NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

LIMITADO
CCE/SC.5/GRIE/III/5
Octubre de 1975

ORIGINAL: INGLES

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE ELECTRIFICACION
Y RECURSOS HIDRAULICOS
Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (GRIE)

Tercera reunión
México, D. F., 20 y 21 de mayo de 1976

Anexo 1

REVISION DEL PROGRAMA DE EXPANSION ELECTRICA A BASE DE ENERGIA GEOTERMICA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO, 1975-1985

(Traducción provisional)

Informe preparado por el señor James Healy, Consultor del Proyecto RLA/74/083, para el Estudio sobre Interconexión Eléctrica en el Istmo Centroamericano, bajo la dirección y coordinación de la Sección de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL, Subsede en México.

INDICE

PRESENTACION

La Comisión Económica para América Latina en México está preparando un estudio sobre las posibilidades de interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Centroamericano de Integración Económica proporcionan asistencia financiera para este estudio. (RLA/74/083).

Como parte de la investigación básica requerida para su elaboración, se decidió revisar cada uno de los programas nacionales de expansión de plantas generadoras, incluyendo fuentes de hidroeléctricas y termoeléctricas.

Este informe describe la revisión correspondiente al programa de desarrollo de la energía geotérmica. Ha sido preparado por el señor James Healy del New Zealand Geological Survey, contratado en calidad de Consultor para el Proyecto Centroamericano.

/1. Introducción

1. Introducción

Después de su llegada a la ciudad de México el 18 de septiembre de 1975, y de sostener pláticas con funcionarios de la CEPAL, se determinó que el Consultor debería viajar a Centroamérica para entrevistarse con las agencias apropiadas con el fin de obtener la información necesaria para:

a) Revisar los tiempos programados para el desarrollo de centrales geotérmicas en relación con el estudio de interconexión, y

b) Asistir en la elaboración de una propuesta preliminar para un estudio regional de recursos geotérmicos en Centroamérica.

Junto con el señor Ricardo Arosemena, Jefe de la Sección de Energía y Recursos Naturales, el Consultor partió el 21 de septiembre hacia Costa Rica, Panamá, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, en ese orden, regresando a México el día 1 de octubre.

2. Estudio de Interconexión - Programa de expansión de unidades generadoras

a) Desarrollo de la energía geotérmica

En cualquiera de los países la expansión de energía geotérmica comienza con el reconocimiento de los campos, sobre la base de manifestaciones superficiales de un potencial relativo combinado con otros factores tales como localización de la demanda, proximidad de líneas de transmisión, facilidad de acceso, etc. No se tratará en esta sección el reconocimiento preliminar de distintos alcances, hecho por los países centroamericanos.

El desarrollo de un campo seleccionado se realiza en diferentes etapas que, para fines logísticos, puede resumirse así:

1.	Exploración científica	1 - 1.5 años
2.	Perforación exploratoria	1 - 1.5 años
3.	Distribución preliminar	2 meses
4.	Perforación para la producción	1 año
5.	Estudio de factibilidad	3 - 6 meses
6.	Construcción de la central y sus instalaciones	2.5 - 3 años
	Total	6 - 7.5 años

/Las etapas

Las etapas pueden seguirse una a la otra sin interrupción o traslaparse hasta cierto punto, dependiendo de las condiciones locales. Estas abarcan desde el inicio de la exploración hasta la entrada en operación de la primera unidad generadora. Las interrupciones ocurren durante el período de obtención del financiamiento y equipo, previo a la perforación e instalación de la central, especialmente cuando se inicia el desarrollo geotérmico en un país.

i) Exploración científica. Esta incluye levantamientos geológicos, geoquímicos y geofísicos, estudios hidrológicos y cualquier otra investigación que se considere importante (p. ej. sensores remotos). La perforación de algunos pozos superficiales (poco profundos) se requiere normalmente para verificar las interpretaciones geofísicas y obtener muestras de agua o vapor para el análisis químico. El tiempo promedio requerido para esta etapa es de aproximadamente un año, aunque puede ser más largo según las condiciones del suelo y la complejidad del campo, o bien si se presenta algún retraso en conseguir personal y equipo. Incluye además, la elaboración e integración de los informes, en los que se basa la siguiente etapa.

