



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!



Reconocimiento

Volcán Telica – El Ñajo

Descripción del Área: Ubicada en la Cordillera de los Maribios, a unos 70 - 80 Kilómetros (Km) al Noroeste de Managua y unos 20 Km al Noreste de León. El área se extiende en las laderas del macizo volcánico de Telica y en particular en su sector septentrional, donde se encuentran las manifestaciones termales de El Ñajo y El Carol. No existen importantes centros de población en el interior del área.

Exploración y Desarrollo Geotérmico: Las investigaciones geotérmicas efectuadas han sido esencialmente de tipo geocientífico, sin incluir obras de perforación. Existen varios pozos perforados o excavados hasta profundidades de algunas decenas de metros, para fines de aprovechamiento hídrico o de riego. En algunos de estos pozos se han encontrado agua con temperatura anómala, alcanzando localmente valores en el rango de los 40°- 50°C.

Aspectos Geológicos, Vulcanológicos, e Hidrológicos: El macizo del Volcán Telica se compone por diferentes edificios volcánicos los cuales se traslapan, formando en su conjunto una estructura alargada en sentido Este - Oeste, con una elevación máxima de 1,061 metros sobre el nivel del mar (msnm). En general se pueden subdividir sus productos volcánicos en una unidad inferior, principalmente lávica, y una unidad superior, predominantemente piroclástica.

Todos los productos del Volcán Telica, presentan una composición basáltica, con excepción de algunos más antiguos que son de composición andesítico - basáltica. En el área no existen cuerpos hídricos superficiales. Existe un acuífero freático, ampliamente utilizado por la población local, el cual se encuentra a profundidades variables, desde pocos metros en la planicie al Norte del Volcán Telica, hasta más de 80 m en las porciones inferiores de las laderas volcánicas.

Indicios de Actividad Termal: Las zonas termales de El Ñajo y El Carol, yacen a elevaciones de 300 a 500 msnm y están caracterizadas por fumarolas con hasta 102°C de temperatura, intensa alteración hidrotermal y manantiales termales asociados. En la planicie al Norte del área termal de El Ñajo, existen varios pozos someros perforados o excavados para fines de aprovechamiento hídrico, algunos de los cuales han encontrado agua con temperatura de hasta 51°C.

Naturaleza del Recurso Geotérmico: Está caracterizado por una fuente de calor magmático en evolución a niveles relativamente someros que se encuentran por debajo del edificio volcánico. En la ladera septentrional del Volcán Telica se produce un ascenso de aguas geotérmicas de tipo **Na-Cl (cloruradas sódicas)**, con temperaturas estimadas por geotermometría de aproximadamente 240°C. Al Norte de las zonas termales de El Ñajo y El Carol existen evidencia de que las

aguas del acuífero freático son calentadas por conducción desde la profundidad sin contaminación con agua geotérmica.

Estimación de Reservas Energéticas: Las reservas energéticas del sistema geotérmico asociado con esta zona se estimaron por métodos estadísticos como reservas de Categoría 2. El valor promedio de la distribución probabilística de reservas energéticas es de aproximadamente 80 Megavatios (MW) para un plazo de 30 años.

Aspectos Ambientales: Con el desarrollo geotérmico, se podrían implementar planes de monitoreo ambiental y medidas de mitigación ambiental con base en los estudios de impacto ambiental que se realicen antes del inicio de los proyectos. No se anticipan impactos graves a los cuerpos hídricos (pequeños manantiales) y la biodiversidad por el desarrollo de un proyecto geotérmico en la zona.

Aspectos de Infraestructura y Logísticos: La evaluación global presupone que, aunque existen puntos sensibles, no se reconocen problemas importantes de logística, infraestructura o socioeconómicos que limiten la realización de un proyecto geotérmico. Hay caminos de acceso y cercanía a ciudades principales, baja densidad poblacional y conexión a tendidos eléctricos y subestaciones cercanas entre otras condiciones necesarias que facilitan el desarrollo de un proyecto geotérmico.

Oportunidades de Desarrollo: Las actividades subsiguientes, se deben dirigir a demostrar la factibilidad económica de generación de energía eléctrica a partir de este recurso, adicionalmente sería necesario realizar estudios geocientíficos complementarios y actualizar el modelo conceptual. Es razonable considerar un rango de potencial entre 20 a 50 MW para propósitos de investigación de factibilidad.

Tipitapa

Descripción del Área: Se localiza en el extremo Sur - Este del Lago Xolotlán a 22 Kilómetros (Km) al Noreste de la Capital Managua, en una zona plana y de colinas suaves surcada por el Río Tipitapa, que separa el Lago Xolotlán (Managua) del Lago Cocibolca (Nicaragua)

Exploración y Desarrollo Geotérmico: Los estudios realizados han sido superficiales con fines geocientíficos o para propósitos hidrológicos y de evaluación de riesgo geológico. El uso del recurso geotérmico en el área, se han limitado a una incipiente explotación del fluido termal superficial en uso directo en pequeños balnearios. No existen perforaciones profundas y solamente se reporta la producción de fluidos termales en algunos pozos someros de uso agrícola o para consumo humano.

