

Asistencia Especializada a Otras Dependencias, Caso de Estudio

Balcázar M., López Martínez A., Flores Ruiz J. H., Peña García P., Huerta M.
ININ, AP 18-1027, México D.F. 11801, México.
miguel.balcazar@inin.gob.mx

Resumen

Se comparten experiencias y sugerencias para llevar la investigación básica a un desarrollo tecnológico y finalmente a una asistencia especializada a la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad. Este caso de estudio está relacionado con la Aplicación de la Física de Radiaciones en la Prospección y Explotación de Recursos Valiosos, que da respuesta a una de las líneas de desarrollo planteadas en el Plan Estratégico ININ 2008-2012.

Introducción

La reducción de los recursos petroleros y el caos de la economía mundial han redituado en un debilitamiento de la economía nacional, que requiere de acciones en todos los niveles de gobierno, Instituciones de Investigación y Universidades. Hasta hace algunos años la economía nacional se basaba en administrar la riqueza del país; ahora las políticas económicas deben incluir la generación de riqueza en el país.

Nuestro Instituto no es ajeno a este problema económico nacional, cuyas causas no son motivo de análisis en este artículo. El propósito de este artículo es coadyuvar de una forma modesta a proposiciones de generación de riqueza utilizando la investigación en ciencias nucleares desarrollada en nuestro Instituto para, identificando áreas de oportunidad, realizar en corto tiempo el desarrollo tecnológico requerido y proporcionar una asistencia

técnica especializada; en este caso de estudio al sector energético.

Hace algunos años, los firmantes de este artículo nos dimos a la tarea de orientar, integrar y conducir la capacidad del grupo a la aplicación de la Física de Radiaciones en la Prospección y Explotación de Recursos Valiosos.

Metodología

Esta orientación e integración consideró dos ejes clave de estudio: la experiencia del grupo en la medición de la radiación natural y el reconocer que las multidisciplinas del grupo (Geofísico, Químico, Geólogo y Físico) se convierten en una ventaja, si ésta multidisciplina se utiliza en el análisis de la Aplicación de la Radiación Ambiental. (Balcázar et al, 2006)

La Figura 1 muestra un esquema básico para la definición de proyectos a corto y largo plazo.

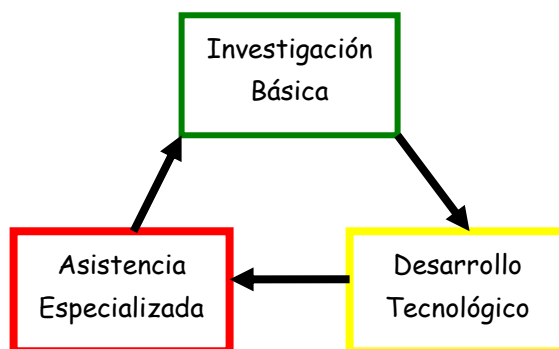


Figura 1. Triángulo de tiempos para definición de proyectos

El triángulo de la Fig. 1 muestra un proceso iterativo en la definición de los retos para aprovechar la capacidad instalada, identificar faltantes con el objetivo de transitar rápidamente de la investigación básica al desarrollo tecnológico y finalmente a la asistencia especializada de la radiación ambiental en la prospección de recursos valiosos.

El mapa mostrado en la Fig. 1 implicó varias acciones: Disminuir actividades en temas de investigación que aunque producían aún publicaciones, el tema mostraba ya un agotamiento; modificación en las técnicas de detección que proporcionaban buenos resultados, pero mostraban desventajas claras con respecto a los avances electrónicos e informáticos; integrar estudiantes y establecer alianzas con investigadores que permitiera subsanar deficiencias en la multidisciplinariedad de los retos propuestos.

Cada una de las flechas del triángulo del tiempo de la Fig.1 debe mantenerse lo más corto posible para no perder vigencia. Se tiene trazado hacia donde se quiere transitar, sin embargo el realizarlo depende tanto de aprovechar las oportunidades que se presentan, como de buscarlas.