ii) Perforación exploratoria. Esta se planea para probar la producción de vapor del campo, su extensión y sus condiciones en general. Se deben perforar como mínimo tres pozos, de diámetro adecuado y suficientemente espaciados y suplementados por los que se consideren necesarios, con objeto de establecer una estratigrafía geológica. La profundidad de la perforación la indica el levantamiento preliminar, aunque se modifica según los resultados. Los pozos tienen normalmente de 500-800 metros de profundidad, perforados con un diámetro de 4 pulgadas, aunque por regla general resulta más económica la perforación profunda con pozos de mayor diámetro (8 pulgadas de diámetro a 1 000 metros de profundidad), sobre todo en los casos en que se encuentra vapor. Junto con la perforación se hacen los estudios en descenso de las muestras, de temperatura, de presión y geoquímica del agua y vapor. Dicha etapa ocupa un año aproximadamente, pero será más larga en un campo extenso o de ciertas características, por ejemplo, en un campo de agua caliente de baja permeabilidad.

/iii) Distribución

iii) Distribución preliminar. Esta etapa incluye la elaboración de informes basados en los resultados de la perforación y las pruebas para la producción de vapor y recomendaciones acerca del lugar o lugares en donde se deberán perforar pozos de producción. Se identifican los problemas ambientales, tales como asentamientos de terreno y disposición del efluente. Se estudian además las condiciones hidrológicas que influyen en las propuestas de reinyección. Se determina el programa de perforación para la producción, el tamaño de los pozos, y la maquinaria conveniente de no haberse hecho con anterioridad. Se preparan las especificaciones del entubado y el tamaño probable de la planta inicial que se haya determinado, así como la cantidad de vapor necesaria. El tiempo requerido para esta etapa se estima en dos meses.

iv) Perforación para la producción. Esta etapa ocupa un período aproximado de un año para una central de unos 30 MW. Si las condiciones son óptimas, el tiempo puede ser menor, pero si la permeabilidad y el grado de éxito son bajos, el tiempo necesario lógicamente será mayor. En un campo nuevo, los pozos son normalmente de 8 ó 9 5/8 pulgadas de diámetro y oscilan entre 500 a 1 500 metros de profundidad.

v) Estudio de factibilidad. Esta etapa incluye las pruebas finales de pozo y preparación de informes finales y un informe medio ambiental. Se estudian los factores económicos y se hacen las recomendaciones para la expansión de centrales. Además se incluye cualquier otro trabajo que se requiera. Esta etapa puede tener una duración de 3 a 6 meses.

vi) Construcción e instalación de la central eléctrica. En esta etapa se incluyen el pedido del equipo, el diseño y construcción de la Casa de máquinas y sus estructuras auxiliares durante el período de entrega. Se incluye además, el transporte e instalación y pruebas del equipo. El tiempo de entrega puede oscilar entre 15 y 20 meses. Los requerimientos ambientales como la disposición del efluente, también se toman en cuenta durante esta etapa. Su duración total es de 2.5 a 3 años.

/El tiempo

El tiempo para las perforaciones mencionadas anteriormente se refiere a la utilización de una sola máquina para cada etapa, lo que se podría reducir si se dispusiera de más unidades. Sin embargo, no en todas las etapas están incluidos los retrasos por la llegada del personal, equipo y plantas eléctricas, en aprobar los informes y obtener financiamiento, o debido a fallas mecánicas durante la perforación. Un total razonable de tiempo mínimo para todas las etapas, en la práctica, es de 7 años en el campo. Para la expansión de unidades adicionales, no se requieren las etapas 1-3, y si el vapor se ha obtenido de los pozos perforados durante la etapa de construcción e instalación de la primera unidad, se puede ordenar el equipo por adelantado, lo que reducirá el tiempo a dos años. Sin embargo, si al principio la perforación exploratoria fue insuficiente, podría surgir la necesidad de una perforación adicional para la de producción.