Varios de estos pozos perforados a profundidades someras, pocas veces mayores a los 200 m han cortado acuíferos termales cuyos fluidos alcanzan en ciertos sitios específicos temperaturas hasta de 39° °C.

Estudios geofísicos de potencial espontáneo (SP), geológicos y geoquímicos complementarios han sido realizados desde el año 2020 por parte de la Dirección de Estudios Geotérmicos de ENEL en conjunto con la cooperación del Instituto Federal de Geociencia y Recursos Naturales (BGR- Alemania), alcaldía municipal de Tipitapa y MEM.

Aspectos Geológicos, Vulcanológico e Hidrológicos: El área está conformada por rocas piroclásticas del Grupo La Sierras, las cuales se encuentran prácticamente en la superficie, subyaciendo a una delgada capa de suelo residual, depósitos piroclásticos recientes y depósitos aluvionales. Las rocas del Grupo Las Sierras son moderadamente permeables y constituyen el acuífero principal de la región.

Indicios de Actividad Termal: Las principales manifestaciones termales presentes en el área están constituidas por manantiales ubicados al límite Norte de la ciudad de Tipitapa, dispersos a lo largo de Río Tipitapa. La única manifestación que ha mantenido sus características a lo largo del tiempo es el manantial principal de los Baños Termales de Tipitapa, ubicado al extremo Este de la zona termal, en la esquina Noreste de la ciudad. En este lugar a ambos lados del Río Tipitapa aflora un aglomerado masivo y compacto con fracturas menores, en correspondencia del cual emergen en varios puntos aguas termales para uso turísticos y medicinal.

Este manantial tiene actualmente una temperatura de 93°C. Su composición química es de tipo **Na-Cl-SO₄-HCO₃ (clorurada sódica sulfatada bicarbonatada)**. Otras manifestaciones termales presentes en el área están

representadas por algunos pozos someros con temperaturas de hasta 40 °C en correspondencia con la Falla Llanta Perdida en la localidad de Orontes Centeno, unos pocos km hacia el Sur de los baños termales.

Naturaleza del Recurso Geotérmico: Es probable que el recurso geotérmico que se encuentra ubicado en la parte central del área (zona de los Baños Termales de Tipitapa) no esté relacionado con una fuente de calor magmática. Los fluidos termales podrían ser calentados por circulación hasta una profundidad donde se encuentran temperaturas superiores a los 150°C, conforme al gradiente térmico regional, el cual puede ser moderadamente anómalo debido a la influencia de los centros volcánicos que se encuentran relativamente cerca de esta zona.

Estimación de Reservas Energéticas: Las reservas energéticas asociadas con el sistema Tipitapa, se han clasificado estadísticamente como reservas Categoría 2. El valor promedio de la distribución probabilística de reservas energéticas es de aproximadamente 10 Megavatios (MW). Sobre la base de las suposiciones efectuadas, hay un 90% de probabilidad de que las reservas recuperables excedan ese valor. El valor promedio de energía recuperable por unidad de área es alrededor de 7 MW/km².

Aspectos Ambientales: El área de Tipitapa es una parte de Nicaragua densamente poblada donde la actividad humana ha afectado el ecosistema. Las medidas de mitigación son necesarias para la aplicación de diseños y buenas prácticas tanto en ingeniería civil, hidráulica y perforación, incluyendo la protección de acuíferos someros en los Grupos Masaya y Las Sierras, que son utilizados para extraer agua para riego agrícola y consumo humano.

Aspectos de Infraestructura y Logísticos: Una evaluación de la factibilidad de realizar trabajos geotérmicos en el área, permite señalar que, aunque existen puntos pendientes por definir, no se identifican problemas de tipo logístico, infraestructural y socioeconómico que limiten la exploración y desarrollo de un campo geotérmico en Tipitapa.

Oportunidades de Desarrollo: El área de Tipitapa fusionada con el área de Masaya ha provocado interés en organismos internacionales relacionados al desarrollo geotérmico, para elaborar estudios de exploración de fuentes termales de baja entalpía.

Estudios geocientíficos complementarios electromagnéticos (MT, TDEM, CSAMT) estarían dirigidos a comprobar el origen del recurso geotérmico del área de Tipitapa, el cual probablemente está asociado a un cuerpo magmático por debajo de la caldera del Volcán Masaya el cual asciende a la superficie, principalmente a través de fallamiento geológico.

La confirmación del recurso requiere de la perforación exploratoria profunda y prueba de pozos de producción que demuestren la existencia de un yacimiento



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!



con suficiente permeabilidad que permita extraer calor de una forma económica. Se pueden considerar dos diferentes tipos de desarrollo: uso directo del agua de baja temperatura (menor a 100°C) y el desarrollo en pequeña escala para la generación de energía eléctrica en el rango de 3 a 20 MW.

