fomentar la divulgación. Un mecanismo válido se desarrolla actualmente entre la academia y las empresas que tienen convenios con UTEC.

4. Comentarios adicionales

4.1. *Anónimo:* Pensar en lo referido a la inyección que es una barrera importante.

5. Asistentes

N°	Nombre	Institución
1	Ana Vásquez	Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII)
2	Jose Rubinstein	Alternativas Sustentables
3	Federico Bidegaray	Bidegaray & Asociados
4	Alberto Manganelli	Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGAS)
5	Judit Rodríguez Manotas	CTCN
6	Virginia Villarino	Intendencia de Maldonado

7	Carla Zilli	Ministerio de Ambiente
8	Ana Clara Pereira	Ministerio de Ambiente
9	Laura Estrella	Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)
10	Beatriz Olivet	Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)
11	Arnaldos Zunin	Tecnologías Sustentables
12	Ethel Morales	Universidad de la República (UdelaR) – Fac. de Ciencias
13	Pedro Galione	Universidad de la República (UdelaR) – Fac. de Ingeniería
14	Carlos Bello	Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC)
15	Marcos Zefferino	Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC)
16	Víctor Vargas	INGEO - Perú
17	Jaime Parada (JP)	DEUMAN
18	Cristhian Abanto (CA)	DEUMAN
19	Lucía Samaniego (LS)	DEUMAN
20	Joshua Carvacho (JC)	DEUMAN
21	Mauricio Muñoz (MM)	DEUMAN
22	Diego Aravena (DA)	DEUMAN
23	Itala Ferrer (IF)	DEUMAN
24	Virginia Guzmán (VG)	DEUMAN
25	Verónica Riquelme (VR)	DEUMAN

3 Anexos

Figura 5 Diapositivas de la tercera presentación preliminar a actores claves

3ra PRESENTACIÓN DE AVANCES

Producto 4: Identificación de las barreras existentes al uso de energía geotérmica de baja entalpía para acondicionamiento térmico en el país

Fecha: 26 de Febrero del 2021

Asistencia Técnica: "Elaboración de una Hoja de Ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial en Uruguay"

Análisis situacional

Cristhian Abanto//Coordinador general

Análisis situacional

Identificación de Barreras

- Experiencia de las partes interesadas entrevistadas en el segundo producto
- Análisis del escenario actual estudiado en el tercer producto
- Experiencia de otros países Sudamericanos

Micro entorno

Cadena de valor

Macro Entorno

Análisis estratégico

Barreras identificadas

¡Conectémonos! "Tu opinión es importante para el desarrollo de esta asistencia técnica"

Ingresar a: www.menti.com

Código: 949619

1. Naturales

BARRERA	Medidas a desarrollar
Conocimiento de las condiciones geotérmicas	<ul style="list-style-type: none"> Impulsar y fomentar estudios locales para evitar problemas tales como incrustaciones o corrosión por la calidad natural del agua. Desarrollar plataformas que lleguen a los interesados de forma efectiva, por ejemplo, boletines, catálogos o sitio web.
Superficie de emplazamiento y obras previas	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar herramientas para una evaluación rápida tanto del recurso geotérmico disponible como del tamaño de las instalaciones subterráneas necesarias.

2. Legal y política

BARRERA	Medidas a desarrollar
Falta de regulación	<ul style="list-style-type: none"> Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía. Divulgar e incentivar el desarrollo de la geotermia con el fin de generar confianza entre los consumidores y desarrolladores.
Regulación de sistemas abiertos	<ul style="list-style-type: none"> Adoptar y modificar experiencias exitosas de países con tradición en la gestión de aguas subterráneas. Fomentar la importancia de los contextos hidrogeológicos de Uruguay para la reinyección de agua subterráneas Fomentar la importancia del rol de la investigación desde la academia en conjunto a privados, generando proyectos de innovación y desarrollo. Impulsar la participación de ANCAP y DINAMIGE, por su conocimiento e información disponible del subsuelo

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Queremos saber tu opinión

Entra a: www.menti.com
Código: 949619

Evaluación de medidas legales, tecnológicas y económicas

Califica las medidas propuestas por el equipo consultor
(Tu participación es de suma importancia)

Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía Crear

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

www.deuman.com

3. Tecnológicas

BARRERA

Poca disponibilidad de las bombas de calor geotérmicas

Medidas a desarrollar

- ✓ Implementar un registro de proveedores e instaladores a nivel nacional.
- ✓ Indicar rangos de precios de los distintos equipos e instalaciones, para permitir la evaluación económica en el mercado local.

