

CAPÍTULO VI. CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES Y MINEROMEDICINALES.

Autores. MSc Maritza E Llerena Portilla, Dr. Juan Romero Sánchez,

CAPÍTULO VI. CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES Y MINEROMEDICINALES.

VI.1. Introducción.

Ya se ha expuesto en capítulos anteriores que en Cuba hay numerosas manifestaciones y yacimientos de aguas minerales, con interés diverso –en algunos casos sólo de tipo local-. El estudio y evaluación integral del potencial de aguas minerales (naturales y mineromedicinales) de Cuba comenzó verdaderamente en la etapa revolucionaria, en el año 1984 con la realización de un Programa Nacional de desarrollo de las aguas minerales confeccionado con la participación de investigadores de los Ministerios de la Industria Básica, Salud Pública y Turismo. A partir de ese momento las empresas de geología territoriales del MINBAS presentaron las propuestas de tareas técnicas para la prospección, búsqueda y exploración de las fuentes de aguas minerales del Territorio Nacional.

El inventario exhaustivo de las mismas ha sido realizado por Llerena, Romero, Moreno, Álvarez Nodarse, Reborido, Peláez y otros (1989 -2002) y –desde organismos públicos de investigación, universidades y empresas- numerosos autores han realizado trabajos de diversa índole sobre los más significativos, muchos de los cuales –que sería muy arduo el citar- han sido expuestos en diferentes eventos cubanos principalmente en las dos últimas décadas del siglo XX –ver el apartado inicial de presentación de esta obra-.

Sería muy prolijo –por nuestra parte- recoger en esta obra todas las manifestaciones de aguas minerales cubanas, pues además de no ser éste nuestro objetivo se da la circunstancia de que algunas de ellas son de escaso interés y otras incluso han desaparecido. Por tanto, sólo nos centraremos en las manifestaciones y yacimientos inventariados oficialmente y certificados por los organismos pertinentes, y que –a su vez- las hemos seleccionado por su éxito y amplio uso en balneoterapia bien por el número de usuarios que las han utilizado –y a los que les han quedado satisfechas sus necesidades de salud y/o de ocio-, o bien por sus características físico-químicas y caudales, pues todo ello –consideramos- tiene gran interés en las perspectivas de desarrollo del termalismo en Cuba durante las primeras décadas de este siglo XXI.

Además -en la actualidad- gran número de yacimientos cubanos de aguas minerales naturales y mineromedicinales están siendo objeto de una precisa y activa investigación científica, pero muchos de ellos se encuentran ubicados en áreas muy apartadas, con difícil acceso y desposeídos de instalaciones que permitan su explotación comercial –por lo que no brindamos información de los mismos en esta obra-.

En este capítulo se hacen algunas consideraciones sobre las aguas minerales naturales y se ofrece una descripción geográfica e histórica de los yacimientos cubanos de aguas mineromedicinales más investigados y avalados científicamente, y se exponen –siempre que ha sido posible- las principales características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas de las aguas, y se finaliza cada caso analizando sus indicaciones terapéuticas –propiedades mineromedicinales-, el estado de uso actual –desarrollo balneológico- y las perspectivas de futuro.

VI.2. AGUAS MINERALES NATURALES (DE MESA).

Para diferenciar y clasificar las aguas minerales naturales por su uso, se empleó como base:

- Los informes geólogo-hidrogeológicos realizados en los últimos 15 años en los yacimientos cubanos.
- La Norma del CODEX ALIMENTARIUS de la FAO.
- La Norma Cubana NC: 2:1996. Agua de bebida envasada. Especificaciones;

Hasta la fecha se han estudiado y caracterizado por el MINBAS unos 18 yacimientos de aguas minerales naturales, en los cuales sobre la base de la sistematización realizada y análisis de la información consultada, por los autores del proyecto ramal 005 del MINSAP, se constataron las siguientes consideraciones generales:

1. Existe un potencial muy importante de aguas minerales naturales en Cuba, las cuales pueden ser empleadas previo completamiento de sus investigaciones, para el abasto de la población cubana, el turismo nacional y como reserva estratégica en caso de guerra.

2. En la actualidad en el país hay dos fuentes con instalaciones modernas para el envase de aguas minerales naturales y su comercialización en el turismo y la red de comercio en moneda libremente convertible por una Empresa Mixta Los Portales S.A., las cuales son: Ciego Montero en Cienfuegos y Los Portales en Pinar del Río. El 5 de Diciembre de 1975, fue inaugurada la fábrica embotelladora de agua mineral natural Ciego Montero, en saludos a la celebración del primer congreso del partido y a finales de 1980 se inaugura la segunda fábrica embotelladora en los manantiales los portales, en Pinar de Río.

3. La presencia en el país de dos grandes grupos de las aguas minerales naturales de acuerdo a su tipo químico predominante que a saber son:

- ◆ Aguas Bicarbonatadas y;
- ◆ Aguas Cloruradas.

4. La presencia en los yacimientos de aguas minerales naturales asociadas al complejo ofiolítico de un elemento favorable para la salud humana: La sílice.

5. La ausencia de la determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos en las normativas vigentes.

6. La necesidad de realizar en algunos yacimientos del país, trabajos complementarios de perforación y reacondicionamiento de los pozos de explotación, monitoreo sistemático de la estabilidad de los parámetros físico-químico y microbiológicos.

7. Existen solamente un total de tres yacimientos de aguas minerales naturales con Concesión Minera de Explotación, el resto no tienen establecido las condiciones técnicas mineras de explotación, por lo que se hará necesario continuar los trabajos de investigación para su futura explotación.

8. Deficiencias en las determinaciones físico-químicas realizadas, reflejadas en los porcentos de errores que tienen los análisis, en muchos casos por encima del 10 %, valor no permisible para clasificar las fuentes de aguas minerales naturales.

Las particularidades de cada uno de estos yacimientos que permiten conocer sus características principales, sus propiedades benéficas, su estado actual y sus usos potenciales aparecen en la tabla 22, en la figura 37 y en la base de datos (**INFOTER**) diseñada como resultado del proyecto ramal 005 ejecutado por especialistas del centro nacional de termalismo del MINSAP en los años 2001 al 2003.