Por ejemplo la aplicación a recursos valiosos en minería se dio por solicitud del gobierno de Jamaica, que estableció como reto, y se realizó exitosamente, la localización de yacimientos de Bauxita (uno de los principales productos económicos interno de Jamaica), mediante la relativa alta concentración de la cadena Uranio-Radio-Radón. En el caso de exploración petrolera, no se ha podido, después de múltiples intentos, incursionar en PEMEX para determinar historias térmicas geológicas, que permiten contribuir al modelado de la exploración petrolera. El caso que nos ocupa en este artículo, está relacionado con la exploración y explotación geotérmica.

Exploración Geotérmica para CFE

De entre las energías alternativas, geotermia es de las más avanzadas y explotadas en el país; México ocupa el 3^{er} lugar en producción mundial, atrás de los Estados Unidos de Norte América y Filipinas; su producción es cercana a los 1000 MWatts. Es una tecnología ampliamente dominada y conocida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se ha estimado que el potencial en México se puede duplicar, ya que se tienen identificados los posibles campos geotérmicos de alta temperatura, todos localizados en las zonas de gran actividad sísmica y volcánica.

Recientemente está en desarrollo la tecnología para explotar campos geotérmicos a mayor profundidad (> 4 km), que ya no limitan la explotación geotérmica a regiones sísmicas y volcánicas; esta nueva tecnología se denomina EGS, por sus siglas en inglés (Enhance Geothermal Systems). La extracción de energía de los EGS requiere inyectar agua a gran profundidad para poder extraer el calor almacenado en rocas profundas.

Adicionalmente, aún no se ha dado en México la explotación de campos geotérmicos de baja temperatura, que son útiles para proveer de energía, dirigida al desarrollo de centros comunitarios para la desecación de frutas, desarrollo avícola, producción de frutos y hortalizas en invernaderos, entre otros.

Las recientes declaraciones de la Secretaría de Energía de que el país explote alternativas energéticas, presentó la oportunidad de retomar el "Know how", desarrollado y aplicado por ININ en colaboración con la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG) de la CFE, a principios de los años 90 a diversos campos geotérmicos para determinar actividad geotérmica en los sitios de interés.

Oferta de la asistencia especializada

El éxito de la oferta a la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos para aplicar la Física de Radiaciones a la Prospección y Explotación de Recursos Valiosos, implicaban varias acciones:

- Promoción técnica al más alto nivel
- Claridad del producto ofrecido.
- Sustento técnico de la propuesta.
- Antecedentes exitosas de propuestas similares.

Estas acciones culminaron y fueron cubiertas exitosamente en el Congreso Anual 2008 de la Asociación Geotérmica Mexicana; 14 de noviembre, en Morelia, Michoacán; ya que el Congreso reúne tanto a directivos de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos como a expertos en el tema. La oferta se dio con la presentación del trabajo “Sistema de Información Geográfica, plataforma de análisis de técnicas nucleares en el campo geotérmico de Los Azufres” (M. Balcázar, et al 2008), la parte medular de este trabajo fue la tesis de Licenciatura de Marciano Huerta, firmante de este artículo (Huerta, 2009).

En la Figura 2 se muestra un diagrama de bloques del Sistema de Información Geográfica (SIG), en el cual en un bloque se introducen datos propios del campo geotérmico, como curvas de nivel, ortofotos, datos geofísicos medidos (sismicidad, gravimetría magnetismo y Radón); y en otro bloque se introducen datos regionales como hidrología, geología, litología, etc., muchos de ellos disponibles de diversas fuentes como el Instituto Nacional de Geografía e Informática.

La presentación resaltó la excelente asociación entre la concentración de Radón superficial y la actividad geotermal del campo geotérmico de Los Azufres. Como se observa en la Figura 3, La zona sur de

mayor producción y actividad geotermal, tiene una permeación 4 veces mayor que la Norte y 24 veces mayor que Noroeste, existiendo diferencias significativas entre las tres zonas, que se ven reflejadas tanto en la actividad geotermal como en la producción energética del campo (Balcázar et al, 2008).