Competencia con tecnologías independientes a la infraestructura

- ✓ Construir las instalaciones subterráneas de colección de calor de forma coordinada con el resto de la infraestructura (mayor eficiencia energética).
- ✓ Desarrollar una herramienta de evaluación rápida de ahorros energéticos por inclusión de geotermia en la infraestructura, eficiencia energética y mecanismos compatibles de climatización.

www.deuman.com

Queremos saber tu opinión

Entra a: www.menti.com
Código: 949619

Implementar un registro de proveedores e instaladores a nivel nacional.

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

Desarrollar una herramienta de evaluación rápida de ahorros energéticos por inclusión de geotermia en la infraestructura, eficiencia energética y mecanismos compatibles de climatización.

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

www.deuman.com

4. Económicas

BARRERA

Competencia con otras tecnologías en el sector industrial

Recomendaciones

- ✓ Fomentar la geotermia como alternativas para tamaños > 25 kW, en análisis de trazabilidad para procesos productivos, expansión de planta, mejoramiento de la eficiencia de procesos y/o cualquier otro análisis de planificación de producción.
- ✓ Fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas.
- ✓ Fomentar el aprovechamiento de beneficios tributarios y beneficios de eficiencia energética en la industria. Por ejemplo, asociados al decreto 268/020, decreto 354/009 y certificados de eficiencia energética.

Competencia en el sector residencial y comercial

- ✓ Fomentar soluciones de calefacción distrital en el sector residencial y comercial
- ✓ Generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas

www.deuman.com

Queremos saber tu opinión

Entra a: www.menti.com
Código: 949619

Fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas.

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

Generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

www.deuman.com

¡Revisemos los resultados!

www.deuman.com

Evaluación de medidas legales, tecnológicas y económicas

1. Crear una legislación que abarque los aspectos técnicos, legales y económicos de la geotermia de baja entalpía

2. Fomentar el desarrollo de proyectos piloto y la existencia de instancias informativas y espacios para realización de consultas

3. Fomentar el aprovechamiento de beneficios tributarios y beneficios de eficiencia energética en la industria. Por ejemplo, asociados al decreto 268/020, decreto 354/009 y certificados de eficiencia energética

4. Fomentar soluciones de calefacción distrital en el sector residencial y comercial

5. Generar políticas para favorecer la climatización distrital y/o compartidas

www.deuman.com

5. Ambientales

BARRERA

Incertidumbres por el impacto ambiental

Recomendaciones

- ✓ Adoptar pruebas de reinyección (exitosas en otros países) o diseñar pruebas propias de acuerdo a un estándar establecido
- ✓ Validar estimaciones basadas en las propiedades hidráulicas de los acuíferos, a través de la experiencia.
- ✓ Fomentar el uso de programas que anticipan fenómenos de precipitación minerales o corrosión de instalaciones.

Desconocimiento ambiental

- ✓ Generar instancias de formación de profesionales a través de programas continuos de especialización en universidades o institutos del país. Así como de investigación y experiencia aplicada en torno a las áreas de geoquímica, geofísica, termogeología e hidrogeología.
- ✓ Documentar y divulgar experiencias piloto es relevante para generar confianza entre usuarios e instaladores.

www.deuman.com

Queremos saber tu opinión

Entra a: www.menti.com
Código: 949619

¡ATENCIÓN! Si no logras visualizar el nuevo formulario solo ACTUALIZA la página web

Evaluación de medidas ambientales y sociales

Califica las medidas propuestas por el equipo consultor
(Tu participación es de suma importancia)

Adoptar pruebas de reinyección o diseñar pruebas propias de acuerdo a un estándar establecido

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

Documentar y divulgar experiencias piloto para generar conocimiento y confianza

Prioridad: 0 5

Poco relevante: 0 5

Dificultad: 0 5

Dificultad baja: 0 5

Dificultad alta: 0 5

www.deuman.com

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Queremos saber tu opinión
 Entra a: www.menti.com
 Código: 949619

Generar instancias de formación de profesionales a través de programas continuos de especialización en universidades o institutos del país

Prioridad: 0 a 5 (Poco relevante a Muy relevante)

Dificultad: 0 a 5 (Dificultad baja a Dificultad alta)

www.deuman.com

6. Sociales

Recomendaciones

- ✓ Promover y fomentar el uso de geotermia de baja entalpía, como energía limpia, renovables y con bajo costo de operación (similar a la leña seca).
- ✓ Generar políticas complementadas con medidas restrictivas, mas no prohibitivas del uso de leña, cuando este uso de leña este afectando a la sostenibilidad del recurso y/o su combustión genere efectos nocivos en la salud.