Tabla 22. Principales características de las aguas minerales naturales (de mesa) en Cuba (Álvarez y Moreno, 1996).

Nombre	Ubicación	Número de localización en la Figura 2	Mineralización total g/l	Caudal l/s	Clasificación química
La Cotorra	Isla de la Juventud	1	0,1-0,2	10	bicarbonatada cálcica
Los Portales	Pinar del Río	2	0,5-0,6	5	bicarbonatada cálcica
Aguas Claras	Pinar del Río	3	0,2-0,3	1	bicarbonatada sódica
El Copey	Madruga (Habana)	4	0,6-0,7	2	bicarbonatada cálcica magnesiana
La Cotorra	Guanabacoa (Ciudad Habana)	5	0,6-0,8	2	bicarbonatada magnesiana
San Agustín	Guanabacoa (Ciudad Habana)	6	0,6-0,7	1	bicarbonatada cálcica magnesiana
Santa María del Rosario	Cotorro (Ciudad Habana)	7	1,3-1,5	4	bicarbonatada clorurada sódica
El Vivero	San Miguel de los Baños (Matanzas)	8	0,6-0,8	3	bicarbonatada cálcica magnesiana
Jacan	San Miguel de los Baños (Matanzas)	9	0,1-0,2	1	bicarbonatada cálcica magnesiana
Amaro	Villa Clara	10	0,1-0,2	1	clorurada sódica
Lobaton	Villa Clara	11	0,4-0,6	4	bicarbonatada cálcica
Ciego Montero	Palmira (Cienfuegos)	12	1,3-1,5	1	bicarbonatada clorurada sódica
San José del	Mayajigua	13	0,5-0,7	3	bicarbonatada

Lago	(Sancti Spiritus)				cálcica
La Palma	Ciego de Ávila	14	1,4-1,5	3	bicarbonatada cálcica
Peña Azul	Camaguey	15	0,6-0,7	2	bicarbonatada magnesiana
Tínima	Camaguey	16	0,2-0,6	2,5	bicarbonatada clorurada magnesiana
Covarrubia	Puerto Padre (Las Tunas)	17	1,2-1,9	5	bicarbonatada clorurada sódica
Mayabe	Holguín	18	0,4-0,6	5	bicarbonatada clorurada
Monte Alto	Granma	19	0,9-2,0	2	bicarbonatada sódica cálcica
El Caney	Santiago de Cuba	20	0,7-0,8	3	bicarbonatada cálcica magnesiana
Sierra Canasta y Porto Santo	Guantánamo	no se localizaron	0,4-0,6		bicarbonatada cálcica

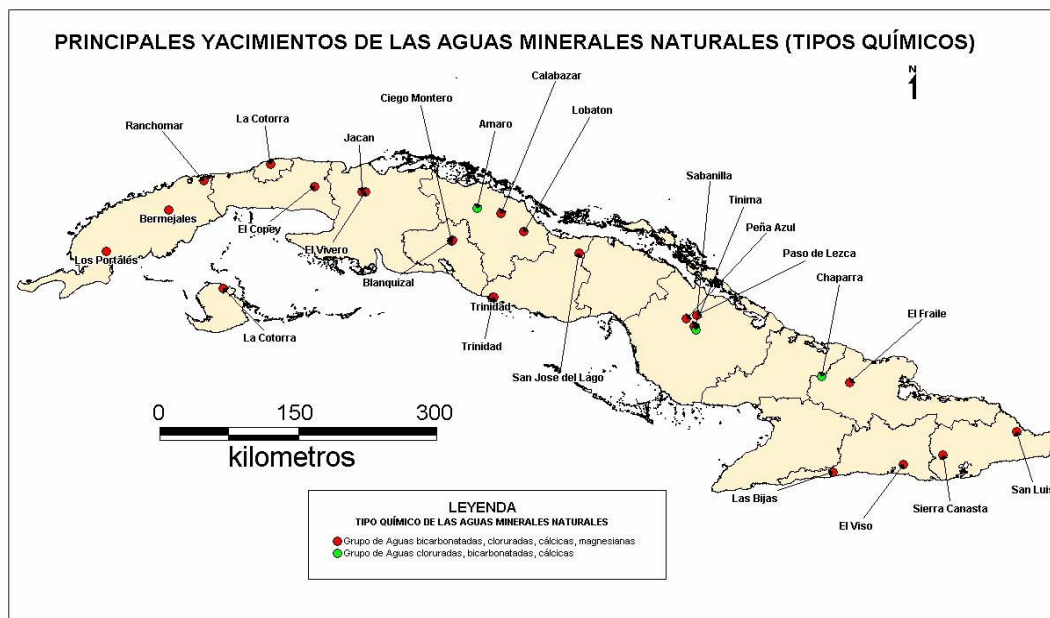


Figura 37 Principales yacimientos de aguas minerales naturales de Cuba
Fuente: Proyecto ramal 005 del MINSAP, 2001 -2003.

En la figura 37 aparecen los principales yacimientos de aguas minerales naturales y sus tipos químicos predominantes en el territorio nacional, para ser usados en la industria especializada, es decir, para ser envasadas como aguas minerales naturales de mesa,

previa realización donde corresponda, de los trabajos complementarios recomendados en la base de datos.

En esta figura se puede apreciar, que existen dos tipos químicos de aguas: las bicarbonatadas cloruradas cálcicas magnesianas, y las cloruradas bicarbonatadas cálcicas, todas con valores de mineralización inferiores a 1,0 g/l, a excepción del yacimiento Chaparra, en Las Tunas cuyo valor alcanza los 1,6 g/l.