Isla de Ometepe

Descripción del Área: La Isla de Ometepe se encuentra localizada en la parte Sur - Oeste del Lago Cocibolca a una distancia de 8 Kilómetros (Km) de la orilla occidental del lago de Nicaragua. La Isla está compuesta por dos estrato - volcanes, el Concepción y El Maderas, de forma cónica con laderas pronunciadas. Estos representan la extremidad Sur - Este de la Cordillera Volcánica de Nicaragua.

La Isla está bastante poblada y desarrollada, la mayoría de la población se ubica en el sector del Volcán Concepción. El desarrollo agrícola es de moderado a intenso en las zonas bajas de las laderas volcánicas, con topografía suave.

Exploración y Desarrollo Geotérmico: Ha habido muy pocas evaluaciones detalladas o integradas de la Isla de Ometepe para propósitos de exploración geotérmica. Las investigaciones geológicas han sido más extensas, pero todavía son incompletas, especialmente en el lado de la isla donde se encuentra el Volcán Maderas. La única información a profundidad disponible a la fecha proviene de pozos perforados a poca profundidad, localizados en su mayoría en la periferia de los volcanes, que han sido excavados para el suministro de agua para uso doméstico.

Aspectos Geológicos, Vulcanológicos e Hidrológicos: El Volcán Concepción se encuentra a una altura de 1,600 msnm ocupa la porción Noroeste de la Isla y ha estado activo con mayor frecuencia en tiempos históricos. Se compone de productos de composición variable entre basáltica y andesítica, con predominancia de andesitas y andesitas basálticas; además, la porción intermedia de su secuencia incluye un depósito de tefra - dacítica.

El Volcán Maderas tiene una elevación de 1,394 msnm, se ubica en el sector Sur - Este de la Isla y no ha estado activo históricamente. Tiene una composición similar al del Concepción, pero el crecimiento de vegetación en sus laderas impide determinar a mayor detalle el estilo del volcanismo. La carencia de aguas superficiales y la presencia de acuíferos someros en muchas partes de la Isla indican que la permeabilidad de los productos volcánicos, y tal vez de algunos de los sedimentos recientes, es alta. Se desconocen las condiciones geológicas de las formaciones más profundas.

Indicios de Actividad Termal: Con excepción de algunas fumarolas que están presentes en el cráter del Volcán Concepción, casi no se conoce la existencia de manifestaciones termales en la Isla. Las temperaturas medidas en las aguas subterráneas en varios puntos de la Isla varían desde 26°C a 34°C, incluyen una débil anomalía que se extiende del Sur del Volcán Concepción hacia la costa. En el sector de la Isla que incluye el Volcán Maderas no existe ninguna manifestación

termal conocida. Las composiciones del agua subterránea son del tipo de cationes mixtos - HCO_3 (bicarbonato) con ligeras variaciones en la relación SO_4/HCO_3 (sulfato/bicarbonato) y con contenido del Cl (cloro) entre 10 y 40 mg/l.

Naturaleza del Recurso Geotérmico: Debido a la ausencia de datos, la naturaleza del recurso geotérmico de la Isla es incierta. Es muy probable que existan fuentes de calor relativamente someras por debajo de ambos volcanes. La mayor concentración de indicios sobre la posible actividad termal se encuentra en la zona al Sur del Volcán Concepción

Estimación de Reservas Energéticas: Para la estimación de las reservas recuperables de energía geotérmica, el área ha sido clasificada por métodos estadísticos en la Categoría 3. El valor promedio de la distribución probabilística de reservas energéticas es de aproximadamente 150 Megavatios para la Isla de Ometepe (MW) para un plazo de 30 años.

Aspectos Ambientales: Partes importantes de la isla permanecen esencialmente en su estado natural y se encuentran algunas zonas protegidas; pero, en las últimas décadas, el medio ambiente se ha deteriorado entre otras cosas por contaminación de las aguas, suelos y aire; despale del bosque, erosión, caza y pesca sin control. Se considera que el desarrollo geotérmico podría aportar beneficios ambientales a la Isla de Ometepe, debido a los Planes de Gestión Ambiental (PGA) que se tienen que ejecutar para la protección y mitigación de los impactos que puedan causar los proyectos geotérmicos en los recursos naturales como el suelo, el agua y el bosque.

Aspectos de Infraestructura y Logísticos: Una de las principales limitaciones de infraestructura a superar, es el transporte de equipos pesados y la construcción de caminos. A la vez, el desarrollo de un proyecto geotérmico será una oportunidad de mejorar esta infraestructura, así como, proveer fuentes de empleo a la comunidad. El agua para la perforación y otras actividades es fácil de obtener del Lago Cocibolca.

Oportunidades de Desarrollo: La Isla de Ometepe permanece en una etapa de investigación de reconocimiento. Las opciones de desarrollo que se pueden considerar consisten en proyectos dirigidos a suplir parcial o totalmente la demanda local de energía, identificando un recurso geotérmico explotable. Dado que la demanda local de energía es baja, se puede pensar en una meta de un desarrollo eléctrico pequeño de 5 MW, para lo cual se prevé hacer una serie de estudios exploratorios, incluyendo perforaciones someras.