



X INGEPET
2022



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

Juan Carlos Santivañez Huarcaya, PetroTal Perú

Peru

TEE

Transición energética y Estrategias para reducir la huella de carbono

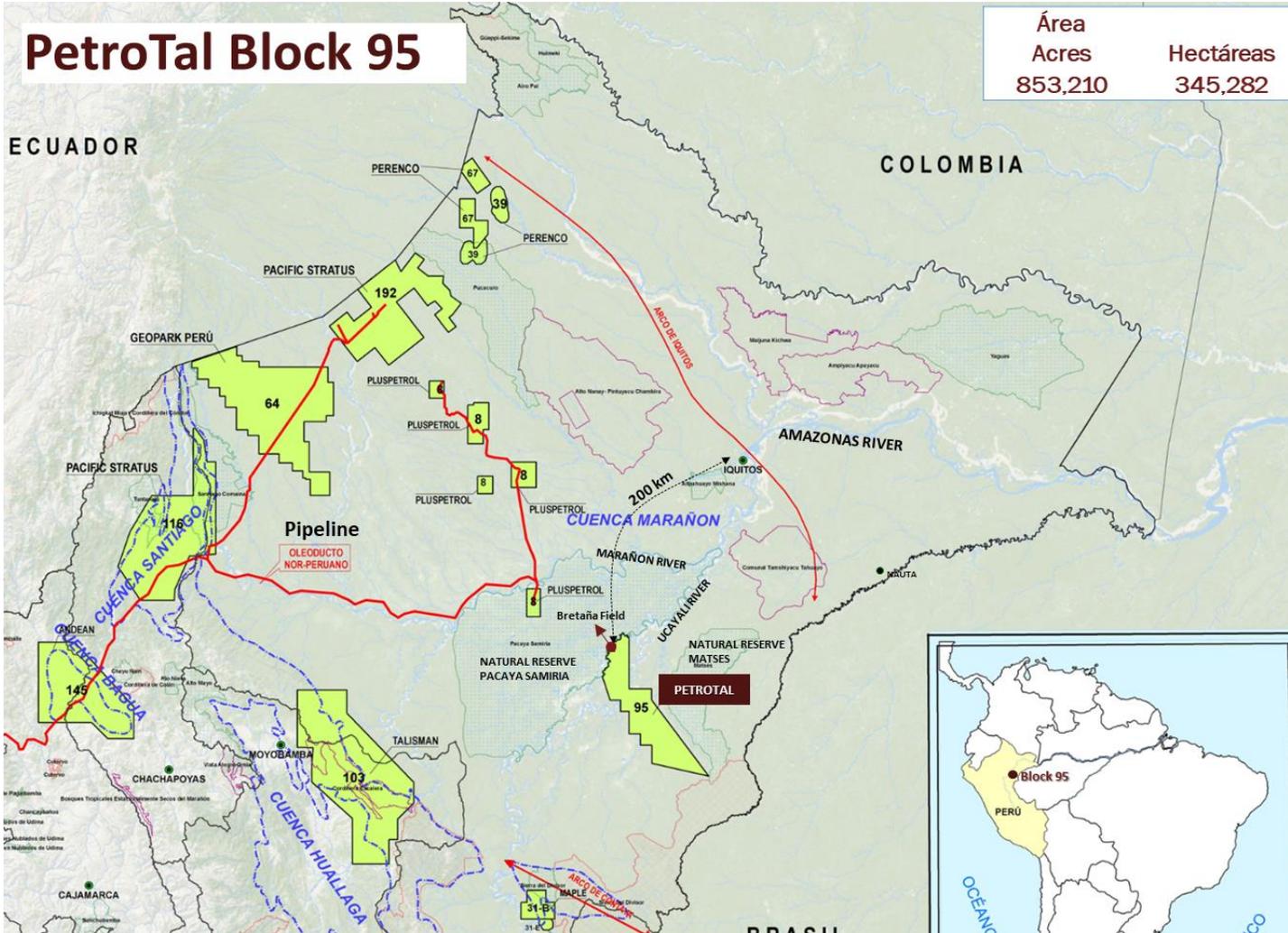


www.ingepet.com



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

II. Ubicación



<https://petrotal-corp.com/>





Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

III. Introducción

La generación de electricidad a partir de fuentes geotérmicas presenta más beneficios en comparación con tecnologías como la solar o la eólica, debido a la pequeña área que cubren para producir electricidad en comparación con las otras fuentes mencionadas anteriormente, además de la disponibilidad del recurso, para proyectos geotérmicos es 24/7 y no depende de ningún factor climático, solo en la continuidad del flujo de fluido geotérmico.