Las aguas minerales naturales (de mesa), se encuentran aptas para ser envasadas y utilizadas, en el consumo humano, ejemplos de ello se muestran en las figuras 38 y 39, las mismas poseen una composición físico-química variada donde predominan las bicarbonatadas-cálcicas (véase la fig.39), con una mineralización que oscila entre 0,4-07g/l. Las fuentes de donde provienen cuentan con caudales apropiados para su explotación, ejemplo de ellos tenemos el manantial la Cotorra ubicado en la Isla de la Juventud, que se puede extraer más de 500 metros cúbicos de agua diariamente. Cuba dispone de unas 40 manifestaciones y yacimientos de este tipo de agua a través de todo el territorio, las mismas se encuentran en diferentes fases de estudios, donde se han ido adoptando las medidas de protección ambiental en cada unas de ellas.

En la actualidad se cuenta con 20 marcas registradas de agua mineral natural y gran parte de de ellas están en explotación, ejemplo de ellas tenemos, La Cotorra (Isla de la Juventud), Los Portales (Pinar del Río), Copey (Madruga), Ciego Montero (Cienfuegos), EL Fraile (Holguín), Mayabe (Villa Clara) entre otras (figuras 38, 39 y 40).



Figura 38 Envasadora de agua mineral natural Ciego Montero, Palmira, Cienfuegos.

En estos momentos, se lleva a cabo una intensa labor de explotación, búsqueda, investigación, protección y recuperación de las fuentes existentes. Se está embotellando en envases de vidrio 16 marcas de aguas minerales de mesa en el país, existiendo en el

mismo cerca de 30 acuíferos perforados con condiciones para que sus aguas sean embotelladas.



Figura39. Envasadora de agua mineral natural El Copey, Madruga, Habana.



Figura40. Yacimiento de agua mineral natural La Cotorra, La Fé, Isla de la Juventud.

El Ministerio de la Industria Alimenticia ha realizado estudios sobre como puede ser más racional y conveniente la distribución de las aguas minerales naturales, esta actividad es llevada a cada provincia, y es dirigida por los centros de comercialización minorista que allí se ubican.

VI.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE AGUAS MINEROMEDICINALES.

Tal como se ha mencionado con anterioridad, a continuación se ofrece la ubicación, caracterización geológica e hidrogeológica, físico-químicas, indicaciones terapéuticas y otros elementos de los yacimientos de aguas mineromedicinales reflejados en la tabla—véase el capítulo V “aplicación de las aguas minerodicinales en la balneología”.

En la figura 41 se ofrece un mapa con los principales itinerarios de los balnearios cubanos que existen en estos momentos en varias provincias de nuestro territorio.

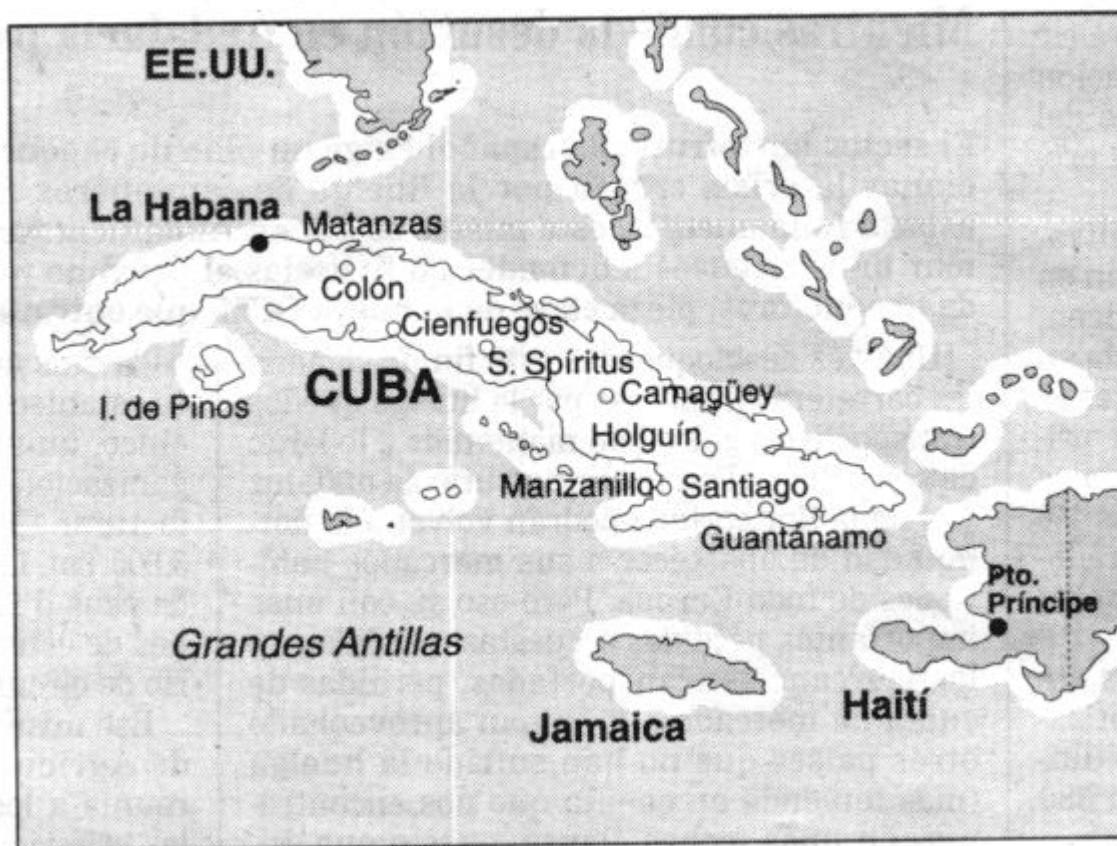


Figura 41 Mapa General de Cuba con itinerarios de los balnearios

Para la descripción de todos y cada uno de los yacimientos que se indican en la tabla 18 del capítulo V se consultaron 27 informes sobre búsqueda y exploración de aguas mineromedicinales de Cuba (véase bibliografía). Las principales características, sus propiedades terapéuticas, sus usos actuales, así como, las propuestas de un conjunto de programas de servicios y tratamientos, se exponen en la base de datos especializada **INFOTER** y en el acápite VI.3 de este capítulo. Esta base de datos puede ser consultada, pues fue el resultado fundamental del proyecto ramal de investigación 005 sobre los peloides y las aguas minerales de Cuba en los años 2001-2003.

