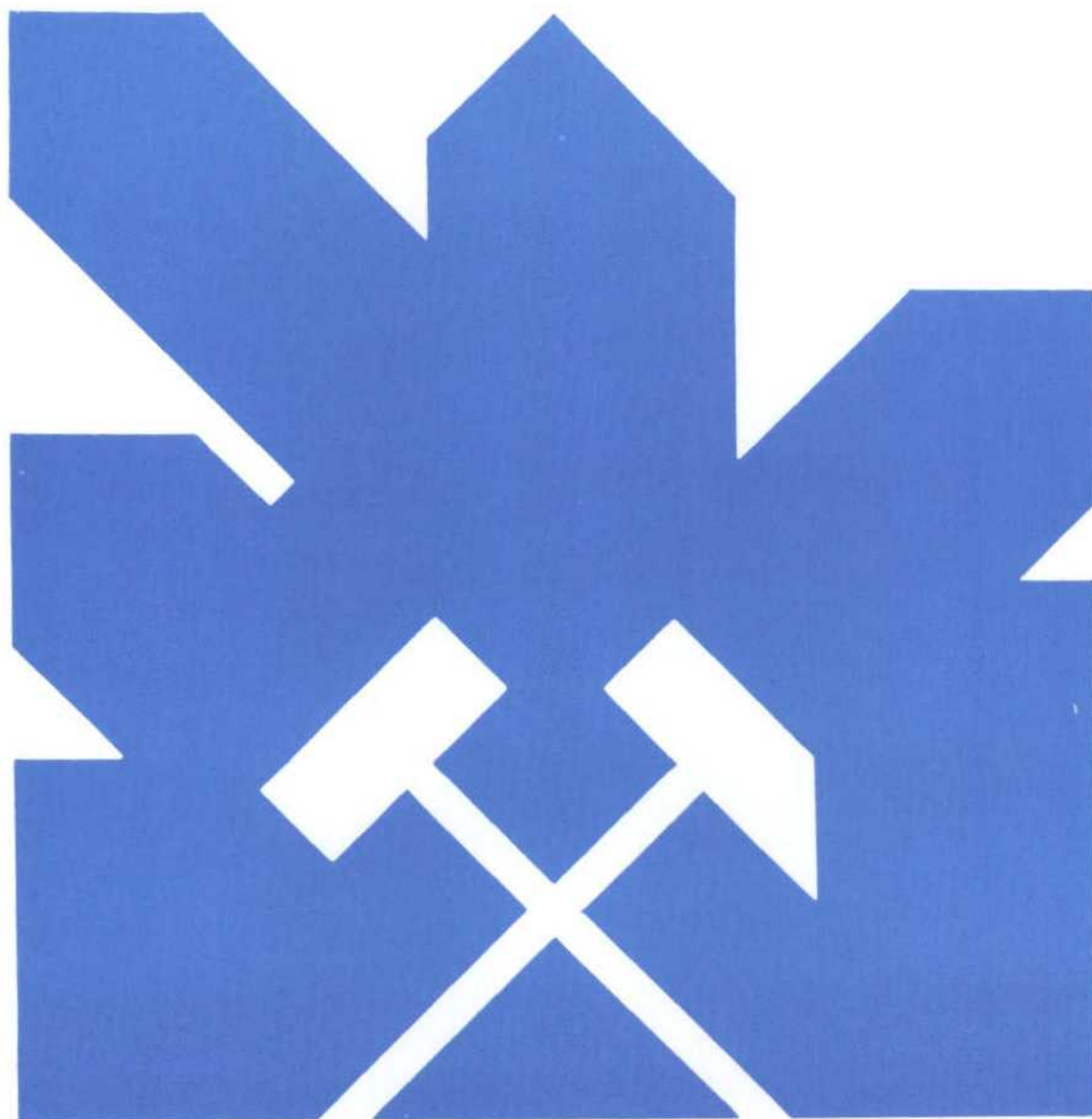


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ANALISIS Y VALORACION DE LAS TECNICAS GEOFISICAS
APLICADAS A LA
INVESTIGACION GEOTERMICA

" A P E N D I C E I "

"Investigación Bibliográfica de los Métodos
Geofísicos en Exploración Geotérmica".



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Abril 1985

Ø1291

ANALISIS Y VALORACION DE LAS TECNICAS GEOFISICAS
APLICADAS A LA
INVESTIGACION GEOTERMICA

" A P E N D I C E I "

"Investigación Bibliográfica de los Métodos
Geofísicos en Exploración Geotérmica".

A. G. 10

1291

INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA DE LOS
METODOS GEOFISICOS EN EXPLORACION GEOTERMICA

INTRODUCCION

Con el objeto de determinar y documentar la aplicación de las técnicas geofísicas empleadas a nivel mundial en la exploración y evaluación de los recursos geotérmicos, se ha realizado una recopilación exhaustiva y revisión bibliográfica, la cual ha incluido publicaciones técnicas de geofísica y geotermia, informes y comunicaciones presentadas a congresos de geotermia. En total se han recopilado más de 1200 referencias, las cuales se incluyen en el ANEXO DE BIBLIOGRAFIA GENERAL. Las publicaciones más importantes de dicha bibliografía han sido revisadas y utilizadas para desarrollar un banco de datos, que a su vez ha sido la base para evaluar la efectividad de utilización de métodos geofísicos en los distintos ambientes geológicos.

PRINCIPALES FUENTES DE BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Parte de la investigación bibliográfica se realizó por computador, utilizando los siguientes bancos de datos:

- . GEOREF (Dialog Information Service, Palo Alto, California)
- . CENTRO PASCAL
- . OFICINA DE COLABORACION DE LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA

Esta investigación dió lugar a una extensa lista de artículos técnicos, los cuales describen la aplicación de métodos geofísicos para la exploración de recursos geotérmicos en todo el mundo. Se obtuvieron más de 950 referencias, incluyendo revistas técnicas, transacciones y resúmenes de congresos técnicos, publicaciones gubernamentales, tesis doctorales y textos sobre geotermia.

Unas 250 referencias adicionales han sido obtenidas mediante una investigación bibliográfica específica que incluye transacciones, congresos técnicos, revistas técnicas, libros de texto, el departamento de publicaciones del IGME y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Dado el volumen de material obtenido y las diferencias en la forma de enumeración de referencias empleadas por los distintos bancos de datos consultados (en particular el poco frecuente sistema utilizado por GEOREF), no hemos recopilado todo el listado en un solo formato, por lo que es posible que alguna de las referencias se den por duplicado.

Aproximadamente la mitad de las referencias no se han revisado en detalle, sin que esto represente una limitación de la evaluación final, dado que existe una manifiesta duplicidad de la información publicada, como por ejemplo varios autores publican el mismo artículo en distintas publicaciones (USGS Open File Reports, GRC Transactions of Meetings y una revista técnica como Geophysics).