La permeación se define aquí como aquellos sitios donde la gran actividad termodinámica del campo, asociada a la fuente de calor, generan geogases que transportan a la superficie el trazador radiactivo natural Radón fácilmente detectable.

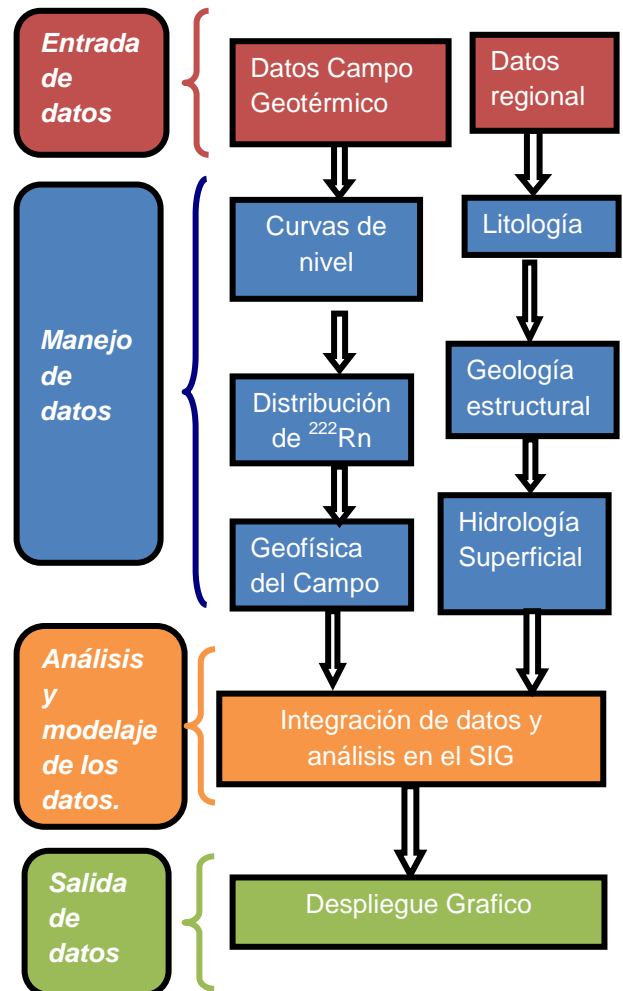


Figura 2. Diagrama de bloques del Sistema de Información Geográfica (SIG).

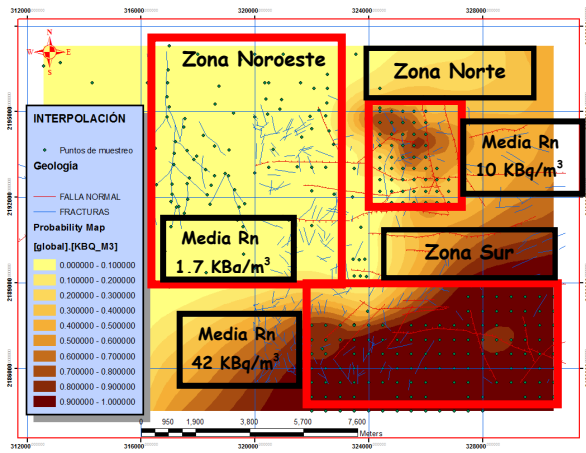


Figura 3. Actividad geotermal del Campo geotérmico de Los Azufres, correlacionada con la concentración de Rn.

Integración de términos de referencia

Como se indica en la Figura 4, para la integración de los términos de referencia fue determinante trabajar en equipo en varios niveles e involucrar y mantener informado en todo momento, a la Gerencia de Ciencias Ambientales (GCAM), el Departamento de Estudios del Ambiente (DEAM) y la Gerencia de Comercialización.