En casos como los de El Salvador y Nicaragua, donde se deberá instalar una tercera unidad para utilizar el vapor a baja presión proveniente del agua que descargan las primeras dos unidades, el efluente final se descarga bajo condiciones atmosféricas y la reinyección no puede hacerse a temperaturas superiores de 100°C teniendo que ser reinyectado fuera del campo. Asimismo, con anterioridad al diseño de una planta que utilice el vapor de baja presión, conviene estudiar la operación de las unidades de alta presión en un período razonable. Esta ha sido la experiencia en México y en Nueva Zelandia. Será necesario entonces estudiar en forma detenida los factores económicos que esto implica.

Una mayor expansión se basa a menudo en evaluaciones preliminares del potencial del campo, mediante uno de los siguientes tres métodos. El más sencillo se basa en medir desde el campo la descarga del calor natural; esto da un valor mínimo que siempre se excede. El segundo método se basa en la información obtenida de las investigaciones preliminares de perforación, que permiten el cálculo volumétrico del depósito en el campo y su contenido de calor, del cual se calculan el grado y cantidad del calor a

/extraerse,

extraerse. El recurso se considera como calor almacenado en la roca caliente y el agua. El tercer método se basa en la mecánica del depósito de la misma manera que se aplica a los campos petroleros, utilizando las características de descarga de algunos de los pozos.

Este último método ha sido aplicado con un éxito razonable al depósito de vapor en el campo Geysers de California, donde una producción de 510 MW ha sido progresivamente desarrollada dentro de una zona extensa de rocas homogéneas. El primer y segundo métodos fueron inicialmente aplicados al campo de agua caliente de Wairake en Nueva Zelandia, que de su tipo es el que ha venido produciendo por un período más largo. Se sabe que la producción es casi totalmente de recarga por medio de agua caliente y no de la extracción de calor de la porción del depósito intersectado por los pozos. El comportamiento de un campo en producción es un factor importante en la evaluación de su potencial, que no se puede, por el momento, calcular con certeza, por adelantado.

El cálculo del potencial de un campo geotérmico será cada vez más refinado, y es probable que el potencial aumente mediante estimulación artificial y reinyección, ninguno de los cuales se ha desarrollado como procedimiento normal, aunque la estimulación se ha utilizado con éxito en Islandia. Sin embargo, estas consideraciones se deberán aplicar al planear la expansión progresiva de los campos geotérmicos.

b) Desarrollo en el Istmo Centroamericano

Para revisar los programas de expansión en los seis países, cada uno se tomará en cuenta según las etapas de desarrollo descritas en la sección anterior.

i) Guatemala. En un estudio de factibilidad del INDE y la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, fechado julio de 1975, se describe el progreso logrado hasta la fecha. Este es un informe amplio que cubre las investigaciones de la primera etapa, y contiene especificaciones de

/perforación

perforación profunda y finalización del contrato de perforación, el que se terminará en noviembre de 1975. El primer pozo profundo se iniciará dentro del período marzo/junio de 1976, y la primera unidad de 30 MW se instalará a mediados de 1980. Las perforaciones exploratoria y de producción se combinarán y las etapas 2 al 6, según se pretende, se completarán en 4 años, lo que significa casi dos años menos del promedio estipulado en la sección anterior.