En la Tabla I se enumeran las principales fuentes de bibliografía revisadas. Del contenido de dicha tabla se puede claramente deducir que las reuniones técnicas proporcionan una información muy valiosa sobre las técnicas de exploración; en general, más valiosa que las referenciadas en las revistas técnicas, las cuales tienden fundamentalmente a poner de manifiesto los avances teóricos.

Las referencias revisadas se pueden subdividir en las cuatro categorías básicas enumeradas a continuación, según su mayor o menor densidad de publicaciones:

- (1) técnicas de exploración/reconocimiento
- (2) desarrollo de técnicas

- (3) publicaciones teóricas
- (4) referencias de casos históricos generalizados

La mayoría de los artículos revisados describen investigaciones geofísicas de reconocimiento en áreas en donde se conocían muy poco las características geológicas del subsuelo. Corrientemente en estas zonas se emplearon una gama muy corta de métodos geofísicos, con muy poca información sobre perforación de apoyo para confirmar la interpretación de la información geofísica. En muchos de esos artículos se ilustra el desarrollo de una técnica en particular mediante su aplicación en una zona geotérmica. Estos tipos de artículos presentan raramente una interpretación integrada y testificación de dicha interpretación, mediante la realización de sondeos de reconocimiento.

Los artículos teóricos son los que predominan en segundo lugar; generamente dichos artículos no proporcionan demasiada información con respecto a la utilización de los métodos geofísicos para exploración geotérmica. Desafortunadamente los artículos más importantes, los casos históricos, son también los menos frecuentes en la literatura.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los métodos geofísicos corrientemente empleados en exploración geotérmica se pueden dividir en diez categorías básicas: sísmica pasiva, sísmica activa, electromagnetismo pasivo, electromagnetismo activo, resistividad, radiometría, gradiente térmico, teledetección, testificación geofísica de sondeos y métodos de potencial (gravimétricos y magnéticos). La testificación geofísica de sondeos utiliza la mayor parte de los otros métodos geofísicos, dentro de los confines de un sondeo, para la detección y análisis de las fracturas de un yacimiento geotérmico. En total se han identificado, y así se muestran en la Tabla II, designándolos

también por sus siglas de abreviación, 27 métodos geofísicos de aplicación en la exploración geotérmica.

En la Tabla III se presenta una dimensión generalizada de los distintos ambientes geológicos y tectónicos en donde aparecen las zonas geotérmicas: rift valley (RV), basín and range (B&R), volcánicas intrusivas (VI), volcánicas estrusivas (VE) y cuencas sedimentarias (B); una clasificación por países con campos geotérmicos de acuerdo con los distintos contextos geológicos; una clasificación de los recursos geotérmicos de acuerdo a su temperatura: baja (L, T 100°C), media (M, 100°C T 200°C) y alta (H, T 200°C), similar clasificación generalmente aceptada, establecida por White y Williams (1975) con la única diferencia en el borde entre las temperaturas media y alta (200°C en vez de 150°C); y por último una lista de los distintos métodos de exploración geofísica aplicados en cada campo, de acuerdo con la clasificación presentada en la Tabla II. En la Tabla III se emplea el símbolo x para determinar información conocida, el símbolo + cuando la información es interpretada y el símbolo ? para determinar interpretaciones inciertas hechas por los autores de algunas publicaciones.

En la Tabla IV se resume la información presentada en la Tabla III, reagrupándola de forma que se representa la utilización de los distintos métodos geofísicos empleados en exploración geotérmica, según el contexto geológico del campo geotérmico y la temperatura del yacimiento. Una forma alternativa de representación de esta información se muestra en la Tabla V; en ella se representa el porcentaje de utilización de cada método geofísico en cada contexto geológico y según la temperatura del campo. La Tabla VI es una simplificación de la anterior, en donde se han reemplazado los datos numéricos por símbolos (A, B, C, D), que representan cuatro categorías de porcentaje de utilización de métodos:

A,	utilización	50%
B,	25% utilización	50%
C,	utilización	25%
D,	utilización	0%

DISCUSION Y CRITICA

Utilizando como base de referencia la bibliografía de GEOREF y otros 23 artículos contenidos en estudios geotérmicos y geoelectricos de la URSS y países del este, se puede observar que la mayoría de las referencias están concentradas en sólo unos pocos países, como se muestra en la Tabla VII. Más concretamente, y de nuevo de forma generalizada, se puede estimar que aproximadamente el 80% de las referencias se concentran en siete países (Tabla VIII).

Otra observación que se puede hacer con respecto a este estudio bibliográfico es que no todos los resultados de la exploración geotérmica se publican. Esta aseveración es particularmente cierta en USA, donde gran parte de dicha exploración se realiza por compañías privadas que no dan a la luz los resultados de las mismas. El empleo de técnicas tales como bipolo-dipolo, microsísmica y AMT de fuente controlada, es mucho mayor del que viene reflejado en la literatura técnica y así se podría comprobar si las compañías privadas publicaron información sobre sus campañas de exploración.

La mayoría de los resultados estadísticos de este estudio se pueden extraer de las Tablas IV, V y VI. En la Tabla IV se determina que se han revisado 88 zonas geotérmicas con un total de 562 entradas con respecto al uso de métodos geofísicos. Esta tabulación no incluye siete recursos geotérmicos y sus correspondientes 11 métodos geofísicos que no han sido correlacionados con ninguno de los cinco contextos geológicos establecidos, por falta de precisión en las publicaciones donde dichos recursos vienen referenciados; estos siete

recursos han sido agrupados bajo la denominación de "sin clasificar" en la Tabla III (al final de la misma).

Estadísticamente se observa que se utilizan un promedio de seis métodos geofísicos por recurso geotérmico (a escala mundial). Con respecto a la clasificación de los recursos en base a su temperatura, se utiliza por término medio 5, 5 y 8 métodos distintos para los recursos de baja, media y alta temperatura, con unos rangos de variación de 3 a 9, 3 a 11 y 5 a 16 respectivamente. El máximo de métodos empleados es de 16 para los recursos de alta, asociados al contexto geológico del tipo "basin and range", mientras que el mínimo es de 3 para los recursos de baja, asociados a rocas estrusivas volcánicas y de media temperatura, asociados al contexto "rift valley".

De los cinco contextos geológicos considerados, el mayor número de recursos geotérmicos documentados aparece asociado a las rocas volcánicas estrusivas (47).

Las Tablas V y VI sirven para definir los métodos geofísicos más utilizados en los distintos ambientes geológicos. Del análisis de dichas tablas se puede deducir que los tres métodos empleados con más profusión son:

. SEV	59%
. GRAVIMETRIA	52%
. GRADIENTE TERMICO	50%

La preponderancia del método SEV se debe fundamentalmente a un bajo costo como método de reconocimiento de los distintos tipos de SEV, los sondeos Schlumberger son los más populares, aunque también se emplean otras configuraciones como la Wenner y dipolo-dipolo. El uso frecuente de los métodos gravimétricos se debe a un reducido costo y un poder de resolución para definir estructuras geológicas. El amplio uso del método GT

(gradiente térmico) es obvio, dado que es la única técnica geofísica que mide directamente la anomalía objeto final de la prospección.