Hasta la fecha se han estudiado y caracterizado por especialistas del MINBAS unos 18 yacimientos de aguas minerales naturales, en los cuales sobre la base de la sistematización realizada y análisis de la información consultada, por los autores del proyecto ramal 005 del MINSAP, se constataron las siguientes consideraciones generales:

1. Existe en Cuba un potencial de aguas mineromedicinales, que de acuerdo a la presencia de elementos mineralizantes especiales contenidos en ellas, son muy útiles para su aplicación en la Terapéutica Médica.
2. En la actualidad en el país hay un total 15 instalaciones balnearias, destacándose cuatro (4) de ellas las de mayor demanda y uso balneológico, las cuales son: San

Diego de los Baños (Pinar del Río), Elguea (Villa Clara), Ciego Montero (Cienfuegos) y San José del Lago (Sancti Spíritus).

3. La gran mayoría de los acuíferos productivos son confinados y su control geológico es tectónico.
4. El modelo geológico conceptual del Balneario de San Diego de los Baños expresa que, es un acuífero “en zona de falla” donde las aguas minerales que se infiltran por la Falla Pinar hasta las calizas de la Formación Artemisa (Miembros La Zarza y Sumidero) por las fracturas de menor orden y el sistema de agrietamiento forman una zona de interés en el territorio de estudio. Todos los manantiales del balneario y los que brotan directamente en el cauce del río San Diego de los Baños constituyen la zona de descarga natural. El caudal de descarga es de 10,6 l/s (916 m³/día) y la temperatura es de 46° C. La génesis de las aguas minerales, de acuerdo con el modelo presentado, es meteórica. Las aguas clasifican como Sulfatada – Bicarbonatada- Cálcica y sulfurada, con contenidos anómalos de sulfatos, sílice, flúor, estroncio, yodo, bromo y de radiactividad, de baja mineralización. Sus usos principales son en afecciones del aparato SOMA y dermatológicas. Vale destacar, las investigaciones que se han realizado por profesionales del Balneario y de otras instituciones competentes acerca del empleo de estas fuentes en la elaboración de productos cosmeceúticos favorables para la salud.
5. Las rocas calcáreas de la Formación Veloz, a las que se asocia el yacimiento de Aguas Mineromedicinales Elguea, están completamente agrietadas producto del intenso tectonismo, manifiesto por la presencia a intervalos de brechas, producido por el sistema de fallas secundario. La zona de fallas constituye, simultáneamente, el reservorio, la vía de circulación de las aguas mineromedicinales y la zona de descarga. La circulación de las aguas del yacimiento tiene lugar, principalmente, dentro de la zona acuífera de agrietamiento del J₃ · K₁, en un sistema cruzados de grietas, con potencia de hasta 250 m, que condiciona la ocurrencia de una elevada anisotropía hidráulica (se manifiestan tres ejes: el Norte, el Central y el Sur) y de complicados movimientos horizontales y verticales de las aguas. Genéticamente, las Aguas Mineromedicinales están relacionadas con la infiltración, recorrido, enriquecimiento y descarga, conformando una estructura del tipo abierta. Su tipo

químico es Clorurada-Sódica con valores de temperatura en el orden de los 49°C, sulfuradas, radiactivas y bromuradas, de alta mineralización y caudales superiores a los 15 l/seg. Sus usos principales son en afecciones respiratorias, dermatológicas y reumáticas.

6. El yacimiento de aguas mineromedicinales Ciego Montero se asocia a rocas tobáceas de la Formación Rosita, que están completamente agrietadas y fragmentadas producto de los movimientos tectónicos subhersinianos. La zona de falla constituye, simultáneamente, el reservorio y la vía de circulación, por encima de los 600 m, de las aguas mineromedicinales y la zona de descarga. El control geológico del yacimiento es Tectónico. Los manantiales alineados en la zona están controlados por la falla Baños, son ascendentes y de fisuras del tipo de fallas o dislocaciones. La circulación es de profundidad, mayor de 1000 m y tiene lugar, principalmente, dentro de la zona acuífera de agrietamiento principal. Genéticamente, las Aguas Mineromedicinales del yacimiento Ciego Montero, están relacionadas con la infiltración de aguas superficiales y de horizontes superiores, recorrido, enriquecimiento y descarga, conformando una estructura del tipo abierta, con una zona de descarga que varía desde abierta (manantiales alrededores del balneario) a semiabierta en el resto del acuífero principal que descarga directamente en la zona acuífera secundaria donde se mezclan las aguas de diferentes tipos. El tipo químico es Clorurada-Sódica de baja mineralización. La temperatura es de 33° C y con un caudal de 22 l/seg. Sus usos actuales son en afecciones dermatológicas y osteomioarticulares. Se detectaron la presencia de microalgas asociadas.
7. El yacimiento de Aguas Mineromedicinales san José del Lago se desarrolla en rocas agrietadas de la Formación Vega (P_1 - P_2^2). Olistrostromas del centro del país. Complejo potente de rocas muy diferentes: Brechas carbonatadas, calizas fragmentarias, brechas poligénicas, conglomerados brechosos, areniscas polimícticas, tufitas, aleurolitas, margas y calizas. En la zona del yacimiento está presente un intenso tectonismo. Este agrietamiento está asociado directamente a las Falla Calienes, San José y la Chucha. La potencia de esta zona puede alcanzar los 425 m. La zona tectonizada constituye, el reservorio de las aguas mineromedicinales y la zona de descarga. Genéticamente, las Aguas Mineromedicinales están

relacionadas con la infiltración de aguas superficiales y de horizontes superiores, recorrido, enriquecimiento y descarga, conformando una estructura del tipo abierta. El tipo químico es Bicarbonatadas-Cálcicas-Magnesianas de baja mineralización. Su uso actual es la balneocosmética. Abundan microalgas asociadas y su temperatura es 29 °C.