La fecha oficial para la instalación de la primera unidad en el programa de expansión es 1981, lo que es mucho más razonable y sería factible de existir un alto porcentaje de éxito en la perforación sin atrasos adicionales. La segunda unidad podría, sin retrasos, seguir en 1983, pero si la tercera es una unidad de baja presión, podría, por razones descritas anteriormente, retrasarse más allá de 1985.

ii) El Salvador. La primera unidad de 30 MW está actualmente generando energía en Ahuachapán, pero no a su máxima capacidad --aunque parte del efluente se está reinyectando-- debido a que el efluente total se puede descargar a Río Paz únicamente durante la temporada de lluvias. El canal que conducirá todo el efluente al mar no estará terminado hasta principios de 1977. Se inició la construcción para la segunda unidad de 30 MW, para la cual el vapor de aproximadamente 20 MW ya está disponible pero no completamente probado. Se han localizado pozos adicionales, pero tomando en cuenta el bajo porcentaje de éxito de los pozos de Ahuachapán, la perforación podría durar de 6 a 9 meses. Sin embargo, esta unidad tampoco puede funcionar con éxito sino hasta la terminación del canal en 1977, o sea un año después de lo que se especifica en el programa oficial.

La tercera unidad de 30 MW utilizará vapor a baja presión que saldrá del agua caliente que descarguen las primeras dos unidades. Este vapor estará disponible totalmente cuando se haya terminado el canal al mar y todo el efluente de agua caliente se pueda descargar a la atmósfera. La fecha 1980 para la tercera unidad parece satisfactoria.

Si se puede o no añadir una cuarta unidad en Ahuachapán en el futuro, dependerá del comportamiento del campo bajo producción y de la perforación de otros pozos de prueba fuera del área de producción. Si bajan las

/presiones

presiones en el campo, se podrían necesitar pozos adicionales con el fin de mantener el nivel de producción, o se podría obtener más vapor mediante la estimulación de los ya existentes pozos no productivos.

En los campos de Berlín, San Vicente y Chinameca, exploraciones que cubren las etapas 1 a 3 se iniciarán en breve para terminarse a fines de 1977. Suponiendo que los resultados son positivos en por lo menos uno de los campos, la cuarta unidad planeada para 1982 puede desarrollarse. Es demasiado pronto todavía para poder decir con seguridad su capacidad, pero se asume que es 30 MW. La disponibilidad de una quinta unidad en 1983 depende de su ubicación. No parece probable si su ubicación estuviera en el mismo campo en que se encuentra la cuarta unidad, ya que cualquier atraso que afecte la cuarta unidad la pondría en 1983; así que la quinta unidad se pone provisionalmente en 1984.

iii) Nicaragua. La perforación hasta la fecha se ha limitado al campo Momotombo, donde las etapas 1 a 3 están terminadas con la perforación de tres pozos. Uno de ellos dejó de producir, el segundo tiene una capacidad ensayada de producción de 6 MW, y el tercero también produce pero todavía no ha sido probado. El primero de los cuatro pozos de producción adicionales se está perforando actualmente, y si se logra con éxito se ha propuesto la instalación de una estación piloto de 25 MW tan pronto como se obtenga el vapor suficiente, pero de lo contrario la perforación se hará en San Jacinto donde se ha terminado la primera etapa de exploración.

El programa oficial incluye la expansión de 135 MW en tres centrales eléctricas de 45 MW cada una, en marzo de 1979, junio de 1980 y octubre de 1981, respectivamente. Suponiendo que los resultados de la perforación son satisfactorios, la producción de vapor y el estudio de factibilidad podrían terminarse a finales de 1976, dejando 27 meses para conseguir e instalar la central además de resolver el problema de disponer del desecho. Para una central de 45 MW, el tiempo que se requiere desde la colocación de la orden es de aproximadamente 2 3/4 años, reducible por tres meses si se ordenan centrales de 37.5 MW. Podría reducirse el tiempo un poco más si el estudio de factibilidad en el cual sa basan para la obtención de fondos se terminara antes de que se obtuviera el vapor.

/La extensión

La extensión y permeabilidad del campo no han sido probadas por pozos de exploración, lo que todavía no asegura un alto grado de éxito. Como en El Salvador, Ahuachapán, Momotombo es un campo de agua caliente cuya producción proviene del agua salina, pero que presenta un problema de desecho. Si en la tercera central se utiliza vapor de baja presión disparado del agua separada de las otras dos centrales, entonces se debe disponer del último efluente bajo condiciones atmosféricas de presión y temperatura, bien sea en pozos de inyección fuera del campo, en el lago, o en el mar. Todavía no se ha estudiado la perforación e inyección de pozos, y el tiempo posible que se menciona anteriormente no incluye desarrollo de reinyección.