Hay otros siete métodos que se emplean de forma sistemática en exploración geotérmica:

. FLUJO CALORIFICO	48%
. MAGNETOMETRIA	39%
. MT	35%
. RESISTIVIDAD (Dipolo-Dipolo)	33%
. SISMICA DE REFLEXION	33%
. MEQ	32%
. TELEDETECCION	28%
. BIPOLO-DIPOLO	26%

Los métodos menos empleados son AMTFC, PI, PD y GEOM, todos con un porcentaje de utilización inferior al 7%. En las Tablas V y VI se muestra la distribución del empleo de los distintos métodos geofísicos según los diferentes ambientes geológicos. Esta distribución se puede sintetizar de la siguiente forma:

<u>Contexto Geológico</u>	<u>Grado de Utilización</u>	<u>Método Geofísico</u>
Rift Valley	Alto Medio	SEV MS, GRAV, MAG, MT, DD, BD, FC y GT
Basin and Range	Alto y Medio	Todos los métodos con excepción de GEOM, AMTFC, PEH, AP y GS
Volcánicas Intrusivas	Alto Medio	GRAV, MAG, SEV y GT RFS, AMT, TM, DD y FC
Volcánicas Estrusivas	Alto Medio	GRAV y SEV MS, RFS, MAG, MT, DD, BD, AP, FC, GT y TD
Cuencas Sedimentarias	Alto Medio	GRAV, SEV, FC y GT RFS, MT y TEL

Los métodos de sondeos eléctricos verticales y de gradiente térmico son los más empleados en todos los contextos geológicos y regímenes de temperatura. Hay que

hacer constar que la frecuencia de utilización de un determinado método no define necesariamente su valor como instrumento de exploración. A menudo una técnica que ha sido empleada con éxito en un ambiente determinado, es utilizada en otros contextos geológicos y distintos tipos de yacimientos con resultados mucho peores. Un caso típico es el empleo que se hizo del método bipolo-dipolo en áreas para las que dicho método no es apropiado; el éxito original de este método en la determinación de bordes de isoterma en Broadlands Field, Nueva Zelanda (Risk et al., 1970) hizo que se empleara en zonas como Olkaira Field, Kenia, donde dió un resultado muy poco satisfactorio.

La evaluación de la utilidad de los distintos métodos geofísicos es muy complicada, debida a la escasez de publicaciones sobre programas de investigación integrales en exploración geotérmica. Ward (1983) ha elaborado una excelente evaluación de los métodos geofísicos empleados en la exploración de los sistemas geotérmicos de la Provincia "Basin and Range" del oeste de USA. Ward evaluó 14 métodos en 13 sistemas de alta temperatura, incluyendo Long Valley, Coso Hot Springs, Roosevelt Hot Springs y Raft River, con las siguientes conclusiones:

- a) ninguno de los métodos tuvo un comportamiento uniforme y consistente,
- b) ninguno de los métodos tuvo unos resultados "excelentes" y solamente cinco de los métodos se pudieron categorizar como "medios a buenos" (MS, GRAV, los métodos de resistividad, AP y FC/GT),
- c) los métodos menos efectivos fueron ruido sísmico, magnetometría y magnetotelúrico, y
- d) ninguna combinación de cuatro métodos se pudo clasificar como "media a buena" en más de un sistema.

Es importante hacer constar que dos de los métodos menos efectivos: MAG y MT, se utilizaron profusamente en todos los contextos "basin and range" de todo el mundo, de acuerdo con las Tablas V y VI. Otras observaciones realizadas por Ward en un artículo son:

- a) los periodos de quietud entre fases de actividad microsísmica limita el uso del método MS en algunas zonas,
- b) los métodos de reflexión y refracción sísmica no siempre son aplicables en la determinación de los límites de un yacimiento,
- c) el método magnético es muy útil para cartografiar zonas de degradación magnética,
- d) los mejores métodos de resistividad son los sondeos Schlumberger y los perfiles dipolo-dipolo,
- e) los métodos AMTFC y EMFFC no han sido insuficientemente testificados, hasta el presente,
- f) los métodos AMT y TEC se deben emplear solamente en estudios de reconocimiento,
- g) el método PA parece prometedor pero no siempre produce anomalías legibles sobre sistemas geotérmicos, y
- h) Los métodos GTS/GT no siempre son indicadores fiables de la alta calidad de un recurso.

En la zona termal de Puhiman del volcán Kilauea, en Hawaii, se han empleado una amplia variedad de técnicas, incluyendo, MATFC, SEV, AP, GRAV, MAG, EMFFC, DD, BD, FC y TL. Los resultados de las técnicas de resistividad y de autopotencial permitieron delimitar una zona asociada con temperaturas elevadas en superficie,

utilizándose sondeos Schlumberger para determinar la profundidad mínima de un dique conductivo (Anderson, 1984). El empleo del método AMTFC produjo resultados similares (Bartel, 1984).

La mayoría de las zonas geotérmicas del mundo están caracterizadas por la existencia de niveles de resistividad, en el subsuelo, menores de 10 ohm-m; con independencia de la resistividad intrínseca de la roca encajante. En consecuencia, en muchas de las zonas es suficiente cartografiar las manifestaciones superficiales (alternaciones hidrotermales) de un yacimiento profundo, utilizando una de las técnicas de resistividad eléctrica. Esta metodología se ha desarrollado con éxito en sistemas tales como: Broadlands Field en Nueva Zelanda (BD), Dieng Plateau en Indonesia (BD), Olkaria Field en Kenia (DD) y Roosevelt Hot Springs en USA (DD ó AMTFC). Para estudios de más detalle se han empleado las técnicas de EMT en su modalidad aerotransportada sobre zonas conductivas próximas a la superficie, por encima de yacimientos geotérmicos, para delinear las zonas anómalas.

En la zona de Olkaria (Kenia), los métodos de gradiente térmico superficial (TGS) y perfiles dipolo-dipolo proporcionaron la información más útil, mientras que el método bipolo-dipolo resultó ser el menos útil de los empleados (Noble y Ojiambo, 1975). En la Isla de San Miguel, Portugal, un reconocimiento geofísico consistente en la utilización del método bipolo-dipolo, para cartografiar zonas anómalas en terrenos montañosos, seguido por perfiles Schlumberger y perfiles dipolo-dipolo, sirvió para localizar el emplazamiento de un pozo geotérmico productivo. Con posterioridad, una investigación de AMT en la misma zona, confirmó los resultados de la campaña de resistividad, indicando quizás de esta forma un método de exploración eficiente y económico para explorar terrenos montañosos en dicha Isla (Hoover et al., 1984). Tanto las investigaciones

de resistividad como de AMT mostraron muy poca correlación con los resultados de la investigación MT 5-EX, realizadas en dicha zona.