8. Se constató la ausencia de la determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos en las normativas vigentes y la necesidad de realizar en algunas fuentes del país, trabajos complementarios de perforación y reacondicionamiento de los pozos de explotación, así como, establecer las condiciones técnicas mineras de explotación.
9. Se hará necesario, en aquellas fuentes que no exista, confeccionar los Manuales de Explotación de los recursos existentes para garantizar su mejor aprovechamiento y protección.
10. Existieron deficiencias en las determinaciones físico-químicas realizadas, reflejadas en los % de errores que tienen los análisis, en muchos casos por encima del 10 %, valor no permisible para clasificar las aguas mineromedicinales

VI.3.1. YACIMIENTO LA FE

MARCO GEOGRÁFICO

Este yacimiento se encuentra ubicado en el poblado de la Fé. El relieve en general es llano y se ha formado en las condiciones de una superficie poli genética de nivelación, jugando un papel importante los procesos abrasivos, denudativos, erosiónales y los acumulativos que conllevaron a la creación del relieve actual.

RESEÑA HISTÓRICA.

Desde 1880 se hace referencia a los de Santa Fe, donde se afirmaba que esta agua era anhelada y utilizadas por las personas que presentaban problemas en la salud. Tirry, Lacy, J, 1797), en un informe con fecha de 1810, se hace mención de un baño termal situado a un cuarto de legua al Oeste del pueblo de Santa Fe. (Tirry, Lacy, J, 1797), Nuevamente comenta sobre estos manantiales y de dos pequeños arroyos de aguas mineromedicinales, que son afluentes del río Las Nuevas.

GEOLOGÍA

Entre los depósitos de diferentes edades en la región se distinguen las capas de rocas metamórficas del Jurásico, Cretácico temprano, vulcanitas del Cretácico Superior, acumulaciones terrígenas y carbonatadas friables del Neógeno-Cuaternario.

Los depósitos del Jurásico y del Cretácico inferior se dividen en 3 formaciones que yacen consecutivamente una sobre otra: Cañada, Agua Santa y Gerona. Secuencia del jurásico inferior y media formación Cañada J1-J2 (cñ).

En esta formación está incluida la parte propiamente metazomática del corte de rocas metamórficas de la región y está compuesta por un variado grupo de rocas (cuarcitas, esquistos etc), Es característico en el corte la forma en que se alternan las rocas de alteración fina flischoide a veces rítmica.

Formación: Miembro Victoria. J1-J2.

Las rocas de este miembro se desarrollan en la parte oeste de la región que se entiende desde la desembocadura de río Sábalo hasta la sierra de la Sigüanea en forma de una franja semejante a un arco. Este miembro está representado por una alternación frecuente de esquistos fundamentalmente cuarzo plagioclasa, mocontoclorítico, cuarcito, gneis, esquistos plagioneis fundamentalmente moscovita-clorítico y cuarcitos moscovitas y plagioclásica.

Formación Miembro Loma. J1-J2 (cn-lm).

Este miembro por su volumen y constitución litológica coincide aproximadamente con la capa del mismo nombre. Por su posición en el corte de la formación Cañada y por la composición litológica este miembro constituye una transición entre el miembro Geológicamente fue investigado en 1940, por Dr. Robert H, Palmer reconocido internacionalmente, dándole una característica del tipo esquistos cristalino

HIDROGEOLOGÍA.

En la porción topográfica más baja entre la Sierra de Casas y Sierra de Caballos, pasa el río Las Nuevas, en sus orillas brotan innumerables manantiales, muchos de ellos con temperaturas, la cuenca de Santa Fe es la más rica en estos alumbramiento o surgencias, siendo esta agua del tipo bicarbonatadas cálcicas-magnesianas principalmente.

INDICACIONES TERAPÉUTICAS.

Enfermedades respiratorias,
Enfermedades dermatológicas

DESARROLLO BALNEOLÓGICO

En estos momentos se encuentran prestando algunos servicios, con estas aguas.

VI.3.2. YACIMIENTO SAN DIEGO DE LOS BAÑOS

MARCO GEOGRÁFICO.

Situado en la Sierra del Rosario,-como se indica en la figura 42, en una estrecha depresión por donde corre el río San Diego de los Baños, cruzando la falla Pinar. Su entorno occidental linda con extensos bosques mesolíticos pertenecientes al Gran Parque Nacional La Guira, considerado y conservado como un tesoro de la naturaleza cubana. En los alrededores encontramos un paisaje campestre constituido por pequeñas explotaciones agrícolas y pinares. Por encontrarse situado a unos 50 mt cercano a la llanura sur de Pinar del Río, permite un extenso y agradable campo visual. El poblado de San Diego de los Baños donde se ubican los manantiales brinda un bello y agradable ambiente arquitectónico que recuerda los siglos anteriores.



Figura 42. Ubicación geográfica del Yacimiento San Diego de los Baños.

RESEÑA HISTORICA.

El balneario San Diego de los Baños se encuentra ubicado en el pueblo del mismo nombre, municipio de Los Palacios, provincia de Pinar del Río, en las coordenadas N315-200 E256 000 (véase la figura 43). Existe constancia escrita de que desde 1700 acudían a los baños de San diego enfermos para curarse mediante sus aguas mineromedicinales. Ya muy avanzado el siglo se presentó una memoria, que fue solicitada por el conde de Mopox y Jaruco sobre la importancia de estas aguas, esta fue redactada por De la Torre y López en 1938, y se publicó por la Sociedad Económica Amigos del País. El superintendente general, interesado en sustituir las aguas de San Diego por las de Cayajabos, (recurso utilizado en la curación y aclimatación de las tropas españolas, pidió a Tomás Romay un informe donde que compara esas aguas, el mismo fue rendido en 1818. En los años 40 del siglo XIX se recibían en San Diego de los Baños tres mi bañista., y en 1844 se realizó un proyecto de urbanización de 36 manzanas que sirvió para dar inicio a la construcción del poblado.