Los proyectos más cercanos, el Bloque 192 y el Bloque 8, presentan un corte de agua del 95 al 97%. También se estima que el bloque 95 alcanzará un corte de agua similar. Las principales variables a gestionar en este tipo de embalses son los caudales de agua y las instalaciones superficiales para poder tratarlos y finalmente disponer de ellos como reinyección.

El uso de módulos ORC para la generación de electricidad a partir de agua producida, lo que llamamos cogeneración, es un nuevo término en la industria del petróleo y el gas. Se han ejecutado proyectos exitosos a pequeña escala utilizando flujos de producción de campos petroleros. Un ciclo orgánico de Rankine (ORC) es un módulo que consta de 4 componentes: un intercambiador de calor, una turbina, un condensador y una bomba. El objetivo de este módulo es aprovechar la energía térmica que proviene de un fluido geotérmico para generar electricidad utilizando un fluido secundario, como el propano, que tiene un punto de ebullición más bajo que el agua.



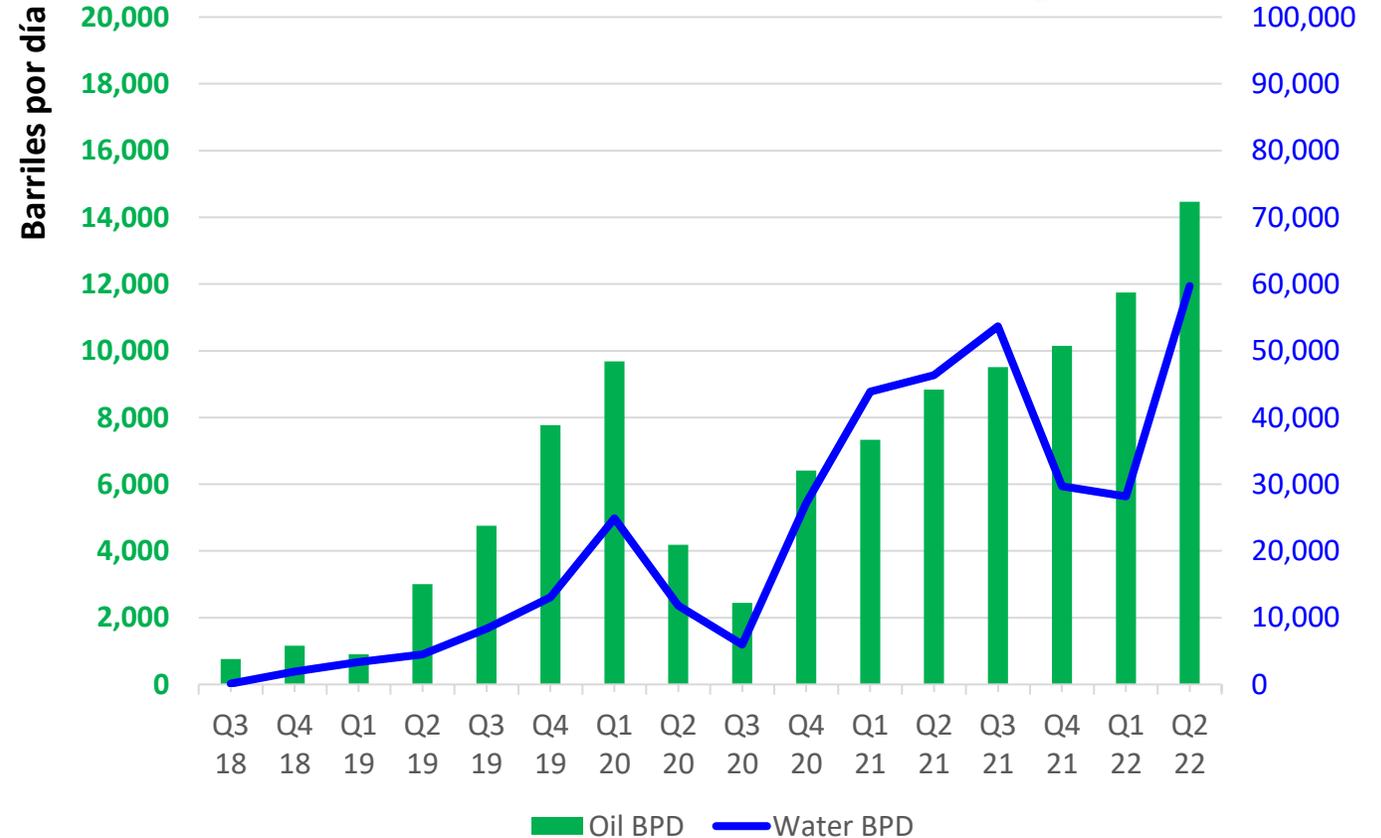
Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

