

AGUAS MINERALES DE LA SIERRA DEL ROSARIO, PINAR DEL RIO, CUBA.

Autores: Ing. Roberto Peláez García ⁽¹⁻³⁾,
Ing. Nelson A. González Cabrera ⁽²⁻³⁾,
Ing. Eliecer Sobrino ⁽¹⁾

Institutos: ⁽¹⁾ **Empresa Geominera Pinar del Río**
⁽²⁾ **Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA-CITMA)**
⁽³⁾ **Departamento de Geología Universidad de Pinar del Río**

E-mail: nelson@ecovida.pinar.cu
rpelaez@geo.upr.edu.cu

RESUMEN

Las aguas minerales constituyen una fuente para el mejoramiento de la calidad de vida, la cura de dolencias y enfermedades de las personas. Con el propósito de ampliar los conocimientos de estas aguas en la Sierra del Rosario, los autores han realizado trabajos de Investigación y prospección durante muchos años donde fueron inventariados 42 puntos prospectivos, de ellos, 2 fueron elevados al rango de yacimientos, 9 manifestaciones en estudio y el resto están pendientes de evaluación. Muchos tipos de aguas minerales pueden ser asimiladas para el beneficio de las comunidades de la montaña. En el trabajo se describen algunas de las manifestaciones inventariadas en la Sierra del Rosario y sus relaciones con los Acuíferos Polier y Artemisa, tipos y calidades físico-químicas de las aguas minerales, componentes bioactivos y caudales de los puntos de agua (manantiales y pozos) entre otros aspectos.

Estos recursos hidrominerales deben ser debidamente explotados sobre bases científico-técnicas bien fundamentadas y en completa armonía con el medio ambiente y su sostenibilidad. Esta región tiene además, Áreas Protegidas y una parte de la sierra que constituye una Reserva de la Biosfera.

Palabras Clave: Sierra del Rosario, yacimientos, manifestaciones, aguas minerales.

ABSTRACT

The mineral waters constitute a source for improving quality life and are used as a treatment for people diseases and illnesses. With the purpose to extend the knowledge about this type of water in the Rosario Mountains, the authors have made researches and prospecting works during several years where were invented 42 perspective points, two of them were classified as deposits, nine as manifestations which are in study process and the rest are waiting for their evaluation. Some types of mineral water can be employed for the benefit of mountain communities. In this paper there are described some of the invented manifestations in the Rosario Mountains and their relations with Polier and Artemisa aquifers, types and physico-chemical qualities of mineral waters, bioactive components and volume of water points (springs and wells) and some other aspects. These hydromineral resources should be perfectly exploited based on scientific-technical notions well explained and in complete harmony with the environment and its sustainability. This region has also Protected Areas and a part of the mountains are a Biosphere Reservation.

Key words: Rosario Mountains, mineral waters, deposits, manifestations.

INTRODUCCION

El trabajo está enmarcado dentro de un proyecto para la Sierra del Rosario en colaboración con el Gobierno Vasco que tiene como objetivo vincular los recursos hídricos con el desarrollo socio-comunitario de la montaña y fue presentado para su análisis en el Taller sobre la Sierra del Rosario en la Universidad de Pinar del Río el 21 de abril de 2003.

Dentro del amplio espectro de temas vinculados con la sierra intentamos con una óptica futurista a corto plazo, desarrollar el uso de las aguas minerales para beneficio de las comunidades en la montaña partiendo del criterio que este es un recurso natural con amplio cubrimiento del

territorio y que su aprovechamiento puede redundar en el aumento de la calidad de vida de los pobladores al curar o aliviar las enfermedades que estos presentan.

Durante los trabajos de búsqueda de minerales sólidos auspiciado por el desaparecido CAME se hizo un inventario de puntos de agua y muestreo físico-químico donde fueron mapeados aproximadamente 42 puntos con aguas minerales en esta región, muchas de estas manifestaciones fueron estudiadas hasta el estadio de prospección con los trabajos acompañantes necesarios y algunas como San Diego de los Baños y Bermejales fueron estudiadas hasta el rango de yacimientos, parte de estos puntos, manifestaciones y yacimientos aparecen en el mapa adjunto.

En el área de la sierra existen aguas minerales de diferentes tipos y aplicaciones que con pocas inversiones pueden crearse pequeños balnearios rústicos cuyo desarrollo estamos planteando desde los inicios de la década del noventa y que por distintas razones no hemos podido crear una pequeña red que sirva a las personas en las cercanías de los asentamientos poblacionales sin recorrer grandes distancias para recibir este servicio de salud.

Los balnearios rústicos pueden estar bajo la dirección de los médicos de la familia que tienen visión amplia por las características de su formación dado, el caso de que no estén preparados en esta temática, es necesario hacerlo en el Balneario de Referencia Nacional de San Diego de los Baños. Relacionados con las fuentes existen fangos medicinales que pueden complementar los tratamientos por su conocida y probada efectividad, además se pueden crear junto a estos balnearios los herbarios con plantas medicinales para complementar los tratamientos con la llamada medicina verde.