Figura 43. Balneario San Diego de los Baños, Los Palacios, Pinar del Río.

GEOLOGIA

La geología de la Sierra del Rosario ha sido ampliamente discutida en la literatura (Pszczoikowski, 1978; Academia de Ciencias de Cuba, 1988). Se caracteriza por una complejidad litológica y estructural a consecuencia del desplazamiento y transporte tectónico de rocas ocurrido durante el Eoceno Medio. En esta región los sistemas carbonatados acuíferos se encuentran intercalados con sedimentos impermeables de tipo efusivo sedimentario, ultrabásico y esquisto arenoso, lo cual condiciona un relieve cársico cónico (cokpitcorst), diferente de la Sierra de los Órganos, donde es más característica la morfología de mogotes (Fagundo et al, 1997).

En la Sierra del Rosario se distingue una zona divisoria de las aguas (parte-aguas), que separa a los ríos y arroyos que se originan hacia las vertientes Norte y Sur de la Sierra. En ocasiones, estos cursos fluviales son de corto recorrido, infiltrando sus aguas por sumideros cársicos. Estos flujos junto al propio drenaje autóctono del sistema carbonatado, pueden infiltrarse hasta grandes profundidades donde se recalientan en virtud del calor geotérmico. La presencia de fallas y fracturas en el macizo facilita finalmente el ascenso de las aguas a la superficie. En general, los manantiales de aguas minerales que poseen propiedades terapéuticas están asociadas al sistema de fisuras originadas por la Falla Pinar y a una serie de fracturas y fallas transversales o paralelas a la misma, ubicada en la porción Sur de la Sierra del Rosario.

HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden distinguir varios sistemas de acuíferos: a) Complejo acuífero de las rocas efusivo-sedimentarias (Cretácico); b) Complejo acuífero asociado a las rocas ultrabásicas, c) Complejo acuífero asociado a materiales terrígeno-carbonatados del Paleógeno; d) Sistema acuífero desarrollado de las calizas del Cretácico; e) Zona de las aguas minerales y de los complejos acuíferos asociados a las pizarras y esquistos arcillo arenosos (Jurásico- Cretácico). Las características de estas unidades son las siguientes:

a) El complejo de rocas terrígenas de tipo efusivo sedimentarias se encuentra localizado en la parte Norte de la Sierra del Rosario y no guarda relación hidráulica con las aguas minerales estudiadas. En este complejo de rocas se originan cursos superficiales y

acuíferos cuyas aguas son del tipo bicarbonatas sódicas o cálcicas sódicas con mineralización entre 0.5 y 1 g/l. Está constituido por aleurolitas, argilitas, areniscas, lavas basálticas andesíticas, calizas y margas de las formaciones Vía Blanca y Encrucijada.

b) El complejo de rocas ultrabásicas está compuesto por serpentinitas, harzburgitas y otras rocas serpentinizadas de edad Cretácico. Originan corrientes superficiales y acuíferos en fisura, cuyas aguas son del tipo bicarbonatas magnesianas con mineralización del orden de 300 mg/l. Estas rocas están distribuidas por toda la Sierra del Rosario, aunque el macizo de mayor elevación se encuentra en la vertiente Norte, sin conexión aparente con las aguas minerales de San Diego de los Baños.

c) El complejo de rocas terrígenas carbonatadas del Paleógeno por sus características poco permeables y por encontrarse intercaladas entre las calizas, constituyen un parte-agua de las cuencas hidrográficas y vías de conducción autóctonas de cursos superficiales de los sistemas cálcicos. No forman sistemas de acuíferos importantes.

d) El complejo de calizas del Cretácico está representado principalmente por calizas masivas organógenas (formaciones Guajaibón y Sierra Azul), calizas de estratos finos (formación Artemisa). También forman parte de este complejo calcarenitas, aleurolitas y otras rocas. Las aguas de esta unidad hidrogeológica son del tipo bicarbonatada cálcica con mineralizaciones que oscilan entre 0.3 a 0.6 mg/l en dependencia de las características texturales de la roca o del contenido de CO₂ y del tiempo de contacto entre el agua y las calizas.

En general, las aguas minerales están asociadas a este tipo de rocas, en sus capas más profundas. Constituyen el drenaje profundo del carso, desarrollado por lo general, en condiciones de confinamiento entre secuencias impermeables. Las secuencias de la formación San Cayetano (edad Jurásico), constituidas por esquistos, pizarras y areniscas, forman parte de las capas impermeables de los yacimientos de aguas minerales.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

Tabla 22. Composición físico-química característica de los manantiales El Tigre y el Templado.

Parámetros, mg/l	Valores Promedios
Mineralización total (Residuo seco)	1483
Sales Solubles totales (S.S.T.)	1600
Cl ⁻	38
HCO ₃ ⁻	294
SO ₄ ²⁻	752
Na ⁺	35
Ca ²⁺	350
Mg ²⁺	39
K ⁺	1.64
NH ₄ ⁺	0.89
NO ₃ ⁻	0.2
NO ₂ ⁻	< 0.02
Br ⁻	0.66
I ⁻	0.91

Sr ²⁺	4
Mn ²⁺	< 0.20
Ni ²⁺	< 0.25
Zn ²⁺	< 0.50
Radón (Rn 222), nCi/l	0.8
Fe (Total)	0.11
Cd ²⁺	< 0.001
Cu ²⁺	< 0.05
Li ⁺	< 0.50
Ag ⁺	< 0.002
Pb ²⁺	< 0.02
Parámetros, mg/l	Valores Promedios
Hg	< 0.0001
S ²⁻ (SH ₂ + SH)	11
H ₂ SiO ₃ (SiO ₄ H ₄)	21
F ⁻	1.12
Cr ⁶⁺	< 0.005
Composición iónica básica	Sulfatada- Bicarbonatada/ Cálcica- Magnesiana
Tipo de agua (> 20 % equivalente)	Sulfatada. Bicarbonatada/Cálcica [SO ₄ (72)- HCO ₃ (23) / Ca (80)]
Error del análisis, %	3
PH	6.80
Temperatura de surgencia, °C	36
Clasificación del agua mineral	Mineromedicinal, cálcica y sulfurada, con contenidos anómalos de sulfatos, sílice, flúor, estroncio, yodo, bromo y de radiactividad, de baja mineralización y de composición iónica Sulfatada – Bicarbonatada- Cálcica, con reacción neutra, mesotermal, con caudales de surgencia natural de 9.0 l/seg.