En la Gerencia de Comercialización se estructuraron adecuadamente los términos de referencia "Estudio de potencial oculto mediante el muestreo y análisis de Radón del sector noroeste del campo geotérmico Las Tres Vírgenes B.C.S.", para que, en el marco de la Ley de Obras Públicas y Servicios, CFE pudiera hacer el procedimiento de contratación por Adjudicación Directa de Servicio al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

La elaboración de los términos de referencia requirió integrar cuatro personas más al equipo de trabajo; el cual se logró con el apoyo de la GCAM y el DEAM.



Figura 4. Integración de los términos de referencia.

Dos aspectos importantes en la elaboración de los términos de referencia son que tanto la selección del sitio como el producto entregable, que deben responder a las expectativas del cliente. Fue entonces, determinante la iteración técnica con el Departamento de Ingeniería de Yacimientos de la GPG de la CFE.



Figura 5. Identificación del producto entregable y valor agregado.

Más allá de una política de “satisfacción del cliente”, se planteó como objetivo que los resultados del reporte final fueran de utilidad satisfactoria para la GPG; para ello dentro de los términos de referencia se solicitó acceso a la mayor información técnica disponible del Campo Geotérmico y se programaron discusiones parciales del reporte final para solución de las posibles dudas u observaciones que surgieran por parte del cliente. La Figura 5 muestra en rojo el producto entregable por ININ y en azul, correlaciones del producto con otras características geofísicas determinadas con anterioridad para el campo geotérmico en cuestión.

Resultados

Se logró determinar un área de mayor permeación geotérmica al NorOeste de los edificios volcánicos que dan origen al campo Geotérmico de Tres Vírgenes BCS., comparable a la permeación determinada en la zona productora del campo situada al SurEste de los edificios volcánicos. Los resultados en detalle son propiedad de CFE.

Los fundamentos de la geofísica (gravimetría, telúrica, magnetometría y resistividad) pertenecen a una disciplina del conocimiento cuya introducción queda fuera del alcance del presente trabajo.

Para el caso de la resistividad en un campo geotérmico se propone el modelo de la Figura 6, para explicar cómo la correlación entre las determinaciones de resistividad y las de Radón contribuyen a determinar los sitios de actividad geotérmica en el subsuelo: Una roca no fracturada no permitirá el ascenso de fluidos geotérmicos y por consiguiente la resistividad será alta y al no haber transporte de Radón por los geogases la concentración de Radón será la del fondo natural del suelo; ahora, es posible que se tengan dos sitios con roca fracturada y ambos presenten resistividades bajas, en

ambos se tienen sales producto de fluidos geotérmicos llevadas a la superficie por los geogases, sin embargo solo las concentraciones superficiales de Radón pueden discernir si las fracturas están abiertas o selladas.

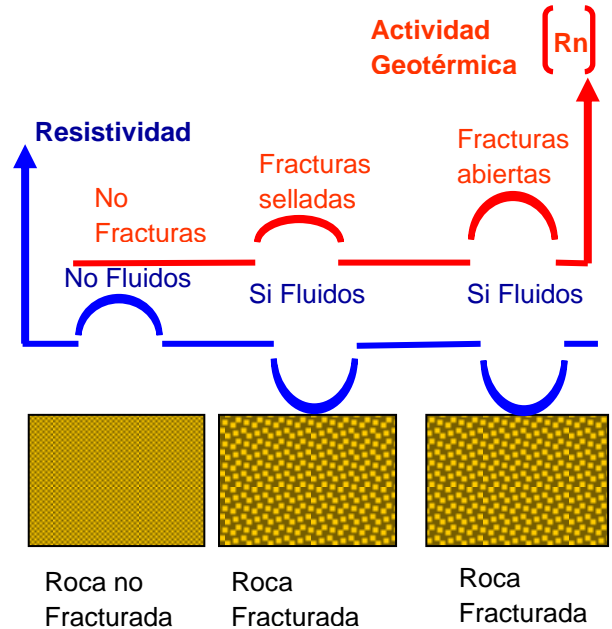


Figura 6. Modelo de correlación entre la resistividad y concentración de Radón en un campo geotérmico.