GENERALIDADES DE LA REGIÓN SIERRA DEL ROSARIO

Ubicación Geográfica

La Sierra del Rosario constituye la porción más oriental de la Cordillera de Guaniguanico, ocupando gran parte del noreste de Pinar del Río y una pequeña área de la Provincia de La Habana (Fig. 1), tiene un área de 1235 km² con un relieve montañoso muy desmembrado. Las

alturas máximas alcanzan hasta 720 m, por lo general las alturas calcáreas están redondeadas y con poca vegetación.

Economía y vías de comunicación

La economía de la región es fundamentalmente agrícola, en los últimos años alcanzó un desarrollo acelerado. En esta sierra se cultiva café, cacao y frutos menores, extensas áreas están ocupadas por bosques de coníferas, existe en esta parte una reserva de la Biosfera así como varios centros turísticos de importancia para la provincia, todo esto constituye un considerable aporte económico de la montaña a la economía de la provincia.

La vía de comunicación principal es la carretera de montaña asfaltada que enlaza el área con el poblado de la Palma y Cayajabos. Por el sur pasa la autopista nacional que la enlaza con la capital provincial. El acceso hacia el resto del territorio es difícil por la presencia de los “Mogotes” calcáreos y las alturas pizarrosas con pequeños caminos de tierra y trillos que en la época de lluvias son prácticamente intransitables.

Relieve y vegetación

El relieve de la región está muy desmembrado, su rasgo geomorfológico fundamental se caracteriza por la presencia de diferentes tipos morfológicos de elevaciones de cimas más o menos aplanadas y colinas, formando cadenas de montañas casi paralelas con grandes depresiones longitudinales y valles fluviales transversales.

Por otra parte el relieve es cársico constituido por los “Mogotes” de calizas grises en forma de cúpulas con paredes casi verticales y numerosos valles intramontanos, es notable la presencia de fenómenos cársicos como cavernas, cavidades al pie de los mogotes, embudos cársicos, arroyos, ríos subterráneos y otros.

La vegetación está en relación directa con el tipo de suelo y relieve, en las colinas pizarrosas de la Formación San Cayetano (la más antigua de Cuba) abundan los pinos y los encinos, en los

mogotes crecen árboles y palmeras típicas del carso cónico, en los valles fundamentalmente arbustos, palmas, café, cacao y frutales.

Hidrografía

La red hidrográfica es dendrítica y paralela, presenta gran cantidad de ríos, arroyos y cañadas, que van a parar a los ríos principales. Los ríos que fluyen por la sierra lo hacen de norte a sur en su flanco meridional y al inverso en el flanco septentrional, destacándose los Ríos San Juan, Bayate, San Cristóbal, San Claudio y San Francisco. El parteaguas regional divide La sierra en 2 vertientes: norte y sur. La vertiente sur tiene la mayor cantidad de ríos que se dirigen hacia la llanura y son más caudalosos, mientras que la norte tiene menos corrientes superficiales y pobres en caudal. En la parte central los Ríos Santa Cruz, Taco-Taco, San Cristóbal están encañonados, este último recorre un tramo subterráneamente.

Como característica interesante en la sierra existen pequeñas cuencas superficiales cerradas donde todo el volumen de agua de lluvia que cae se infiltra para alimentar los acuíferos profundos. Existen, además, pequeños arroyos intermitentes y cañadas que funcionan sólo en el período de lluvias.

Clima

El clima del área es tropical de montaña donde existen 2 períodos bien diferenciados uno lluvioso que va de mayo a octubre con el 80 % de las precipitaciones y uno seco de noviembre a abril. Las precipitación media anual es de 1800-3000 mm, la media para el período de lluvias es de 1400-1600 mm mientras que la media del período seco es de 400-600 mm. El escurrimiento superficial es de 600-1000 mm y la evapotranspiración media anual 1400-1600 mm. El escurrimiento subterráneo dispone de una lámina de 100-400 mm.

Para los meses de invierno la temperatura oscila entre 20°C - 22°C, mientras que en los meses de verano puede alcanzar hasta 36° C. La temperatura media anual es de 26°C - 28°C.

La humedad relativa media anual se encuentra entre 65 y 80 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

Marco Geológico

La Sierra del Rosario se incluye dentro de las regiones geológicamente más interesantes de Cuba, por la gran variedad de problemas tectónicos, estratigráficos y magmáticos, constituyendo un punto clave en el desciframiento de la geología de Cuba y áreas adyacentes. Está ubicada en la porción más oriental del Cinturón Plegado y Cabalgado Guaniguanico, extendiéndose por datos de geología superficial y perforaciones profundas, hasta la región de Martín Mesa provincia Habana.

Estratigrafía

El corte abarca diferentes ciclos sedimentarios, desde el Jurásico hasta su deformación en los depósitos del Eoceno conjuntamente con las ofiolitas y las secuencias vulcanógeno-sedimentarias.