Tabla 23. .posición físico-química característica del manantial La Gallina y del pozo P-1. (Valores Promedios)

Parámetros, mg/L	Manantial La Gallina	Pozo P-1
Mineralización total (Residuo seco)	2.0 g/l	2.8 g/l
Sales Solubles totales (S.S.T.)	2.27 g/l	3.0 g/l
Cl ⁻	60	90
HCO ₃ ⁻	350	390
SO ₄ ²⁻	1300	1780
Na ⁺	50	70
Ca ²⁺	450	570

Mg ²⁺	62	70
K ⁺	1.60	4
Radón (Rn 222), nCi/l	2.14	1,2
S ²⁻ (SH ₂ +SH)	14	27
H ₂ SiO ₃ (SiO ₄ H ₄)	34	35
F ⁻	1.70	1.98
Error del análisis, %	6 %	8 %
PH	7.1	7.2
Temperatura de surgencia, °C	34	44.5
Parámetros, mg/L	Manantial La Gallina	Pozo P-1
Clasificación del agua mineral	Mineromedicinal, cálcica, sulfatada, sulfurada, fluorada, rediactiva- radónica con contenidos anómalos de sílice, de baja mineralización, y de composición iónica sulfatada bicarbonatada- cálcica, con reacción neutra, mesotermal, con caudales de surgencia natural menores de 1 l/seg.	Mineromedicinal, cálcica, sulfatada, fluorada y sulfurada, con contenidos anómalos de sílice y radón, de baja mineralización, y de composición iónica sulfatada-cálcica, con reacción neutra, hipertermal, con caudales de bombeo de unos 5.8 l/seg.

Estas aguas son sulfatadas cálcicas (patrón hidrogeoquímico 271-019), con un contenido de minerales disueltos (TSS) de 2772 ± 70 mg/l, con temperaturas del orden de 31 °C (aguas tibias según la clasificación de Urbani, 1991), presentan un pH cercano a la neutralidad (7.03 ± 0.27), un contenido de CO₂ típico de aguas subterráneas (37.4 ± 6.4 mg/l), elevada dureza (1685 ± 10 mg/l) y altos contenidos de SO₄²⁻ (1719 ± 47 mg/l) y Ca²⁺ (569 ± 4 mg/l). Esta composición es muy estable, tal como se infiere de la poca variación temporal de los sólidos solubles totales, (coeficiente de variación 2.53 %). Este comportamiento es característico de las aguas subterráneas procedentes del drenaje profundo (Fagundo et. al., 1996), y puede observarse de manera gráfica en los correspondientes diagramas hidroquímicos de Stiff.

Tomando como referencia la litología de la zona de alimentación del acuífero, constituida fundamentalmente por rocas carbonatadas, se podría esperar que estas aguas fueran del tipo bicarbonatadas cálcicas. Sin embargo, el anión predominante es el sulfato y posee además cantidades apreciables de H₂S. Este comportamiento pudiera atribuirse a la acción de las bacterias termófilas sobre las piritas presentes en el material acuífero.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

En general, los tratamientos que se aplican en este balneario son concordantes con las propiedades terapéuticas reportadas para este tipo de aguas (Padrón et al, 1993; Soto et al 1993; Rodríguez et al, 1993).

Comprende tres manantiales fundamentales: La Gallina, El Templado y El Tigre, de aguas sulfatadas cálcicas, sulfhídricas, fluoruradas, silíceas, poco radioactivas, con temperaturas del orden de 30-40 °C, mineralización entre 2.05-2.20 g/l y caudales entre 2.0-10.7 l/s (Romero y Castillo, 1991).

Son utilizadas fundamentalmente en tratamientos balneológicos en piscinas individuales y colectivas, duchas y chorros de distintas formas y vías de administración. De forma artesanal son embotelladas y usadas por indicación médica a través de la vía oral. Complementariamente son brindados servicios de fisioterapia, baños de vapor, saunas y fangoterapia, con lodos que son extraídos de la boca del río San Diego. Se trabaja en la elaboración de una serie de productos con recursos naturales hidrominerales, apiterápicos y plantas medicinales.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

Existen varios hoteles pequeños como el Mirador, Libertad y Zaratoga, algunos de ellos en reparación y ampliación que actualmente tienen una capacidad que permite albergar a unas 200 personas. Se ha remodelado el balneario. También cuenta con la reanimación cultural y recreativa y muy cerca se encuentra el parque nacional la Güira con alojamiento en rústicas cabañas lo cual se utilizan por su cercanía por los visitantes del balneario.

VI.3.3. YACIMIENTO SAN VICENTE.

MARCO GEOGRÁFICO.

Se encuentra situado en un pequeño valle ubicado en la Sierra de Guasaza, según se puede apreciar en la figura 44 rodeado de un extenso césped que ocupa la mayor parte de la explanada, desde donde se aprecia el magnífico estado de conservación, la vegetación de mogotes con especies como la palma de Sierra y el Roble caimán, endémicos del occidente de Cuba y en dirección opuesta, bosques siempre verdes con poblaciones de encino.

Figura 44. Ubicación geográfica del Yacimiento San Vicente.



BAÑOS MINERO-MEDICINALES THERAPEUTICAL BATHS

- 59 Baños de Elguea
- 60 Ciego Montero
- 61 San Diego de los Baños
- 62 San José del Lago
- 63 San Miguel de los Baños
- 64 San Vicente



Este balneario es conocido desde el siglo pasado, en 1981 el Dr. José Morales Moreno, director de los baños públicos en una memoria sobre sus aguas y ya en 1860 estudió estos manantiales tratando. Históricamente son conocidos 8 manantiales nombrados: El Tigre, San Antonio, Santa Lucia, Santa Fe, Ferruginosos, con reconocida acciones fisiológicas y terapéuticas.