IV. Identificación del problema/Hipótesis.

Uno de los problemas en los campos petroleros con el sistema de producción de accionamiento de agua es la cantidad de agua que se produce. Esta situación no es ajena a los campos petroleros ubicados en la cuenca del Marañón en Perú. Estos campos tienen cortes de agua de producción superiores al 90% y con alta recuperación de factor petrolero > 20%.

Mientras que la temperatura del agua de producción es elevada alcanzando los 90 °C, incluso más, esto favorece el desarrollo de un proyecto de aprovechamiento de la entalpia del agua de producción.

Producción **Petróleo & Agua**

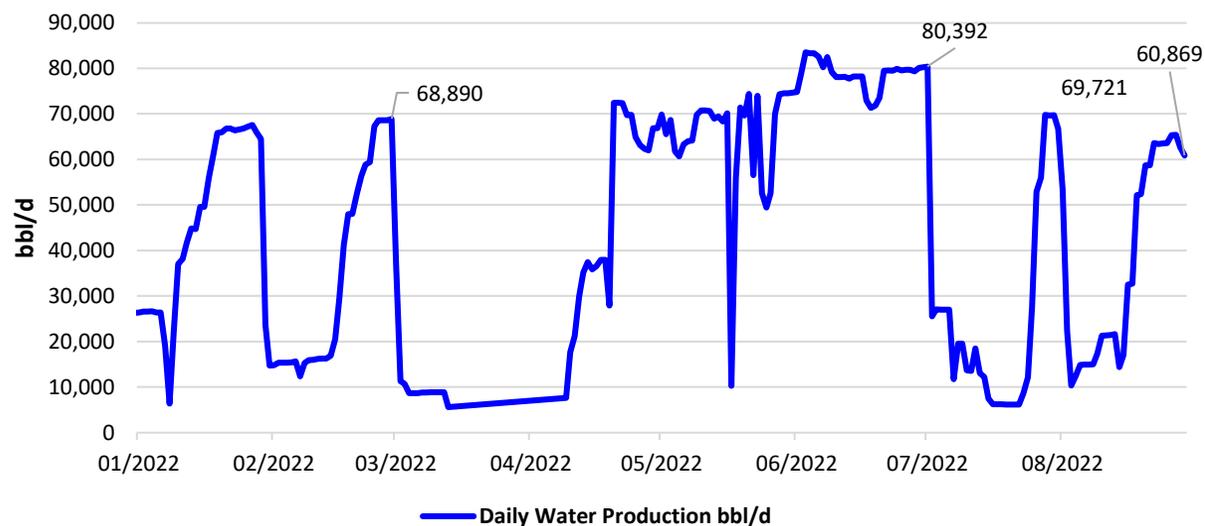


Source: <https://petrotal-corp.com/investor-relations/events-presentations/>

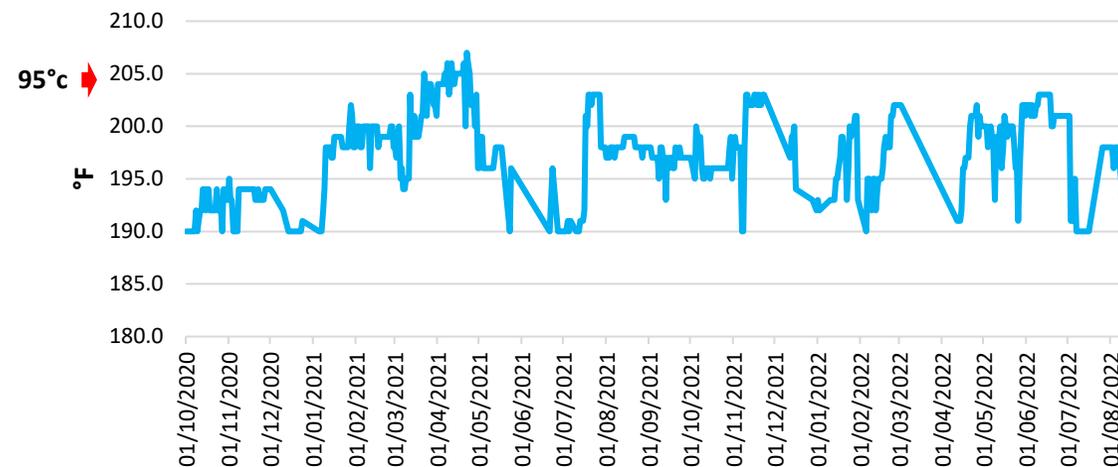


Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

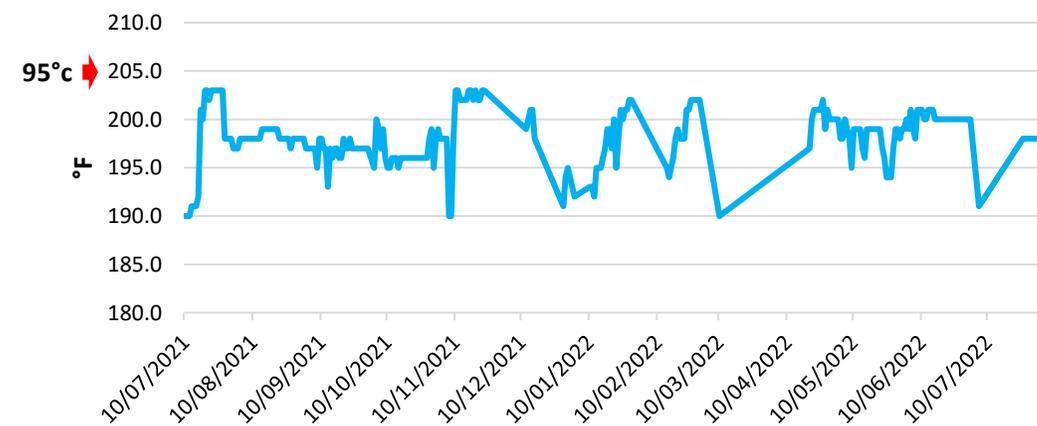
IV. Identificación del problema/Hipótesis.