En la región se desarrollan diferentes formaciones concordantes entre sí (Cobiella Reguera et al., 2000): Formación San Cayetano ($J_1 - J_{3\text{oxf}}$), constituida por areniscas, limolitas y lutitas; Formación Francisco ($J_3\text{oxf}$), representada por limolitas, lutitas y calizas; Formación El Sábalo ($J_3\text{oxf}$), compuesta por basaltos con intercalaciones de calizas; Formación Artemisa ($J_3\text{-}K_{1\text{be}}$), caracterizada por un corte carbonatado con intercalaciones de pedernales en su parte más alta; Formación Polier ($K_{1\text{be}} - K_{1\text{ap}}$), constituida por una alternancia de calizas y areniscas cuarzosas; Formación Santa Teresa ($K_{1\text{ap}} - K_{2\text{ce}}$), compuesta por silicitas con intercalaciones de lutitas y limolitas; Formación Carmita ($K_{1\text{ap}} - K_{2\text{ce}}$), caracterizada por la alternancia de calizas y pedernal negro.

El corte continúa con un predominio de las discordancias, representado por: la Formación Moreno ($K_{2\text{sa}} - K_{2\text{cm}}$), compuesta por lutitas, calizas subordinadas y areniscas polimícticas con

material clástico vulcanomíctico; Formación Cacarajícara ($K_{2cm} - K_{2m}$), constituida por brechas de material detrítico, fundamentalmente calizas de muchas tonalidades, calcarenitas y calcilitas; Formación Guajaibón ($K_{2cm} - K_{2m}$), representada por calizas de color gris claro y delimitada tectónicamente con las unidades con que contacta; Formación Ancón ($P_1^2 - P_2^1$), se caracteriza por presentar micritas y margas de colores claros, pudiendo aparecer como una zona de brechas con fragmentos calcáreos y silíceos; Formación Manacas ($P_1^3 - P_2^1$ parte baja), terrígena en su parte inferior y caótica en su parte superior; Formación Capdevila (P_2^1 parte alta), formada por areniscas, conglomerados polimícticos y margas, fundamentalmente. Sedimentos recientes rellenan el fondo de los valles intramontanos.

Tectónica

En la parte occidental de Cuba se desarrolla el borde pasivo Jurásico - Cretácico del continente norteamericano (Cinturón Plegado y Cabalgado), subdividido en dos grandes sectores o subzonas, Sierra de Los Órganos y Sierra del Rosario, donde se incluye la zona Esperanza (*Martínez D., 1999*).

La Sierra del Rosario constituye una de las áreas más extensas de afloramientos del margen continental norteamericano en Cuba. En su borde meridional la sierra está separada de la subzona Los Palacios por la Falla Pinar. En la región septentrional, las secuencias de Rosario están sobrecorridas por ofiolitas y cortes del arco volcánico cretácico extinto, sobre los que yacen los depósitos sinorogénicos. Este conjunto petrotectónico fue denominado como Zona estructurofacial Bahía Honda (*Pszczolkowski, 1982*).

Al igual que el resto de la Cordillera de Guaniguanico, la Sierra del Rosario posee una elevada complejidad tectónica, representada por numerosos nappes como elementos más característicos.

La Falla Bahía Honda es el límite norte aquí se determinaron estructuras que también indican movimientos transcurrentes en el plano, sincrónicos con Falla Pinar.

Magmatismo

Según el modelo evolutivo de *Martínez et al., (1991)* para explicar el magmatismo del área, las rocas intrusivas y efusivas están representados por distintas secuencias: A)- Formación vulcanógeno - sedimentaria El Sábalo, de edad Oxfordiano (Magmatismo Jurásico pre-Kimmerigiano); B)- Pequeños cuerpos subvolcánicos (sills) de diabasas y derrames de lavas basálticas, emplazados concordantemente entre los depósitos terrígeno-carbonatados de la Formación Artemisa (Magmatismo Cretácico Inferior - Neocomiano); C)- Restos de rocas del complejo ofiolítico y su cobertura, emplazadas a su paso hacia el norte durante la obducción (Magmatismo Cretácico Inferior Aptiano - Cretácico Superior pre-Campaniano).

AGUAS MINERALES

Marco Legal

Las aguas minerales son recursos naturales reconocidos en la Ley de Minas No. 76 de la República de Cuba e incluidos en el Grupo IV (aguas minerales y fangos medicinales).

Además los requisitos para la clasificación, evaluación, explotación y utilización se regulan en la Norma Cubana 93-01-218 de 1995 en este documento se define el concepto de agua mineral como: **"el agua mineral es el agua de origen natural cuyas características físicas, químicas, microbiológicas, con caudal determinado, estables durante el ciclo hidrológico, cumple los requisitos higiénicos sanitarios establecidos"**.