La detección de mínimos de resistividad no es una garantía de que existan temperaturas anómalas en el subsuelo. Sanford et al. (1979), discuten las investigaciones realizadas en la prospección Elephant Butte, Nuevo Méjico, donde se utilizaron el método bipolo-dipolo, sondeos Schlumberger modificados y posteriormente determinaciones de flujo calorífico; los métodos eléctricos cartografiaron con éxito la estructura del basamento y las fallas, determinando varias zonas con mínimos de resistividad. Sin embargo, los datos del estudio de flujo calorífico reflejaron la presencia de ninguna zona con temperatura anómala en el subsuelo.

Una de las zonas donde el método gravimétrico funciona con muy buenos resultados es el Imperial Valley en California, USA. Las zonas geotérmicas East Mesa y Heber están caracterizadas por áreas de elevada densidad asociada a la presencia de rocas sellantes ("cap rock") densas, formadas por procesos de alteración hidrotermal. Los perfiles eléctricos horizontales también detectaron zonas de baja resistividad asociadas a flujos altos de temperatura (Meidav y Ferguson, 1972).

Los métodos de ruido sísmico y magnéticos no dieron resultado en esas dos áreas; el elevado nivel de ruido derivado de actividades humanas existente en la zona, impide el registro de cualquier posible ruido natural.

Las zonas donde el método de ruido sísmico es eficiente con aquellas donde las manifestaciones termales activas están presentes en superficie; tales como en Norris Geyser Basin de Yellowstone National Park, en USA (Oppenheimer y Iyer, 1979). En esa zona, los perfiles eléctricos horizontales delimitaron alteraciones hidrotermales próximas a la superficie y con sondeos

Schlumberger se cartografió un horizonte resistivo (75 a 130 ohm-m) subyacente a un horizonte conductivo (2 a 7 ohm-m), el cual representa las zonas de vapor-dominante y de condensación del yacimiento geotérmico respectivamente (Zohdy et al., 1973). En el Kawah Kamojang Field, Indonesia, se determinó una estructura geoelectrica similar (Hochstein, 1975).

Los métodos SEV y PEH han sido usados con éxito en Reykjanes Peninsula, Islandia, para localizar zonas termales (Georgsson, 1981; Georgsson, 1984). Los tres campos geotérmicos de alta temperatura de la Península Reykjanes, aparecen en áreas de mínimos resistivos en el subsuelo (6 ohm-m), dentro de un contexto regional de 10 a 12 ohm-m.

Los métodos dipolo-dipolo, SEV y AP, dieron resultados positivos en la exploración del Cerro Prieto Field, en México. Los métodos de resistividad eléctrica delimitaron una zona superficial de baja resistividad (2 ohm-m) en asociación con un flujo calorífico elevado, y localizaron el trazado de la falla productiva (García, 1975). El método AP se utilizó para cartografiar la falla en la zona productiva (Corwin et al., 1980) y las anomalías de atenuación y velocidad obtenidas del método MS fueron de gran utilidad en la determinación de los límites del campo geotérmico. Un estudio de detalle con el método dipolo-dipolo, fue también realizado para cartografiar la intrusión de agua dulce en la zona de producción (Wilt et al., 1983) y una investigación de sísmica de reflexión determinó una atenuación en la reflexión, dentro de la zona productiva (Blakeslee, 1984).

CONCLUSIONES

- . El hecho de que los resultados estadísticos, que se presentan en las tablas de este apéndice, sobre la utilización de los métodos geofísicos para la

exploración geotérmica indiquen un predominio de la metodología geotérmica de USA, es en parte debido a que más del 60% de la información está relacionada con exploración geotérmica en los Estados Unidos.

- . Un promedio de seis métodos geofísicos distintos se han utilizado en el total de las 88 áreas o regiones con recursos geotérmicos revisadas.
- . Un promedio de 5, 5 y 8 métodos geofísicos distintos se han utilizado en los recursos de baja, media y alta temperatura, respectivamente.
- . El número de recursos relacionados con un determinado contexto geológico aumenta proporcionalmente al incremento de la temperatura, excepto en el caso de las cuencas sedimentarias.
- . El mayor número de áreas geotérmicas, a nivel mundial, están en relación con ambientes de rocas volcánicas estrusivas.
- . Los métodos SEV, GRAV y GT, se han utilizado en más de la mitad de las zonas geotérmicas; los métodos FC, MAG, MET, DD, RFS, MS, TD y BD se han utilizado en un 25 a 50% de las áreas geotérmicas.
- . Los métodos menos empleados son AMTFC, PI, PD y GEOM, con un porcentaje de utilización inferior al 7% de las zonas.
- . La frecuencia de utilización de los distintos métodos geofísicos varía con el contexto geológico y la temperatura del recurso, pero los métodos SEV y GT son definitivamente los más empleados en todo tipo de ambientes geológicos y temperaturas.
- . La valoración de la utilidad de varias de las técnicas geofísicas es muy difícil de realizar por

falta de información completa y precisa sobre la utilización de dichos métodos en los distintos contextos geológicos.

- . Ward (1983), ha catalogado como más eficientes los métodos MS y GRAV; todos los métodos de resistividad eléctrica, AP, FC y GT; y como menos efectivos los de RS; MAG y MT, para la exploración del contexto geológico Basin and Range Province.

- . En general, los métodos de resistividad eléctrica parecen ser los métodos de reconocimiento más efectivos para la determinación de yacimientos geotérmicos superficiales, con zonas de alteración hidrotermal próximas a la superficie, sin embargo, el modelo geológico específico, determina cual es el parámetro físico que presenta la mejor correlación con el yacimiento geotérmico y por tanto tiene la relación ruido-síñal más acusada.

TABLA I

PRINCIPALES FUENTES DE BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Transactions of Geothermal Resources Council Meetins 1977 - 1984

Abstracts of the Annual International SEG Meetings 1979 - 1984

Proceedings of the Second UN Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, 1975.

Proceedings of the UN Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, 1970.

Proceedings of the International Congress on Geothermal Waters, Geothermal Energy and Volcanism of the Mediterranean Area: Geothermal Energy, 1976.

Geophysics

Geothermics

Journal of Volcanology and Geothermal Research

Geoexploration

Geophysical Prospecting

Journal of Geophysical Research

The role of Heat in the Development of Energy and Mineral Resources in the Northern Basin and Range.