TEMPERATURE 2WD



TEMPERATURE 3WD

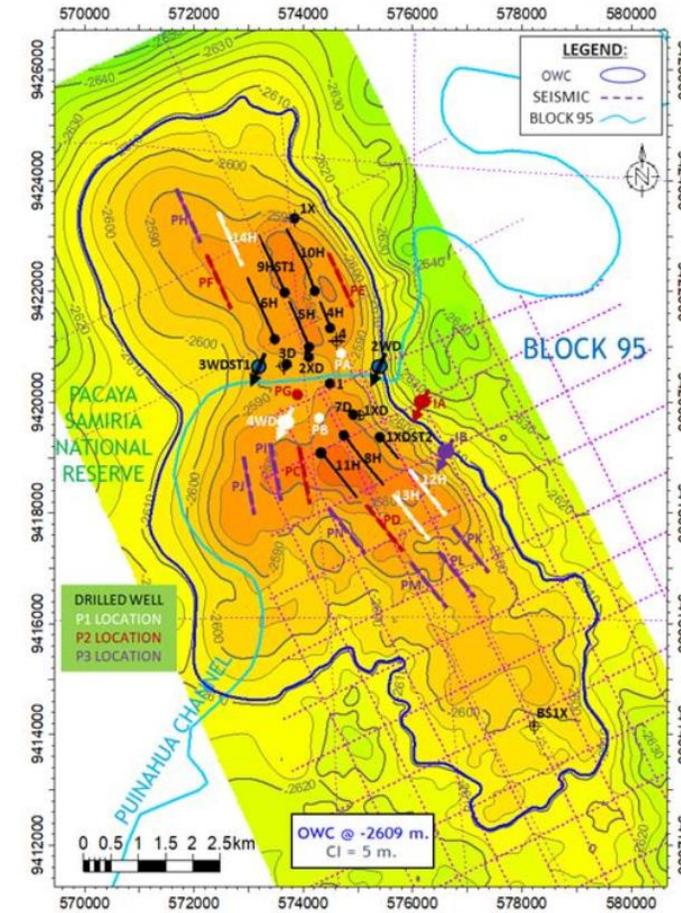
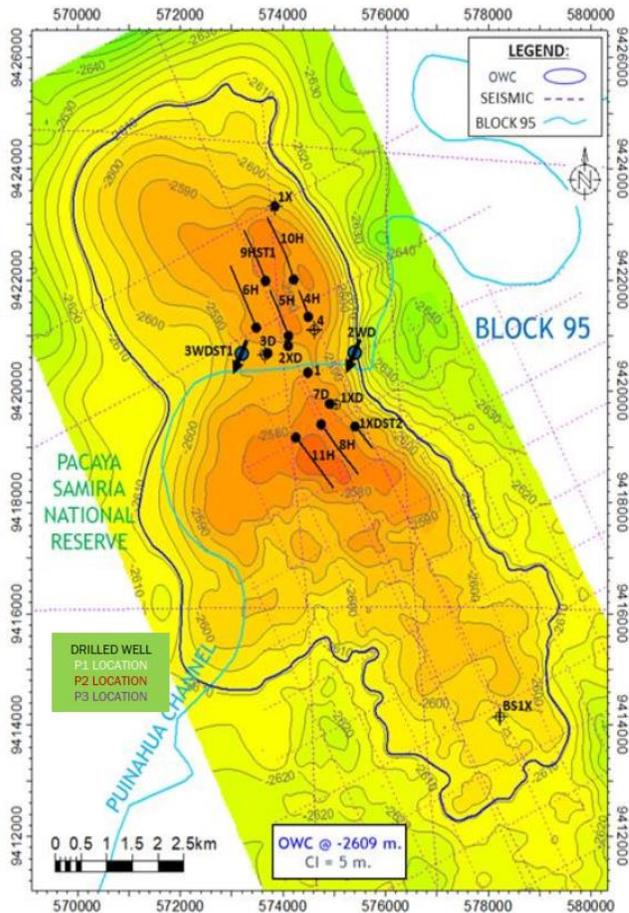


Al **2023** se estimar producir **250 KBWPD** y para el **2030** en **320 KBWPD**