La Oficina Nacional de Recursos Minerales (**ONRM**) es la encargada de hacer cumplir la ley minera en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la ejecución de los trabajos de levantamiento geológico con búsqueda acompañante de minerales sólidos a escala 1:50 000 de la Sierra del Rosario fue un realizado un inventario de

puntos de agua donde fueron mapeadas 42 fuentes de aguas minerales (Fig. 2, 3 y 4) de diferentes composiciones y elementos bioactivos.

Posteriormente, de este número de manifestaciones fueron evaluadas 2 de ellas hasta nivel de yacimientos (San Diego y Bermejales) También fueron ejecutados trabajos de prospección en 9 de las manifestaciones de segundo orden y quedaron pendientes para trabajos futuros 29 manifestaciones del inventario (en los mapas de las Figs. 2 y 3 no se presentan todas porque sería difícil su lectura).

Con toda la información geólogo-hidrogeológica fue elaborado un Modelo Conceptual donde los depósitos carbonatados agrietados de las Formaciones Artemisa, Polier y Martín Mesa, constituyen los acuíferos profundos por donde las aguas minerales circulan aprovechando los planos de las fallas y las grandes grietas, hasta alumbrar en el fondo de los valles en forma de manantiales ascendentes o son interceptadas por pozos.

En la especialización hidroquímica de las aguas minerales detectadas en el territorio, se destacan las aguas del tipo bicarbonatado- sódicas que son las más comunes, un desarrollo, restringido presentan las sulfatadas sódicas y bicarbonatadas cálcicas. Entre los elementos bioactivos se encuentra el gas sulfhídrico, el ácido metasilícico, el hierro 2+, flúor y el gas radioactivo radón, el resto de los elementos aún no han sido estudiados.

Las temperaturas de las aguas minerales oscilan entre 30 y 46 °C, por lo que en la norma son consideradas como termales al superar los 4 °C sobre la media anual de la sierra.

A continuación haremos una breve descripción de los yacimientos y algunas manifestaciones de aguas minerales que tienen determinado grado de estudio, el resto continua clasificado como manifestaciones (consideradas así por estar georeferenciadas y con un análisis químico de agua) de aguas minerales simplemente y por ello no se incluyen en esta discusión:

El Yacimiento San Diego de los Baños fue investigado a finales de la década del ochenta, tiene 3 manantiales nombrados El Templado, El Tigre y La Gallina, con aguas del tipo sulfatado-

cálcicas sulfuradas, fluoradas, radónicas con una mineralización de unos 2 g/l. Estos manantiales son aprovechados como fuentes de un balneario que cuenta con personal médico y paramédico especializado donde se tratan numerosas enfermedades entre ellas las relacionadas con el sistema osteomioarticular, dermatológicas, etc. La evaluación incluyó entre otros aspectos los cálculos de los recursos de explotación valorados en 10 l/s, se incluye además el modelo hidrogeológico conceptual, zonas de protección sanitaria, etc. El yacimiento se relaciona estrechamente con la Falla Regional Pinar (de unos 200 km. de longitud aproximadamente).

El **Yacimiento Bermejales** distante unos 7 km. aguas arriba del balneario por el Río San Diego, tiene 4 manantiales ascendentes que se descargan en la margen izquierda del río. Como instalación tiene un balneario rústico donde los tratamientos de enfermedades son de carácter empírico desarrollados por los pobladores. Las aguas son del tipo sulfatado-cálcicas sulfuradas aunque en profundidad presenta aguas bicarbonatado-sódicas sulfuradas.(2) que amplían las posibilidades de uso.

Ambos yacimientos están relacionados con el Acuífero Artemisa, del Jurásico que pertenece al tipo agrietado- cársico.

La **Manifestación El Sitio** ubicada en la zona de la Palma tiene aguas bicarbonatadas sódicas con altos contenidos de H_2S y H_3SiO_4 con valores de 300 y 200 mg/l respectivamente, La temperatura es de 28°C. El caudal de surgencia del pozo es de 0.3 y el de bombeo 2 l/s. Se relaciona con las calizas grises fétidas de la Formación Artemisa, cubiertas por un impermeable compuesto por rocas del melange serpentínico. La zona ambientalmente hablando es muy limpia. Estas aguas son excelentes para el tratamiento de enfermedades del sistema osteomioarticular y dermatológicas de acuerdo con la literatura médica.

La **Manifestación Ranchomar** presenta un interés especial por cuanto se localiza en plena Sierra del Rosario no lejos de la comunidad de montaña Quiñones (3). Tiene aguas sulfuradas bicarbonatado-sódicas y fue descubierta mediante pozos de prospección perforadas hasta 300 m de profundidad además de una cartografía geólogo-hidrogeológica detallada.

Algunas manifestaciones pueden ser recomendadas para el embotellado de agua como la **Manifestación Mariel (5)** ubicada al occidente de la Habana relacionada con el Acuífero Martín Mesa que tiene un pozo con surgencia natural de 3 l/s (1). El acuífero fue captado a 209 m de profundidad. El agua es del tipo bicarbonatado-cálcica con mineralización de 0.7 g/l. El impermeable superior es lo suficientemente grueso como para defenderla de la posible contaminación antrópica.