Divulgación de la geotermia: aspectos y aplicaciones

- ✓ Generar una estrategia de divulgación, tanto para consumidores como desarrolladores.

Ejemplo:

1. Usuarios: utilización de redes sociales, material didáctico específico para distintos públicos objetivos (niños, comunidades, etc). Se debe incluir en seminarios, clases y cursos.
2. Desarrolladores: catálogos con proveedores, equipos y costos. Debe estar disponible y complementada con seminarios o cursos especializados.

www.deuman.com

Queremos saber tu opinión
 Entra a: www.menti.com
 Código: 949619

Políticas complementarias cuando el uso de la leña afecte la sostenibilidad y la salud humana

Prioridad: 0 a 5 (Poco relevante a Muy relevante)

Dificultad: 0 a 5 (Dificultad baja a Dificultad alta)

www.deuman.com

Queremos saber tu opinión
 Entra a: www.menti.com
 Código: 949619

Mentimeter

¿Tienes en mente otra medida de divulgación de conocimiento?

www.deuman.com

¡Revisemos los resultados!

www.deuman.com

Evaluación de medidas ambientales y sociales

www.deuman.com

¿Tienes en mente otra medida de divulgación de conocimiento?

- Considerar bajo costo de investigación y/o aplicación, generar la producción de los científicos dado que hoy genera muy sustantivo.
- Campañas de educación en colegios y universidades, para generar el interés del público.
- Pensar en la referencia a la inspección que es una buena herramienta.
- Desde el gobierno se debería establecer leyes que regulen la utilización de la geotermia por parte de técnicos e ingenieros capacitados en UTED para luego en el país donde existe una carrera de ingeniería en energía renovables.
- Desde el gobierno se debería establecer leyes que regulen la utilización de la geotermia por parte de técnicos e ingenieros capacitados en UTED para luego en el país donde existe una carrera de ingeniería en energía renovables.
- Desde el gobierno se debería establecer leyes que regulen la utilización de la geotermia por parte de técnicos e ingenieros capacitados en UTED para luego en el país donde existe una carrera de ingeniería en energía renovables.

www.deuman.com

Importancia del género en la geotermia de baja entalpía en Uruguay

Virginia Guzmán // Especialista de género

www.deuman.com

Género y geotermia

www.deuman.com

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

Presentación de posibles proyectos

Joshua Carvacho/Especialista técnico



Evaluación económica comparativa

Objetivos

Dado el requerimiento energético de cada proyecto en particular, se evalúa la mejor alternativa en función de la "tarifa equivalente de acondicionamiento térmico". La hipótesis a demostrar, apunta más a generar ahorros que a generar más ingresos. Entonces, la evaluación económica no se basa en indicadores económicos tipo (VAN, TIR, payback), sino más bien, establecer métricas para valorar los ahorros (TEC, TRA)

Metodología

Tecnologías a evaluar
BCG Vertical Abierta y/o BCG Horizontal (donde se pueda versus BCA y Caldera de Biomasa)

Consideraciones a la entrada
Todos los equipos del mismo tamaño y con el mismo TUA

CAPEX de equipos
De acuerdo con lo presentado en el estudio en el Producto N°3

Costos de electricidad
Según Plego Tarifario UTE eme-21

Costos de biomasa
75 USD/Ton para equipos de tamaño industrial (300 kW) y 130 USD/Ton para equipos menores.

Pozo para BCG Vertical Abierta
Entre 0 y 50 m, adaptado al tamaño del equipo con caudal estándar.

Sistema de recolección de calor para BCG Horizontal Centralizado
Entre 0 y 300 m², adaptado al tamaño del equipo.

Glosario de términos

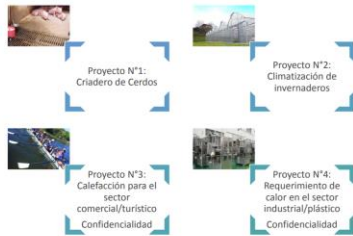
BCG: Bomba de Calor Geotérmica
BCA: Bomba de Calor Aerotérmica
FUA: Factor de Utilización Anual
TEC: Tarifa Equivalente de Calor (USD/kWh)
TRA: Tiempo de Recuperación por Ahorro: Es el tiempo en que los ahorros permiten pagar la diferencia de CAPEX con respecto a una alternativa más económica pero menos eficiente.
Factor CEE: Relación costo beneficio para Certificados de Eficiencia Energética. Si es menor a una, entonces el proyecto califica.