Suponiendo que el efluente se descarga al Lago Nicaragua, y que se lograra una buena perforación, la primera unidad será posible únicamente a finales de 1979 o tres meses antes si el tamaño se reduce a 37.5 MW. Suponiendo que continúa la perforación después de que se ha conseguido el vapor para la primera planta, y la construcción de la segunda sigue inmediatamente a la primera, podría estar lista a principios de 1981. La tercera planta de baja presión requeriría un estudio de las operaciones de las primeras dos antes de ordenarla. Se sugiere 1984 para ser terminada.

iv) Costa Rica. El programa oficial de Costa Rica es para plantas de 30 MW a terminarse en 1983, 1985 y 1986 pero para aumentar el espaciamiento se correrá tentativamente la primera central al año 1981. En el distrito de Guanacaste, la exploración científica de la etapa 1, ha avanzado aproximadamente el 50% y se terminará hasta finales de 1976 en los campos de Las Pailas y Las Hornillas. Esto deja un lapso de cinco años para las etapas restantes, que será posible si no se presentan atrasos en cuanto al equipo, planta y financiamiento; sin embargo, se sugiere que 1982 es una fecha más adecuada para la terminación de la primera unidad. El año 1985 para la segunda unidad es satisfactorio y podría adelantarse a 1984.

/v) Panamá

v) Panamá. No existe un programa oficial para la producción de energía eléctrica de vapor geotérmico en Panamá antes de 1985. En el campo Cerro Pando que se encuentra en Panamá occidental, las investigaciones se han adelantado un 30% (comunicación personal del Sr. W.A.J.Mahon). Si se terminara a finales de 1976, sería factible la instalación de una primera unidad para finales de 1982 o principios de 1983, en cuyo caso sería posible instalar una segunda unidad en 1985.

vi) Honduras. Honduras tampoco tiene un programa para la producción de energía eléctrica de vapor geotérmico antes de 1985. Parece ser que todavía no hay información sobre la naturaleza de las manifestaciones geotérmicas en Honduras. El estudio regional sobre la evaluación de los recursos energéticos deberá clarificar esa posición.

3. Conclusiones y recomendaciones

Las etapas en un tiempo promedio de siete años en la expansión de una geotérmica desde el inicio de la investigación a la producción, se discuten y utilizan como base para recomendar fechas de instalación de plantas energéticas geotérmicas en Centroamérica al año 1985. En esa fecha la producción estimada total puede alcanzar 465 MW. La expansión que se recomienda se resume en el cuadro 1.

Aun cuando el tiempo especificado se basa en las actividades que se están desarrollando actualmente y en las experiencias de otros países bajo condiciones similares, se han reducido los atrasos porque se ha tomado nota de la urgencia manifestada por algunos de los gobiernos en la expansión geotérmica como consecuencia de la subida del precio del petróleo. Es obvio que el Istmo Centroamericano, con su creciente demanda de energía, posee recursos geotérmicos de consideración y es económicamente deseable que se desarrollen lo antes posible.

El programa de interconexión eléctrica permitirá que se logre una ventaja superior a la instalación de centrales geotérmicas. La planeación de la expansión geotérmica recibirá la ayuda necesaria del estudio de recursos energéticos regionales que se está preparando actualmente.

/Cuadro 1

Cuadro 1

DESARROLLO PROBABLE DE INSTALACIONES GEOTERMICAS EN CENTROAMERICA, 1976 A 1985

	Operando en 1975	Adiciones (MW)										Total alcanzado en 1985 (MW)
		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
Total												465 ?
Guatemala	-						30		30			60
El Salvador	30		30			30		30		30 ?		150 ?
Nicaragua	-				45		45			45		135
Costa Rica	-							30			30	60
Panamá	-								30 ?		30 ?	60 ?
Honduras	-											-