Podríamos seguir describiendo cada una de las manifestaciones pero esto haría muy largo este trabajo. En fin la Sierra del Rosario es un territorio muy promisorio para desarrollar las investigaciones de las aguas minerales. Esperamos con el avance del proyecto, finalizar los estudios en las manifestaciones en estudio, aumentar el grado de estudio sobretodo lo relacionado con la búsqueda de nuevos elementos bioactivos además del monitoreo en muchas de ellas y finalmente desarrollar una red de balnearios rústicos debidamente fundamentados desde el punto de vista médico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El acuífero más importante de la Sierra del Rosario es el relacionado con las calizas grises de la Formación Artemisa de edad Jurásico-Cretácico.
- En la Sierra del Rosario fueron cartografiadas alrededor de 42 manifestaciones de aguas minerales de diferentes tipos y composición por trabajos de la Empresa Geominera de Pinar del Río.
- Como principio hay que tener en cuenta que muchas de las manifestaciones conocidas se relacionan con la Falla Pinar creando un cinturón paralelo a la misma.
- El resto de las manifestaciones se asocian a las fallas jóvenes transversales. Los planos de sobrecorrimiento de los nappes están por lo general impermeabilizados e impiden el movimiento de las aguas minerales a través de ellos.

- En general las aguas minerales en la sierra son del tipo bicarbonatado-sódicas fundamentalmente, de acuerdo a los resultados de un gran número de muestras analizadas.
- Los manantiales sub-aéreos localizados en cotas altas sobre las montañas son de aguas del fondo natural relacionadas con flujos locales. Las aguas minerales se localizan en el fondo de los valles intramontanos relacionadas con los flujos regionales (esto fue comprobado en una extensa área alrededor de la Manifestación Ranchomar y Mil Cumbres).
- Se recomienda crear una red de monitoreo para las manifestaciones de aguas minerales más importantes en estudio en cuanto a caudales y calidad.
- Para los yacimientos en explotación continuar con la búsqueda de elementos biológicamente activos y fortalecer los perímetros de protección sanitaria.
- Evaluar la posibilidad de construir balnearios rústicos en la montaña para acercar el recurso a las comunidades aprovechando la presencia de los consultorios y médicos de la familia.

BIBLIOGRAFIA

1. Martínez D., Peláez R. et. al. (1991): *Informe de los resultados del levantamiento geológico y prospección a escala 1: 50 000 Pinar - Habana.*
2. Peláez R., Olivares M. C., Núñez R. et. al., (1990): *Informe de la búsqueda detallada y exploración orientativa de las aguas minero-medicinales San Diego-Bermejales.*
3. Peláez R., Reyes R., et. al. (1991) : *Informe geólogo-hidrogeológico para la construcción de la fuente de aguas minerales de Ranchomar (Soroa) Pinar del Río.*
4. Peláez R., Reyes R. (1991): *Trabajos de propección hidrogeológica en la Manifestación El Sitio, Municipio La Palma.*
5. Peláez R. y Placeres R. (1990): *Trabajos de prospección el la manifestación El Mariel (La Habana) con fines de embotellado.*
6. Peláez R. (1990): *Trabajos de prospección en la Manifestación Pozo Azul, San Cristóbal, Pinar del Río.*