Geoelectric and Geothermal Studies (East Central Europe and Soviet Asia)

TABLA II

METODOS GEOFISICOS APLICADOS EN EXPLORACION GEOTERMICA

<u>SIGLAS</u>	<u>METODO</u>	<u>TECNICA GEOFISICA</u>
RS	Ruido sísmico	Sísmica pasiva
MS	Microsísmica	
TS	Telesísmica	
RFS	Reflexión sísmica	Sísmica activa
RRS	Refracción sísmica	
GRAV	Gramimetría	Potencial del campo
MAG	Magnetometría	
AMT	Audiomagnetotelúrico	EM pasivo
MT	Magnetotelúrico	
TEL	Telúrico	
GEOM	Sondeos geomagnéticos	
AMTFC	Audiomagnetotelúrico/fuente controlada.	EM activo
EMT	Electro magnético (dominio de tiempo).	
EMFFC	Electro magnético (dominio de frecuencia de fuente controlada)	
SEV	Sondeo eléctrico vertical	Resistividad
PEH	Perfil eléctrico horizontal	Eléctrica
DD	Dipolo - dipolo	
BD	Bipolo - dipolo	
PD	Polo - dipolo	
PI	Polarización inducida	
AP	Autopotencial	Autopotencial
RAD	Radiometría	Radiometría

TABLA II (Cont.)

<u>SIGLAS</u>	<u>METODO</u>	<u>TECNICA GEOFISICA</u>
FC	Flujo calorífico	Gradiente térmico
GT	Gradiente térmico	
GTS	Gradiente térmico superficial	
GS	Geofísica de sondeos	Geofísica de sondeos
TD	Teledetección	Teledetección

TABLA III

METODOS GEOFISICOS EMPLEADOS EN EXPLORACION GEOTERMICA A NIVEL MUNDIAL.

LOCATION	R	B	V	V	B	T	R	M	T	R	R	G	M	A	M	T	G	A	E	E	S	P	D	B	P	P	A	R	F	G	G	T												
	V	R	I	E	E	S	S	S	F	R	R	A	M	T	E	E	M	M	E	E	D	D	D	I	P	A	C	T	T	S	D													
	:	:	:	:	:	M	:	S	S	A	G	T	L	O	T	F	F	V	H	:	:	:	:	:	:	D	:	S	:	:														
	:	:	:	:	:	:	:	:	V	:	:	:	:	:	M	F	F	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:												
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	C	C	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:												
<hr/>																																												
RIFT VALLEYS																																												
<hr/>																																												
EGYPT	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:				
<hr/>																																												
ETHIOPIA	:	X	:	:	:	M	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:		
<hr/>																																												
FRANCE RHINE GRABEN	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
<hr/>																																												
ISRAEL	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
<hr/>																																												
KENYA	:	X	:	:	:	H	:	X	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	X	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	X		
<hr/>																																												
MEXICO CERRO PRIETO	:	X	:	:	:	H	:	X	X	:	X	:	X	X	:	X	X	X	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	
<hr/>																																												
REPUBLIC OF DJIBOUTI	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
<hr/>																																												
UGANDA	:	X	:	:	:	M	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
<hr/>																																												
USA IMPERIAL VALLEY	:	X	:	:	:	H	:	X	X	X	:	X	X	X	:	X	X	X	:	:	:	:	:	:	:	X	:	X	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	X	X	
<hr/>																																												
RIO GRANDE RIFT	:	X	:	:	:	L	:	X	:	X	:	X	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	X	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	
<hr/>																																												
USSR BAIKAL RIFT	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
<hr/>																																												
W. GERMANY RHINE GRABEN	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
<hr/>																																												

TABLA III (Cont.)

BASIN AND RANGE

HUNGARY	:				:	:			:	:			:			:	:			:	:	:		:	:	:					
	:	X			:	+			:				:	X	X:					:	:	X				:					
	:				:	:			:				:							:						:					
USA	:	X			:	L:			:		:		:	X X:X X					:		X:X				:	:	:	X X:	X:		
BASIN AND	:	X			:	M:X X		X:		X X:X X X		:		X X:X		X X		:	X:X:X X X:		X:					:	X:				
RANGE	:	X			:	H:X X		X:		X X:X X X		:		X		X		X X		X:X:X X X:		X:					:	X:			
	:				:	:			:				:						:							:	:			:	
COOSON H.S.	:				:	:			:				:						:							:	:			:	
	:	X			:	H:X X X:		X:X		X		X	:		X:+		+ X X		:	:	:					:	X:			:	
	:				:	:			:				:						:							:	:			:	
ROOSEVELT	:				:	:			:				:						:							:	:			:	
H.S.	:	X			:	H:X X X:		X:X X X:		X		X		X:X		X X		X:X:X:X X		:	:	:					:	:			:

INTRUSIVE VOLCANICS

ALGERIA	:				:	:			:				:					:							:	:			:	
	:		+		:	+			:				:					:							:					:
	:				:	:			:				:						:							:	:			:
CZECHO-SLAVAKIA	:				:	:			:				:						:							:	:			:
	:		X		:	+			:				X	X:					:							:				:
	:				:	:			:				:						:							:	:			:
ENGLAND	:				:	:			:				:						:							:	:			:
	:		X		:	+			:		X	:							:							:		X X	X:	:
	:				:	:			:				:						:							:	:			:
ICELAND	:		X X		:	L:			:		X:								:							:				:
	:		X X		:	M:			:										:							:				:
	:		X X		:	H:		X:		X:X X		:		X	X				:							:				:
USA	:		X	X:	L:			X	X X:										:							:				:
COASTAL	:		X	X:	M:			X	X X:										:							:				:
PLAINS	:				:	:			:										:							:				:
	:				:	:			:										:							:				:
FENTON HILL	:				:	:			:										:							:				:
HDR	:		X		:	H:		X	X	X X		:		X:X	X X				:							:		X X		:
	:				:	:			:										:							:				:
HAWAIIAN	:				:	:			:										:							:				:
VOLCANIC	:		X X		:	M:													:							:				:
CHAIN	:		X X		:	H:		X	X:X X:					X X:X	X X X				:							:				:
	:				:	:			:										:							:				:
MARYSVILLE	:				:	:			:										:							:				:
	:				:	M:X X			X X:X										:							:				:
	:				:	:			:										:							:				:
INDIA	:				:	:			:										:							:				:
	:		X		:	M:			X	X	:								:							:				:
	:		X		:	H:		X		X	:								:							:				:

EXTRUSIVE VOLCANICS

TABLA III (Cont.)