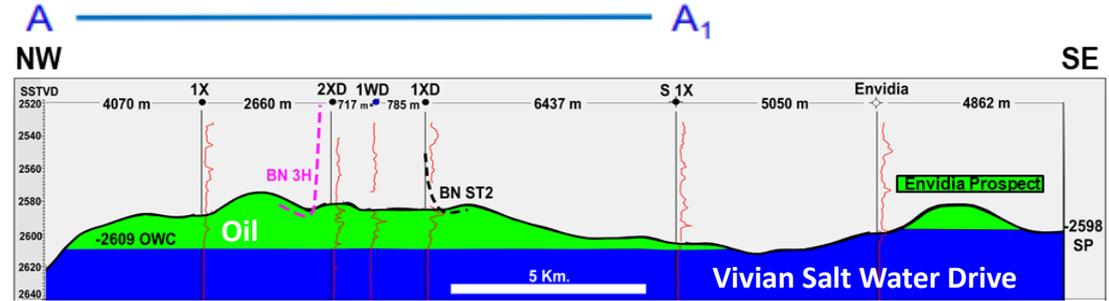


Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

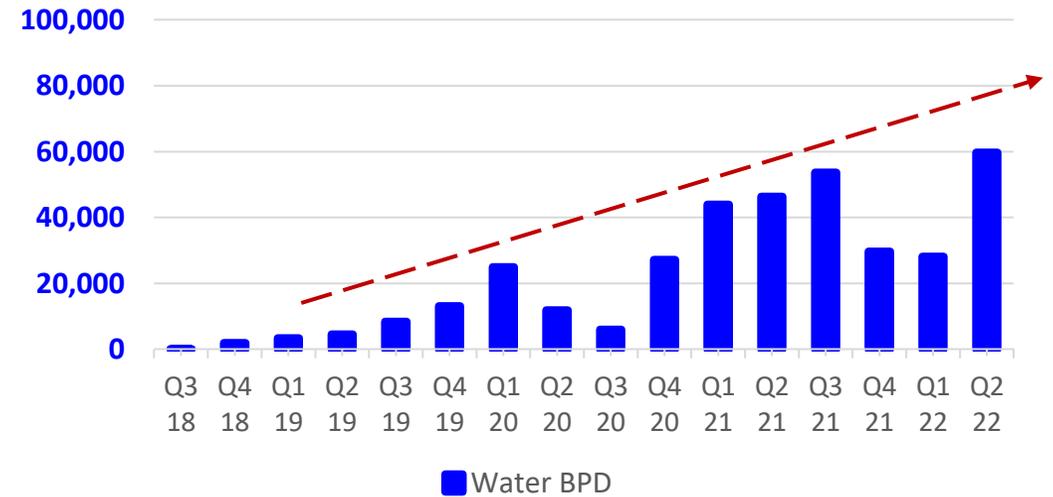
IV. Identificación del problema/Hipótesis.



Strong Water Drive



Water produced BPD



WATER INYECTEC CUM (Since 2018) : 36 MM BLS

14 Wells drilled (12 producing and 02 injectors Wells)
~ 80 KBWPD (Thousands barrels of water per day).

3P plan: 29 producing Wells.
~ 300 KBWPD.



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

V. Objetivos

- Estimar la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú.
- Caracterizar la producción de agua del bloque 95 operado por PetroTal en Perú.
- Determinar los parámetros de cálculo para el módulo ORC a implementar en el bloque 95 operado por PetroTal en Perú.
- Evaluar la factibilidad económica y técnica de implementar un módulo ORC utilizando agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