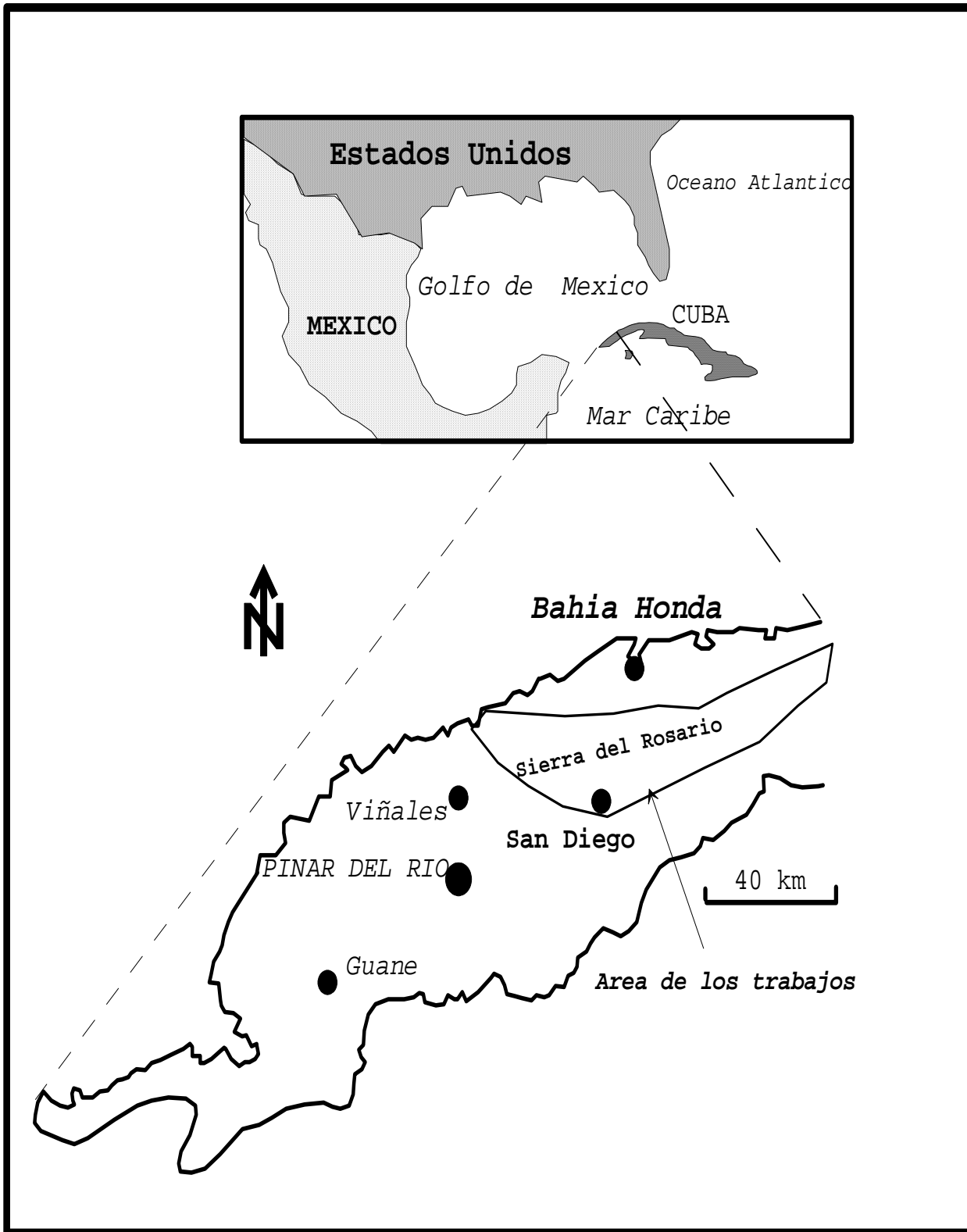


Fig. 1. Mapa de Ubicación Geográfica.