AUSTRALIA	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	+	:	:	:	:	X:	:	X:	:	:	+	+	+	:	:	:	:	X:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
CANADA	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	M:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	X X X	X	:	:	:	:	X X	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
CARRIBEAN SEA:	:	:	X	:	M:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	X:
	:	:	X	:	H:	X	:	X	:	:	X	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	X:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
CHILE	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	H:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X:X X X X	:	:	:	:	:	:	X	X:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
PEOPLES REP. OF CHINA	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X X	:	H:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X X
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
COSTA RICA	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	H:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X X
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
EL SALVADOR	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	+	X	:	:	X X	:	:	:	:	:	:	+	+	+	:	:	:	:	X X
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
FIJI	:	:	X	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
FRANCE	:	:	X	:	+	:	:	X	X X X	:	:	:	:	X X	:	:	:	:	:	:	:	X X	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
USA GEYSERS	:	:	X X	:	H:	X X X X X X	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X X	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
FRANCE REUNION ISL.	:	:	X	:	+	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X X
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
GREECE	:	:	X	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	X	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
INDIA	:	:	X X	:	M:	:	X	X	:	:	:	:	:	X X	:	:	:	:	X:X X X X	:	:	:	:
	:	:	X X	:	H:	X	:	X	:	:	:	:	:	X X	:	:	:	:	:	:	:	:	X X
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
INDONESIA	:	:	+	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	X
	:	:	+	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	X
	:	:	X	:	H:	:	:	:	X	:	:	:	:	X X X X	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
ITALY	:	:	+	:	+	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X:
	:	:	X	:	M:	X X	:	X:X	:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	X:	X	:	:	X:

TABLA III (Cont.)

RAFT RIVER	:	:	:	X M:	:	:	:	X:X X:X X X	:	:	:	:	X	:	X	:	X:	:	:	:	X:X:
SNAKE RIVER PLAIN	:	:	:	X M:	X	X X:X X:X X X	:	X	X	X	:	X:	X	:	:	:	:	X	:	:	:
VALLES CALDERA	:	:	:	X X	H:X X	:	X X:	X X	:	X:X	X X	:	:	:	:	:	:	:	:	X	X:
YELLOWSTONE NAT. PARK	:	:	:	X X	H:X X X:	:	X X:	+	:	X X		X:X:	:	:	:	:	:	:	:	:	X:
USSR KAMCHATKA	:	:	:	X	X:	:	X X:X X:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X:
YEMEN ARAB REPUBLIC	:	:	:	X	+	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
BASINS																					
EAST GERMANY	:	:	:	X +	:	:	:	X	X:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:
TURKEY	:	:	:	X M:	:	X	:	:	X	:	:	X	:	:	:	X	:	:	X	:	:
USA COLORADO PLATEAU	:	:	:	X +	+	:	X X:	X X	:	X +	+	:	X X	:	:	X X	:	:	X	:	:
MID-CONTINENT	:	:	:	X L:	:	X X:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X X	:	:	:	:	:
ROCKY MTNS.	:	:	:	X M:	:	X X:X	X X X	:	X X:X	X X	:	X:	X	X:	:	:	:	:	:	:	:
SPAIN	:	:	:	X +X	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	+	+	:	:	:	:
USSR EAST CARPATHIAN	:	:	:	X +	+	:	X	X:	:	:	:	:	X	:	:	:	:	:	X	:	:
UKRAINE	:	:	:	X +	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	X	:	:
UNCLASSIFIED																					

TABLA IV

UTILIZACION DE METODOS GEOPISICOS SEGUN EL CONTEXTO GEOLOGICO Y LA TEMPERATURA DEL YACIMIENTO

RESOURCE OCCURRENCE	TEMP	# RESOURCES	R		R		R		R		G		A		M		T		E		G		M		E		F		S		P		R		G		ROW TOTALS	
			S	S	T	S	S	S	V	G	T	T	L	M	C	T	C	V	H	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		D
RIFT VALLEY	LOW	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	MOD	7	0	2	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	1	1	3	1	0	2	0	0	0	1	0	3	3	0	0	1	0	3	3	0	0	1	23
	HI	5	2	3	1	2	1	3	2	0	3	2	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	3	2	3	2	0	0	2	0	3	1	2	0	2	39
	SUBTOTAL	13		2	6	1	3	1	6	4	0	5	2	0	0	1	1	7	3	4	5	0	0	0	3	0	6	5	2	0	3					70		
BASIN AND RANGE	LOW	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	9	
	MOD	2	1	1	0	1	0	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	2	1	1	0	1	22	
	HI	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0	1	1	2	3	1	3	3	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	49		
	SUBTOTAL	6		4	4	2	3	2	5	4	4	5	3	1	1	2	4	5	1	4	4	0	1	3	3	4	4	3	3	4	4	3	1	3		80		
INTRUSIVE VOLCANIC	LOW	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	9	
	MOD	7	1	1	0	1	0	3	2	1	1	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	3	4	0	2	0	25	
	HI	3	0	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	1	2	3	0	3	2	1	0	1	1	1	1	3	0	0	1	1	3	0	0	2	32		
	SUBTOTAL	12		1	2	1	3	1	6	6	3	3	0	1	0	1	2	7	1	4	2	1	0	2	2	5	8	0	2	2	5	8	0	2	2	66		
EXTRUSIVE VOLCANIC	LOW	4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	13		
	MOD	19	2	3	1	6	5	8	4	6	4	3	1	0	3	0	11	4	5	3	1	0	7	1	9	7	1	1	8	10	7	1	1	8	104			
	HI	24	7	12	4	8	5	15	14	5	10	6	0	0	4	6	15	8	9	8	1	1	5	2	10	12	1	2	8	17	12	1	2	8	178			
	SUBTOTAL	47		9	15	5	16	11	24	18	11	14	9	1	0	7	7	28	13	15	11	2	1	12	3	20	21	2	3	17					295			
BASINS	LOW	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	12			
	MOD	6	0	1	1	2	1	3	1	1	4	4	2	0	1	1	3	1	1	1	0	0	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	0	0	34			
	HI	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5				
	SUBTOTAL	10		1	1	1	4	1	5	2	1	4	4	2	0	1	2	5	1	2	1	0	0	1	0	7	6	1	0	0					51			
TOTAL	LOW	11	1	1	0	5	1	5	4	1	1	0	0	0	0	3	6	2	3	1	0	0	1	0	5	8	1	0	5	8	1	0	2	51				
	MOD	41	4	8	2	10	6	17	9	9	13	8	5	0	6	3	21	6	8	7	1	0	10	3	21	17	3	3	10	28	17	3	3	10208				
	HI	36	12	19	8	14	9	24	21	9	17	10	0	1	6	10	25	11	18	15	2	2	10	5	16	19	4	3	13	303				13303				
COLUMN TOTALS		88	17	28	10	29	16	46	34	19	31	18	5	1	12	16	52	19	29	23	3	2	21	8	42	44	8	6	25	562								