El Radón es un excelente trazador natural en campos geotérmicos:

- Por ser un gas noble no forma compuestos con sustancias presentes en subsuelo, su detección no requiere correcciones por presencia de otras sustancias químicas.
- Por ser un emisor alfa es fácilmente detectable electrónicamente en campo, con alta eficiencia.
- La distribución de concentraciones superficiales de Rn, refleja áreas de actividad geotérmica y fracturamiento ya que es transportado a la superficie por los geogases, producto de esta actividad y al través de las fracturas abiertas.

- Indica actividad geotérmica y fracturas recientes, ya que su vida media es de 3.82 días, así que en 20 días el Rn generado en subsuelo corresponde a nueva generación de Rn.

Modelos similares al mostrado en la Fig. 6 pueden establecerse para la correlación de Radón con gravimetría, magnética y telúrica. Estas correlaciones fueron establecidas en el SIG, corroborándose no solo la actividad de las fallas activas previamente determinadas por CFE, sino también la orientación de las mismas en el campo. Esta actividad en las fallas se observa tanto al NorOeste (zona objetivo) como al Sureste (zona de producción) de los edificios volcánicos. Se corrobora la actividad del área de mayor permeabilidad determinada por la distribución probabilística de Radón. La intersección de estas capas geofísicas, se despliega la plataforma SIG que permite generar mapas georeferenciados en cualquier momento.

Actualmente el campo Geotérmico tiene una capacidad instalada de 10 MWatts, con una producción de 4 MWatts. Los resultados presentados abre la posibilidad a la GPG de incrementar esta producción.

Conclusiones

El motor de la generación de riqueza es un Estado Mexicano con una mayor independencia tecnológica, que puede ser lograda dotando de apoyo y responsabilidades coordinadas por el Estado, a las ya existentes Universidades e Institutos de Investigación.

Este artículo de divulgación de la Asistencia Especializada del ININ a CFE fortalece cristalizar lo que ya está escrito tanto en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y mencionado también en el Plan Estratégico del ININ 2008-2012 en su estrategia 15.16 "...en lo que concierne al ININ consiste en la

realización de acciones para el fortalecimiento de los Institutos de Investigación del sector energético y el aprovechamiento de sus actividades para incrementar la eficiencia energética del país". De las energías alternativas geotermia es la de mayor potencial y dominio en México; este potencial se incrementa con las nuevas tecnologías Enhance Geothermal Systems, por sus siglas en inglés.

Agradecimientos

Para el logro de esta Asistencia Especializada fue determinante, y se agradece, el contar con el entusiasmo y profesionalismo de nuestros compañeros, Oliver Gutiérrez, Sergio Arredondo, Francisco Cruz, Miguel Mejía, y Jesús Vega guía y vecino de la población de Buenfil, BCS.

Referencias

Balcázar M., López A., Flores J. H., Huerta M., Madrigal D., 2008, Sistema de Información Geográfica, plataforma de análisis de técnicas nucleares en el campo geotérmico de Los Azufres, Mich.; XVI Congreso Anual 2008 de la Asociación Geotérmica Mexicana; 14 de noviembre, Morelia, Michoacán. Memorias en CD, 1-14.

Balcázar M., Peña P., López A., Flores J. H., 2006, Radón, trazador natural de interés geofísico y ambiental, Contacto Nuclear, N 43, 32-36

Balcázar M., 1997, Radon and geothermal energy production, Radon Measurements by Etched Track Detectors, Pp 345-361. World Scientific.

Huerta N. M., 2009, Análisis de Trazador Natural en el Campo Geotérmico los Azufres mediante un sistema Geográfico de Información, Tesis de Licenciatura en Geografía, UAEM, dirección, Miguel Balcázar.

Memorias XI Congreso Técnico Científico ININ-SUTIN

Centro Nuclear Dr. Nabor Carrillo Flores, Salazar, Diciembre 2009