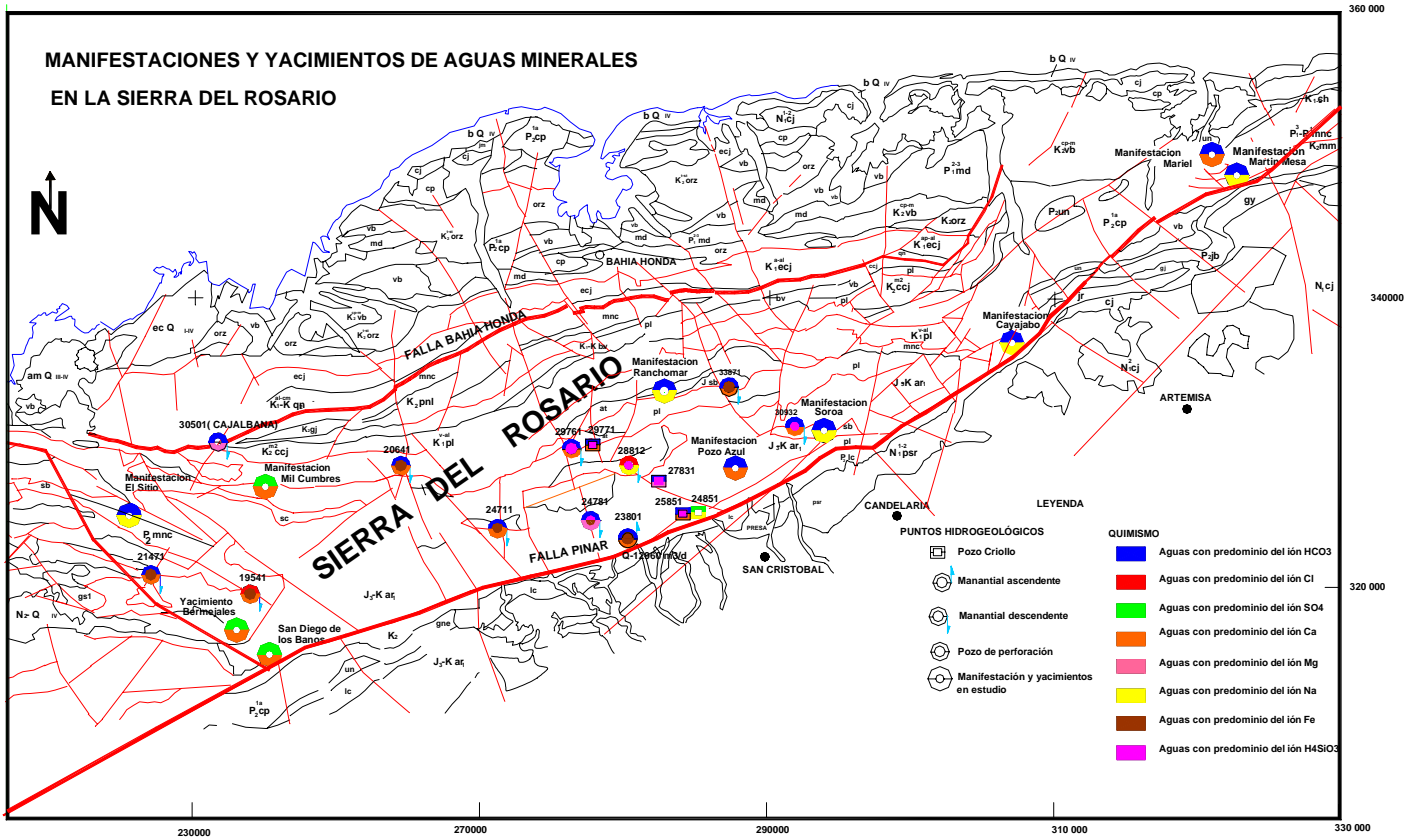


Fig. 2. Mapa de Manifestaciones y yacimientos de aguas minerales en la Sierra del Rosario.