Dimensionamiento de alternativas de climatización

Alternativa	Energético primario	Sistema de recolección de calor	Equipo de climatización / frío	Instalación
BCG vertical abierta	Electricidad Tarifa Plego UTE	Pozo de agua (20 - 50) m ~190USD/m Estudio hgeol. 0.000 USD	BCG 10 kW - 400 USD/kW 100 kW - 200 USD/kW 340 kW - 200 USD/kW	40% CAPEX
BCG horizontal	Electricidad Tarifa Plego UTE	R Horizontal 100 - 600 m ² ~100USD/m ²	BCG 10 kW - 400 USD/kW 100 kW - 200 USD/kW 340 kW - 200 USD/kW	40% CAPEX
BCA	Electricidad Tarifa Plego UTE	-	BCA 10 kW - 297 USD/kW 100 kW - 250 USD/kW 340 kW - 210 USD/kW	40% CAPEX
Caldera Biomasa	Electricidad Precio indicado por el MIEM	-	Caldera 10 kW - 500 USD/kW 100 kW - 400 USD/kW 340 kW - 250 USD/kW	50% CAPEX

Empalme con el cliente y sistema de transmisión de calor no incluido en la evaluación

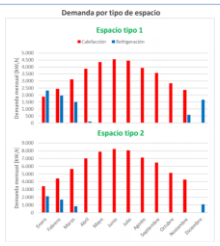
Proyectos evaluados



Proyecto N°1: Criadero de Cerdos

Datos generales del proyecto	
Tipo de empresa	ESCO
Sector	Industrial
Requerimiento energético	Climatizar las cunetas de cría de los cerdos
Antecedentes recurso geotérmico	No hay información disponible

Requerimiento energético del cliente	
Temperatura	37°C
Distribución de calor	Luza Radiante
Dimensión de instalaciones (espacio tipo 1)	5 m (largo) x 16 m (anchura) x 4 m (alto)
Cantidad de espacios tipo 1	5
Dimensión de instalaciones (espacio tipo 2)	11 m (largo) x 21 m (anchura) x 3,5 m (alto)
Cantidad de espacios tipo 2	2
Potencia de climatización	96,5 kW
Demanda anual calefacción	338 743 kWh/año
Demanda anual refrigeración	52 307 kWh/año
Demanda total anual	392 550 kWh/año



Proyecto N°1: Criadero de Cerdos

Supuestos considerados	
Energía anual requerida	392 kWh/año
Potencia de equipo	100 kW
TUA	43%
Tarifa eléctrica BG y BA	Mediana Consumidores (0,0 USD/kWh promedio ponderado por horas), Plego Tarifario UTE eme-21.
Costo Biomasa	75 USD/Ton (astillas y chips).

Componentes de solución BCG vertical abierta	
Cantidad pozos de agua	1
Profundidad de pozo	50 m
Caudal esperado por pozo	6,25 l/s
Probabilidad de éxito	100% contra estudio hidrogeológico
Cantidad pozos reemplazo	No considera
Uso posterior agua bombeada	A disposición del proyecto (se considera que agua tiene usos adicionales una vez extraída, no se reemplaza).

Componentes de solución BCG horizontal	
Superficie recolección	300 m ²
Profundidad de carga	1-2 m

Dimensionamiento de alternativas para evaluación			
Alternativas	CAPEX (USD)	Cap / Heat Rate	Tipo de equipo
BCG vertical abierta	47,3	3,95	BCG para frío y calor simultáneo
BCG horizontal	80,3	3,82	BCG para frío y calor simultáneo
BCA Chiller	36,7	3,00	BC Aerotermos para uso industrial
Caldera Biomasa	59,6	3,348 kWh/Ton	Caldera de astillas y chips

Resultados Evaluación Económica			
Alternativa	TEC (USD/kWh)	Def. An. Selec.	Alternativa seleccionada
BCG vertical abierta	4,2	2,4%	BCG horizontal
BCG horizontal	4,1	-	BCG horizontal
BCA Chiller	4,8	17,0%	BCG horizontal
Caldera Biomasa	4,3	2,4%	BCG horizontal