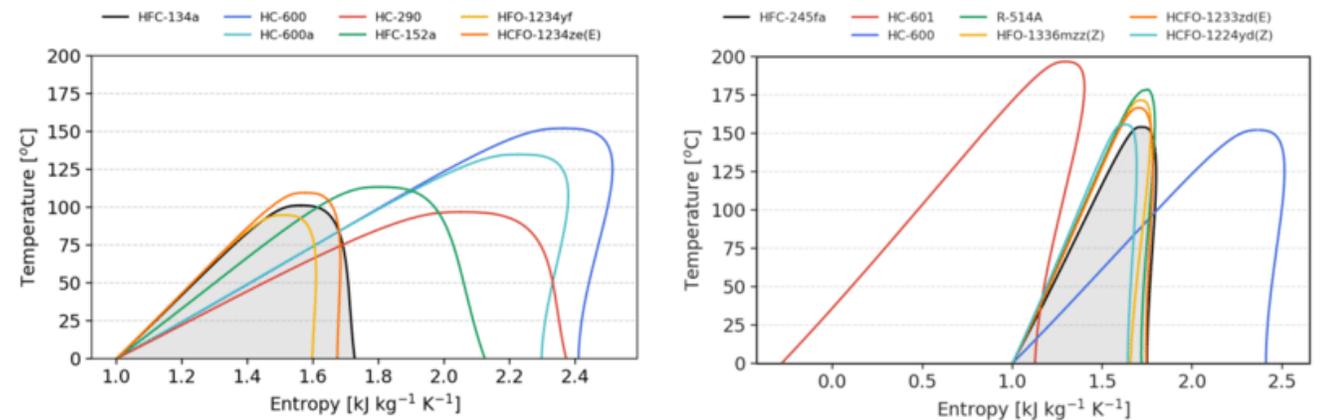


módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

VI. Bases Teóricas

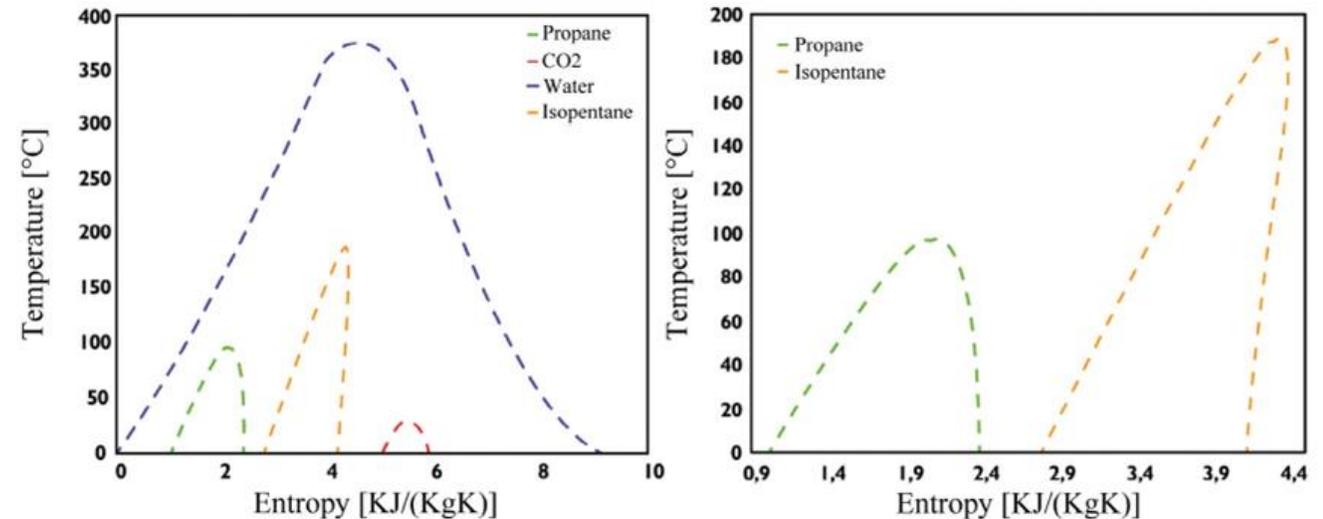
		Rango de temperaturas en terreno	Utilización
MUY BAJA ENTALPIA	Subsuelo (con y sin agua)	$5\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	Calefacción, ACS, Climatización
	Aguas Subterráneas	$10\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$	
BAJA ENTALPIA	Aguas Termales	$22\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Balnearios, Acuicultura
	Zona volcánica	$T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	District Heating
	Almacenes Sedimentarios Profundos		
MEDIA ENTALPIA		$100\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	Generación Eléctrica Ciclos binarios
ALTA ENTALPIA		$T > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	Generación Eléctrica

<https://ncarquitectura.com/la-energia-geotermica-recursos-en-espana/>



(a)

(b)



https://www.researchgate.net/figure/T-s-diagram-of-the-reference-refrigerants-and-its-potential-low-GWP-alternatives-for-a_fig3_340110328