MANIFESTACIONES Y YACIMIENTOS DE AGUAS MINERALES EN LA SIERRA DEL ROSARIO

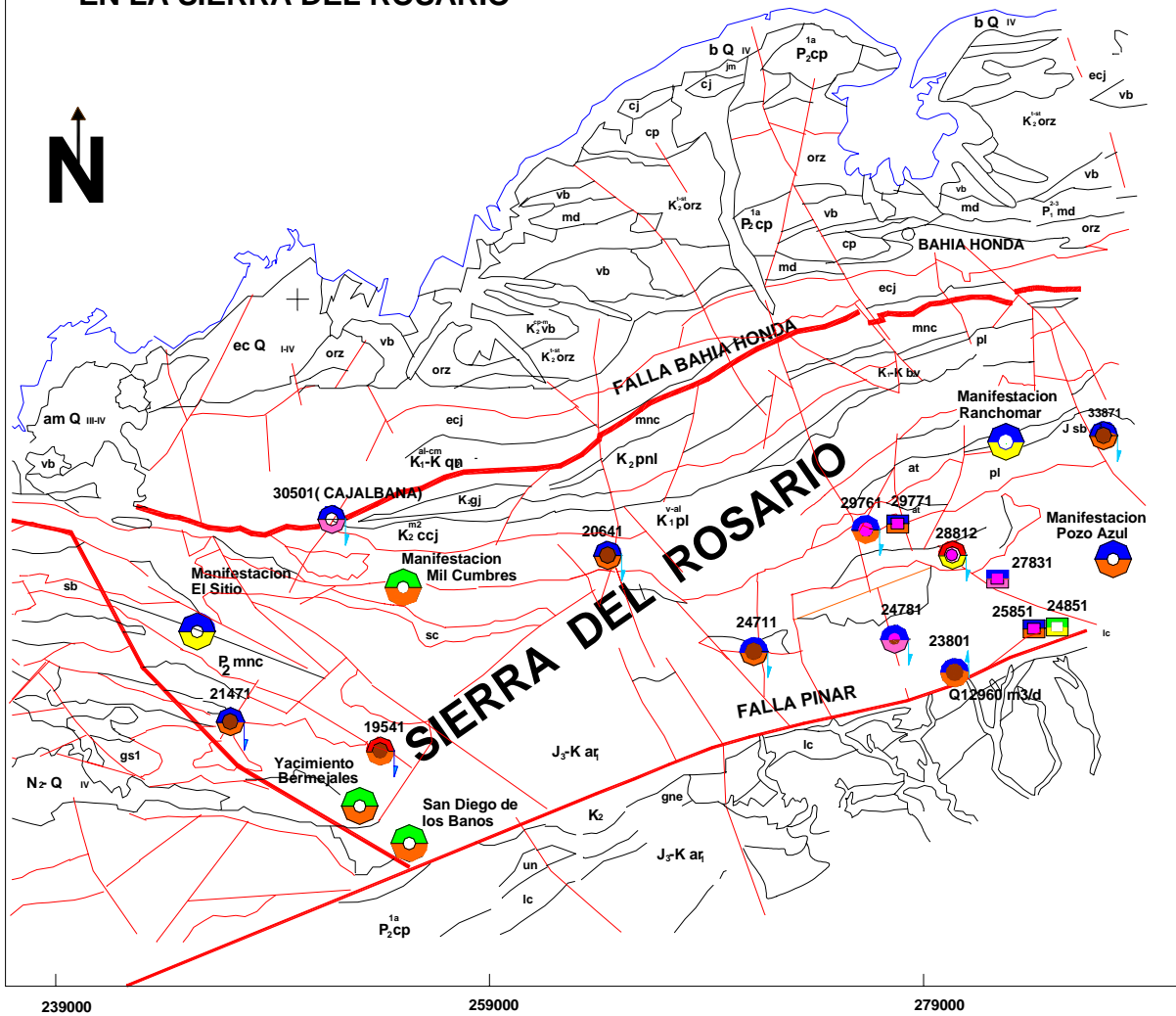


Fig. 3. Mapa de Manifestaciones y yacimientos de aguas minerales en la parte Occidental de la Sierra del Rosario.

MANIFESTACIONES Y YACIMIENTOS DE AGUAS MINERALES EN LA SIERRA DEL ROSARIO

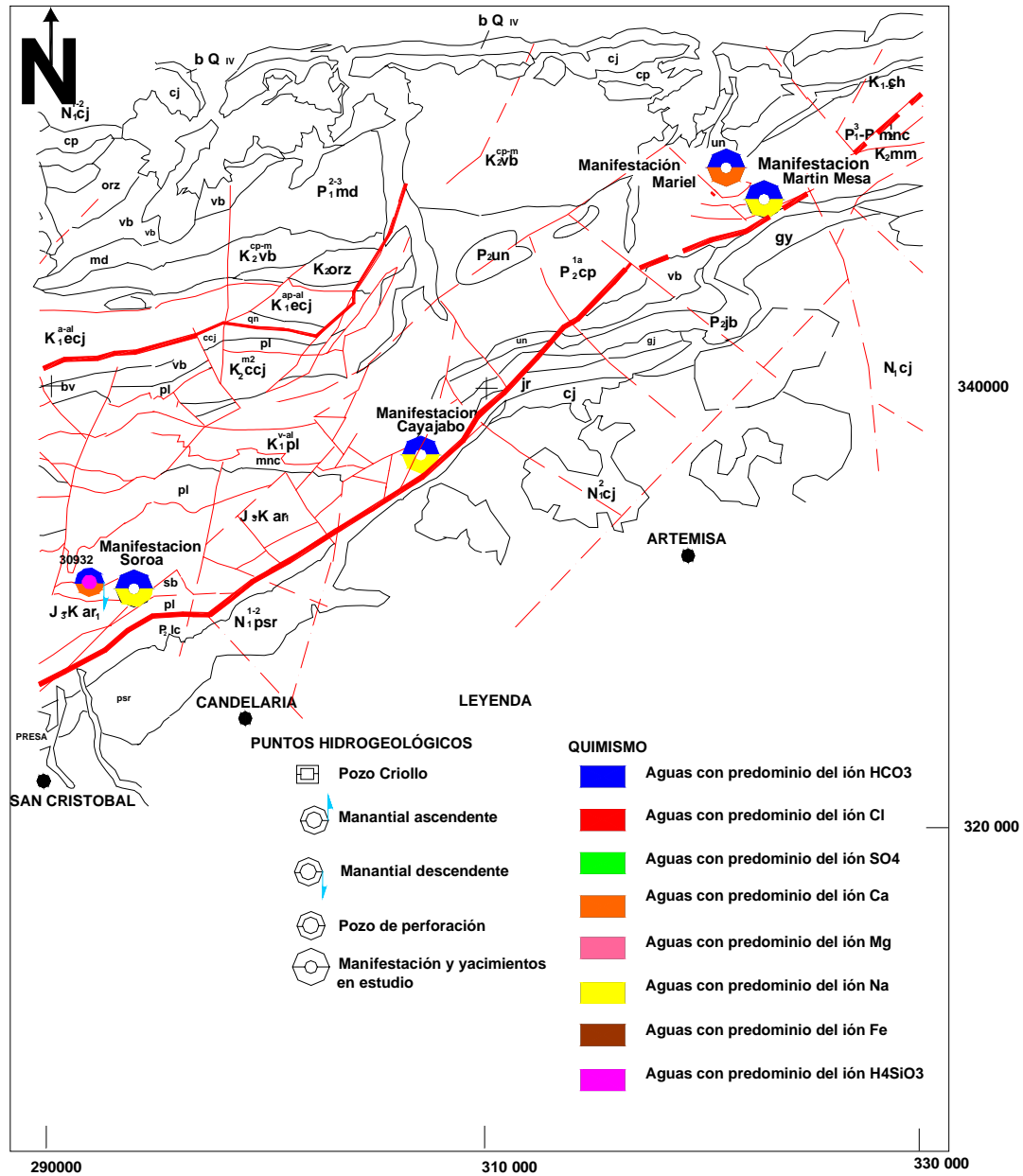


Fig. 4. Mapa de Manifestaciones y yacimientos de aguas minerales en la parte Oriental de la Sierra del Rosario.