Factor CEE (*) 0,260
(*) Con respecto a BCA

Conclusión Proyecto N°1

- Alternativa seleccionada: BCG Horizontal
- El proyecto genera ahorros con respecto a un caso base BCA y su factor CEE es menor que 1, por lo que el proyecto calificaría para CEE.
- El proyecto no genera ahorros con respecto a un caso base Caldera Biomasa.
- Alternativas BCG Vertical Abierta y Caldera Biomasa dentro de rango de 10% de diferencia contra alternativa seleccionada. Proyecto final será sensible al resultado de cotizaciones.
- Se comprueba que BCG es competitiva en condiciones de demanda sobre 25 kW y factor de utilización anual cercano a 50%

Proyecto N°2 Climatización en invernaderos

Datos generales del proyecto	
Tipo de empresa	Universidad
Sector	H+D+I
Requerimiento energético	Climatización de invernaderos
Ubicación	Universidad Tecnológica de Uruguay
Antecedentes recurso geotérmico	No hay información disponible

Requerimiento energético del cliente	
Temperatura de funcionamiento requerida	[25 - 35] °C
Dimensión de instalaciones	200 m ²
Caracterización del consumo	Calefacción en meses de invierno
Potencia de climatización	10 kW
Demanda total anual	8.884 kWh/año



Proyecto N°2 Climatización en invernaderos

Supuestos considerados	
Energía anual requerida	8,8 kWh/año
Potencia de equipo	11 kW
TUA	9%
Tarifa eléctrica BG y BA	Mediana Consumidores (0,5 USD/kWh promedio ponderado por horas), Plego Tarifario UTE eme-21.
Costo Biomasa	130 USD/Ton (astillas y chips).

Componentes de solución BCG vertical abierta	
Cantidad pozos de agua	1
Profundidad de pozo	20 m
Caudal esperado por pozo	1 l/s
Probabilidad de éxito	100% contra estudio hidrogeológico
Cantidad pozos reemplazo	No considera
Uso posterior agua bombeada	A disposición del proyecto (se considera que agua tiene usos adicionales una vez extraída, no se reemplaza).

Componentes de solución BCG horizontal	
Superficie recolección	12 m ²
Profundidad de carga	1-2 m



Dimensionamiento de alternativas para evaluación			
Alternativas	CAPEX (USD)	Cap / Heat Rate	Tipo de equipo
BCG vertical abierta	18,4	3,88	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCG horizontal	8,5	3,66	BCG de Frío y Calor Simultáneo
BCA sistema split	4,6	2,50	BCA reversibles para Clima y ACS
Caldera Biomasa	8,4	3,348 kWh/Ton	Caldera de astillas y chips

Resultados Evaluación Económica			
Alternativa	TEC (USD/kWh)	Def. An. Selec.	Alternativa seleccionada
BCG vertical abierta	29,7	100%	BCA
BCG horizontal	12,4	23%	BCA
BCA sistema split	11,9	-	BCA
Caldera Biomasa	15,2	28%	BCA

Factor CEE (*) -
(*) Con respecto a Caldera Biomasa

Climate Technology Centre & Network (CTCN)

Elaboración de una hoja de ruta nacional para el uso de energía geotérmica de baja entalpía para el acondicionamiento térmico en los sectores residencial, industrial y comercial

<p>Conclusión Proyecto N°2</p> <p>Proyecto N°2: Climatización de invernaderos</p> <ul style="list-style-type: none">• Alternativa seleccionada: BCA• El proyecto no genera ahorros ni con respecto a un caso base BCG ni biomasa, por lo que el proyecto no calificaría para CEE.• Visto al revés, el proyecto BCG Vertical sí generaría ahorros con respecto a un caso base BCA. Se debe evaluar si la obtención de CEE es suficiente para invertir la selección.• Se comprueba que BCG no es competitiva en condiciones de demanda inferior 25 kW y FUA por debajo de 50%. Para viabilizar este tipo de proyectos con tecnología BCG es necesario agregar mayor demanda, junto con aumentar el factor de utilización anual. <p><small>www.deuman.com</small></p>	<p>Preguntas y/o comentarios</p>  <p><small>www.deuman.com</small></p>	<p>Palabras de despedida y agradecimiento</p> <p>Jaime Parada, Jefe del Estudio DEUMAN</p> <p><small>www.deuman.com</small></p>
 <p>Chile Pará Ecuador</p> <p><small>Santiago de Chile Av. Valcarlos 2089, Oficina 714 Las Condes, Santiago, Chile Tel: +56 2 3224170 www.deuman.com</small></p> <p><small>www.deuman.com</small></p>		