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

VII. Resultados.

Las estimaciones realizadas por los proveedores de módulos ORC indican que con los flujos de agua actuales (80 Mbbl / d) podemos producir un mínimo de 0.7 MWe y un máximo de 1.3 MWe. Esta potencia de generación representa el 16% de la energía actual requerida por el campo para su funcionamiento

Proveedor	Escenario 1 MWe (con 80,000.00 bbl de agua/d)	Escenario 2 (con 200,000.00 bbl de agua/d)
Proveedor 1	0.7	-
Proveedor 2	1.5	1.5
Proveedor 3	1.2	5
Proveedor 4	0.73	1.5



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

Calculation of the effect of reducing CO2 emissions with the scenario provided by number 4

Preconditions	Scenario 1	Scenario 2
The capacity of the new generation plant	0.7	1
Capacity factor	0.85	0.85
Time (hours/days)	8760	8760

Calculation of the CO2 emission reduction effect	Premises
Crude oil consumption (kg/MWh)	264.6
Conversion to calorific value (TJ), TJ/MWh	0.011277
Conversion to carbon exhaust gases T-c/MWh	0.226
Correction for the incomplete combustion portion (t-C/MWh)	0.223
Conversion to Carbon dioxide (t-CO2/MWh)	0.819



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

Effect on the reduction of CO2 emissions scenario 1

Therefore, when the geothermal power plant (**0.7 MWe**) has been completed, the CO2 emissions are expected to be reduced by **4267.4** Tons of CO2 per year.

Effect on the reduction of CO2 emissions scenario 2

Therefore, when the geothermal power plant (**1 MWe**) has been completed, the CO2 emissions are expected to be reduced by **6096.3** Tons of CO2 per year.

The project is economically viable over a 20-year horizon, including the sale of carbon bonds, at a unit cost of electricity production of \$10/MWh.

NVP @ 10%, MM\$	4
IRR %	30%
Pay Back, Years	4
ROI	0.86
LCOE (\$/MWh)	14



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

IX. Contribuciones técnicas Económicas.

- From the estimation that the electrical generation power of an ORC module using the geothermal potential of produced water at flows of 80,000 bbl/d of water from block 95 operated by PetroTal in Peru is 1 MWe.
- This research identifies the characteristics of the production water of block 95 operated by PetroTal in Peru are adequate due to the temperature and flow rates for the implementation of an ORC module.
- It is economically and technically feasible to implement an ORC module using production water from lot 95 operated by PetroTal in Peru. Over a 10-year horizon and at a unit cost of electricity production of \$10/MWh



Estimación de la potencia de generación eléctrica de un módulo ORC utilizando el potencial geotérmico del agua de producción del lote 95 operado por PetroTal en Perú

X. Bibliografía.

- Fabio Vieira, Valiya Hamza. Assessment of Geothermal Resources of South America - A New Look. Department of Geophysics, National Observatory, Rio de Janeiro, Brazil. International Journal of Terrestrial Heat Flow and Applied Geothermics. VOL. 2, NO. 1 (2019); P. 46-57. ISSN: 2595-4180. DOI: <https://doi.org/10.31214/ijthfa.v2i1.32>
- DiPippo, R. "Binary Cycle Power Plants". in Geothermal Power Plants 193–239 (Elsevier, 2016). doi: 10.1016/B978-0-08-100879-9.00008-2.
- eLakew, A. A. & Bolland, O. "Working fluids for low-temperature heat source". Appl. Therm. Eng. 30, 1262–1268 (2010).
- Sanyal, S. K., Butler, S. J. & Drive, B. "Geothermal Power Capacity from Petroleum Wells – Some Case Histories of Assessment".
- Vélez, F., Chejne, F. & Quijano, A. "Thermodynamic analysis of R134a in an Organic Rankine Cycle for power generation from low-temperature sources". DYNA 81, 153–159 (2014).
- Vetter, C., Wiemer, H.-J. & Kuhn, D. "Comparison of sub- and supercritical Organic Rankine Cycles for power generation from low-temperature/low enthalpy geothermal wells, considering specific net power output and efficiency". Appl. Therm. Eng. 51, 871–879 (2013).