TABLA V

PORCENTAJE DE UTILIZACION DE METODOS GEOFISICOS SEGUN EL CONTEXTO
GEOLOGICO Y TEMPERATURA DEL YACIMIENTO

RESOURCE OCCURRENCE	TEMP	# RESOURCES	R		T		R		R		A		M		T		E		G		A		E		S		P		D		B		P		P		A		R		F		G	
			S	M	S	S	S	S	S	V	G	T	T	L	M	C	T	C	T	C	V	H	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
RIFT VALLEY	LOW	1	0	100	0	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	
	MOD	7	0	29	0	0	0	29	14	0	29	0	0	0	0	14	14	43	14	0	29	0	0	14	0	43	43	0	0	14	0	43	43	0	0	14	0	43	43	0	0	14		
	HI	5	40	60	20	40	20	60	40	0	60	40	0	0	0	0	60	40	60	40	0	0	40	0	60	20	40	0	0	40	0	60	20	40	40	0	0	40	0	40				
	ALL	13	15	46	8	23	8	46	31	0	38	15	0	0	8	8	54	23	31	38	0	0	23	0	46	38	15	0	23	0	46	38	15	0	23	0	46	38	15	0	23			
BASIN AND RANGE	LOW	1	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	100		
	MOD	2	50	50	0	50	0	50	50	50	100	50	50	0	50	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50	100	50	50	0	50	50	100	50	50	0	50	50	0	50				
	HI	3	100	100	67	67	67	100	167	67	67	67	0	33	33	67	100	33	100	100	0	33	67	67	67	33	33	33	0	33	67	67	67	67	33	33	33	33	33					
	ALL	6	67	67	33	50	33	83	67	67	83	50	17	17	33	67	83	17	67	67	0	17	50	50	67	67	50	67	67	0	17	50	50	67	67	50	17	50						
INTRUSIVE VOLCANIC	LOW	2	0	0	0	50	0	50	100	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	50	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	50	0	0	0				
	MOD	7	14	14	0	14	0	43	29	14	14	0	14	0	0	0	43	0	14	0	0	0	43	0	14	43	57	0	14	43	57	0	29	0	0	14	43	57	0	29	0			
	HI	3	0	33	33	33	33	67	67	67	67	0	0	0	33	67	100	0	100	67	33	0	33	33	33	100	0	0	33	33	33	100	0	0	33	33	33	100	0	0	67			
	ALL	12	8	17	8	25	8	50	50	25	25	0	8	0	8	17	58	8	33	17	8	0	17	17	42	67	0	17	17	42	67	0	17	17	42	67	0	17	17					
EXTRUSIVE VOLCANIC	LOW	4	0	0	0	50	25	25	0	0	0	0	0	0	25	50	25	25	0	0	0	0	25	50	25	25	0	0	0	0	0	0	0	25	50	0	0	25						
	MOD	19	11	16	5	32	26	42	21	32	21	16	5	0	16	0	58	21	26	16	5	0	37	5	47	37	5	5	42															
	HI	24	29	50	17	33	21	63	58	21	42	25	0	0	17	25	63	33	38	33	4	4	21	8	42	50	4	8	33															
	ALL	47	19	32	11	34	23	51	38	23	30	19	2	0	15	15	60	6	32	23	4	2	26	6	43	45	4	6	36															
BASINS	LOW	3	33	0	0	33	0	33	0	0	0	0	0	0	33	33	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0						
	MOD	6	0	17	17	33	17	50	33	33	67	67	33	0	17	17	50	17	17	17	0	0	17	0	67	33	17	0	0															
	HI	1	0	0	0	100	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	ALL	10	10	10	10	40	10	50	20	10	40	40	20	0	10	20	50	10	20	10	0	0	10	0	70	60	10	0	0															
SUBTOTAL	LOW	11	9	9	0	45	9	45	36	9	9	0	0	0	27	55	18	27	0	0	0	9	0	45	73	9	0	18																
	MOD	41	10	20	5	24	15	41	22	22	32	20	12	0	15	7	51	15	20	17	2	0	24	7	51	41	7	7	24															
	HI	36	33	53	22	39	25	67	58	25	47	28	09	3	17	28	69	31	50	42	6	6	28	14	44	53	11	8	36															
TOTAL		38	99	32	11	33	18	52	39	22	35	20	6	11	14	18	59	22	33	26	3	2	24	9	48	50	9	7	28															

TABLA VI

SINTESIS DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION DE LOS METODOS GEOFISICOS
SEGUN EL CONTEXTO GEOLOGICO Y TEMPERATURA DEL YACIMIENTO

RESOURCE OCCURRENCE	TEMP	# RESOURCES	G M E F S P D B P P A R G																										
			R S	M S	T S	R F	R R	R A	M A	A M	M T	T L	E O	G M	E F	S V	P H	D D	P I	P A	R A	F C	G T	S S	T D				
RIFT VALLEY	LOW	1	D	A	D	A	D	A	A	D	D	D	D	D	D	A	D	A	A	D	D	D	D	A	D	D	D		
	MOD	7	D	B	D	D	D	B	C	D	B	D	D	D	C	C	B	C	D	B	D	D	C	D	B	B	D	D	C
	HI	5	B	A	C	B	C	A	B	D	A	B	D	D	D	D	A	B	A	B	D	D	B	D	A	C	B	D	B
	ALL	13	C	B	C	C	C	B	B	D	B	C	D	D	C	C	A	C	B	B	D	D	C	D	B	B	C	D	C
BASIN AND RANGE	LOW	1	D	D	D	D	D	A	A	A	A	D	D	D	D	A	A	D	D	D	D	D	D	A	A	D	A	A	
	MOD	2	A	A	D	A	D	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	D	A	A	D	D	A	A	A	A	D	A
	HI	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	B	B	A	A	B	A	A	D	B	A	A	A	A	B	B	B
	ALL	6	A	A	B	A	B	A	A	A	A	A	C	C	B	A	A	C	A	A	D	C	A	A	A	A	A	C	A
INTRUSIVE VOLCANIC	LOW	2	D	D	D	A	D	A	A	D	D	D	D	D	D	A	A	D	D	D	D	A	D	A	A	D	D	D	
	MOD	7	C	C	D	C	D	B	B	C	C	D	C	D	D	B	D	C	D	D	D	D	C	B	A	D	B	D	
	HI	3	D	B	B	B	B	A	A	A	A	D	D	D	B	A	A	A	B	D	D	B	B	B	B	A	D	D	A
	ALL	12	C	C	C	B	C	A	A	A	B	B	D	C	D	C	C	A	C	D	C	C	C	B	A	D	D	C	C
EXTRUSIVE VOLCANIC	LOW	4	D	D	A	A	B	B	D	D	D	D	D	D	D	B	A	B	B	D	D	D	D	D	B	A	D	D	B
	MOD	19	C	C	C	B	B	B	C	B	C	C	D	C	D	A	C	B	B	C	C	D	B	C	B	B	C	C	B
	HI	24	B	A	C	B	C	A	A	C	B	B	C	D	D	C	B	A	B	B	C	C	C	C	B	A	C	C	B
	ALL	47	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	C	D	C	C	A	C	B	B	C	C	B	C	B	B	C	C	B
BASINS	LOW	3	B	D	D	B	D	B	D	D	D	D	D	D	D	B	B	D	B	D	D	D	D	C	C	D	D	D	
	MOD	6	D	C	C	B	C	A	B	B	A	A	B	D	C	C	A	C	C	C	D	D	C	D	A	B	C	D	D
	HI	1	D	D	A	A	D	A	A	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D
	ALL	10	C	C	B	B	C	A	C	C	B	B	C	D	C	C	A	C	C	C	D	D	C	D	A	A	C	D	D
SUBTOTAL	LOW	11	C	C	D	B	C	B	B	C	C	D	D	D	D	B	A	C	B	C	D	D	C	D	B	A	C	D	C
	MOD	41	C	C	C	C	C	B	C	C	B	C	C	D	C	C	A	C	C	C	C	D	C	C	A	B	C	C	C
	HI	36	B	A	C	B	B	A	A	B	B	B	D	C	C	B	A	B	A	B	C	C	B	C	B	A	C	C	B
TOTAL	88	C	B	C	B	C	A	B	C	B	C	C	C	C	C	A	C	B	B	C	C	C	C	B	A	C	C	B	

A = utilization > 50%

B = 25% < utilization < 50%

C = 0% < utilization 25%

D = 0%

TABLA VII

RELACION DEL NUMERO DE PUBLICACIONES POR PAISES *

<u>LOCATION</u>	
ALGERIA	1
AUSTRALIA	3
BRAZIL	1
CANADA	9
CARIBBEAN SEA	1
CHILE	3
CHINA	1
COSTA RICA	3
CZECHOSLAVAKIA	2
DENMARK	1
EAST GERMANY	2
EGYPT	2
EL SALVADOR	2
ENGLAND	1
ETHIOPIA	4
FIJI	0
FRANCE	10
GREECE	2
HUNGARY	3
ICELAND	13
INDIA	10
INDONESIA	9
IRAQ	0
ISRAEL	0
ITALY	30
JAPAN	21
KENYA	2
MEXICO	21
NEW GUINEA	1
NEW ZEALAND	12
NICARAGUA	2
PERU	1
PHILIPPINES	2
PORTUGAL	2
REPUBLIC OF DJIBOUTI	0
ROMANIA	0
SPAIN	1
SWITZERLAND	1
TAIWAN	7
THAILAND	1
TURKEY	6
UGANDA	1
USA	340
USSR	25
WEST GERMANY	4
YEMEN ARAB REPUBLIC	0
YUGOSLAVIA	1

* Basados en GEOREF.

TABLA VIII

RELACION DE LOS SIETE PAISES CON
MAS REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS *

COUNTRY	NO. REFERENCES	PERCENTAGE OF TOTAL NO. OF REFERENCES
USA	340	59
ITALY	30	5
USSR	25	4
JAPAN	21	4
MEXICO	21	4
ICELAND	13	2
NEW ZEALAND	12	2
ELSEWHERE	<u>113</u>	<u>20</u>
TOTAL	575	100

* Según GEOREF. Publicaciones de Geoeléctrica y estudios geotécnicos. (Adams 1976).

REFERENCIAS

- Adam, A., 1976, Geoelectric and geothermal studies (east-central Europe, Soviet Asia): KAPG Geophysical Monograph, Akademiai Kiado, Budapest, 745 p.
- Anderson, L. A., 1984, Self-potential investigations in the Puhimau thermal area, Kilauea Volcano, Hawaii: Expanded Abstracts of the Technical Program, 54th Annual International SEG Meeting, Dec. 2-6, Atlanta, 81-84.
- Bartel, L. C., and Jacobson, R. D., 1984, Results of a CSAMT survey at the Puhimau thermal area, Kilauea Volcano, Hawaii: Expanded Abstracts of the Technical Program, 54th Annual International SEG Meeting, Dec. 2-6, Atlanta, 81-84.
- Blakeslee, S., 1984, Seismic discrimination of a geothermal field: Cerro Prieto: Trans. Geothermal Resources Council, 8, 183-188.
- Corwin, R. F., Morrison, H. F., Diaz, C. S., and Rodriguez, B. J., 1980, Self-potential studies at the Cerro Prieto geothermal field: Proc. of the First Symposium on the Cerro Prieto geothermal field; Part II, in Geothermics, 9, 1-2, 39-47.
- Garcia, D. S., 1975, Geoelectric study of the Cerro Prieto geothermal area, Baja, California: Proc. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 2, 1009-1012.
- Georgsson, L. S., 1981, A resistivity survey on the plate boundaries in the western Reykjanes peninsula, Iceland: Trans. Geothermal Resources Council, 5, 75-78.
- Georgsson, L. S., 1984, Resistivity and temperature distribution of the outer Reykjanes Peninsula, southwest Iceland: Expanded Abstracts of the Technical Program, 54th Annual International SEG Meeting, Dec. 2-6, Atlanta, 81-84.
- Hochstein, M., 1975, Geophysical exploration of the Kawah Kamojang geothermal field, West Java: Proc. Second U. N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 2, 1049-1058.
- Hoover, D., DaSilva, A. R., Pierce, H., and Amaral, R., 1984, The application of audio-magnetotelluric surveys on São Miguel Island, Azores, Portugal: Trans. Geothermal Resources Council, 8, 499-504.
- Meidav, T., and Furgerson, R., 1972, Resistivity studies of the Imperial Valley geothermal area, California: Geothermics, 1, 47-62.
- Noble, J. W., and Ojiambo, S. B., 1975, Geothermal exploration in Kenya: Proc. Second U. N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 1, 189-204.

- Oppenheimer, D. H., and Iyer, H. M., 1979, Microseisms analysis at Norris Geyser Basin, Yellowstone National Park, Wyoming: Trans. Geothermal Resources Council, 3, 523-526.
- Risk, G. F., Macdonald, W. J. P., and Dawson, G. B., 1970, DC-resistivity surveys of the Broadlands geothermal region, New Zealand: U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Proc. (Geothermics, Special Issue 2), 2, 1, 287-294.
- Sanford, R. M., Bowers, R. L., and Combs, J., 1979, Rio Grande Rift geothermal exploration case history: Elephant Butte Prospect, south central New Mexico: Trans. Geothermal Resources Council, 3, 609-612.
- Ward, S. H., 1983, Geophysical studies of active geothermal systems in the northern Basin and Range: in The Role of Heat in the Development of Energy and Mineral Resources in the Northern Basin and Range Province, Special Report 13, Geothermal Resources Council, 121-158.
- White, D. E., and Williams, D. L., 1975, Assessment of geothermal resources of the United States-1975: U.S. Geol. Survey Circ. 726, 155 p.
- Wilt, M. J., and Goldstein, N. E., 1983, Dipole-dipole resistivity monitoring at the Cerro Prieto geothermal field: Expanded Abstracts of the Technical Program, 53rd Annual International SEG Meeting, Sept. 11-15, Las Vegas, 135-137.
- Zohdy, A., Anderson, L. A., and Muffler, L. J. P., 1973, Resistivity, self-potential, and induced-polarization surveys of a vapor-dominated geothermal system: Geophysics, 38, 1130.