RESEÑA HISTÓRICA

Este balneario es conocido desde el siglo pasado, en 1981 el Dr. José Morales Moreno, director de los baños publicó en una memoria sobre esta agua (vease figura 44). En 1873, José. Argamoza hizo referencia a las mismas, y en 1860 realizó investigaciones históricas sobre los baños de san Vicente. . A través de su geografía y topografía médica, geología, flora, fauna y la climatología local; describe sus 8 manantiales conocidos como El Templado, El Tigre, San Antonio, Santa Lucia, Santa Fe, Ferruginoso, así como sus características físico-químico, acción fisiológica y terapéutica.

José A, Fernández Benítez en 1907, incluyó el análisis de sus aguas en una memoria donde se realizaban conjuntamente con otros análisis, trabajo que obtuvo el premio “Presidente Gutierrez”. Carmen Piloto propietaria de este lugar publicó en 1879 una obra sobre sus aguas.



Figura 44. Balneario San Vicente



Figura 45

GEOLOGÍA.

Se encuentran presentes dos tipos de rocas representadas por calizas de las formaciones San Vicente y Guasaza, areniscas y aleurolita de la formación San Cayetano. Además de presentar calizas agrietadas y carsificadas fértiles con material carbonoso y sulfurado de la formación guasaza.

HIDROGEOLOGÍA

Existencia de un complejo acuífero del Jurásico Superior, Cretácico Inferior, Lito-estratigráfico. También existe en las montañas un potencial de aguas mineral - medicinales importante, que se caracteriza por una complejidad litológica y estructural, como consecuencia del desplazamiento y transporte tectónico de rocas ocurrido durante el

Eoceno Medio, que nos permite limitar y caracterizar una serie de complejos litológicos que dan origen a dichas aguas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

Esta agua son sulfatadas cálcicas, sulfhídrica, bicarbonatadas, magnesianas, con temperaturas de 27-28 0C, con una mineralización total de 1,8g/l y un caudal de 6L/s.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Las aguas de este balneario son recomendadas para el tratamiento de los grupos de enfermedades tales como:

De la piel

Sistema nervioso.

Osteomioarticular.

Reumatoideas.

DESARROLLO BALNEOLÓGICO.

Este centro balneario, según se aprecia en la figura 45 cuenta con locales (pocetas) separados para baños de hombre y mujeres. También brinda servicio de fangoterapia, masajes y técnicas fisioterapéuticas, todas bajo las indicaciones y control especializado de médicos y paramédicos calificados.

VI.3.4 YACIMIENTO SOROA.

MARCO GEOGRÁFICO.

Este yacimiento se encuentra ubicado a pocos metros del río Soroa ó manantiales, cuya pequeña y famosa cascada se precipita a unos 100 metros aguas abajo-véase la figura 46 . El gran encajonamiento local de este río, crea un relieve muy accidentado en el que se ha establecido el orquidario de Soroa, que se encuentra en la rivera derecha de este río, frente a los manantiales, la vegetación en los alrededores está compuesta principalmente por bosque semidecuidos, que se encuentra bien conservada.

RESEÑA HISTÓRICA.

Un inmigrante español nativo de Islas Canarias, de apellido Camacho, el cuál cursó sus estudio de derecho en Cuba, y al mismo tiempo trabajaba para grandes intereses azucareros, sufrió la muerte de una hija durante el parto de ella, a la que llamaba cariñosamente Pilila, y en homenaje a ella se propuso hacer una famosa localidad balneológica, conocida por Soroa. Así se construyó un rancho al lado de los manantiales llamado "Rancho Pilila", que fúe establecido en 1943, costado por su peculio personal, y de esta forma surgió el mayor orquideario del país, lo que conllevó a la consolidación del conocimiento generalizado de esos manantiales.

GEOLOGÍA

Constituye un manto de sobrecorrimiento tectónico compuesto en su parte inferior por rocas antiguas de una corteza oceánica de una secuencia ofeolítica de acuerdo al modelo de evolución geológica.



Figura 46 Cascada del yacimiento Soroa.

La formación más antigua conocida en esta zona es la formación Encrucijada de edad K_1 (ap+ -altiano) compuesto fundamentalmente por basaltos afiricos con intercalaciones de rocas vulcanógenas sedimentarias (tobas). Suprayacimiento a dicha frecuencia se encuentra la:

En el área afloran exclusivamente depósitos pertenecientes a las secuencias septentrionales de la Sierra del Rosario, donde están ampliamente propagados los depósitos de la Fm. Sábalo (Jurásico superior), representada por un corte vulcanógeno sedimentario compuesto por basaltos y diabasas con intercalaciones de calizas, lutitas y areniscas. Concordante con estos depósitos aflora el corte carbonatado-terrágeno de las formaciones Artemisa del Jurásico superior y Cretácico inferior y Polier al Cretácico inferior, (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

HIDROGEOLOGÍA.

Las aguas del sector están asociadas tanto al complejo acuífero de las calizas de la Fm. Artemisa como a las rocas ultrabásicas de la Fm. Sábalo. En el área se manifiestan 3 manantiales ascendentes con un gasto total aproximado a los 3 l/s constante durante todo el año según observaciones aisladas (Dirección Provincial de Planificación y Empresa Geólogo Minera del MINBAS, 1998).

En la región está extendido el complejo vulcanógeno-sedimentario de la Fm Sábalo el cual se comporta como una capa semi-impermeable, por su capacidad acuífera los gastos específicos son de 0,02 -0,2 l/s. En cuanto a la mineralización de 2-3 g/l a veces sulfurosas con contenido de sulfhídricos de 60-70 mg/l. La descarga de las aguas subterráneas por lo general se producen radialmente desde las partes elevadas hacia el valle de los ríos San Cristóbal y Caja de Agua como arterias principales del drenaje superficial. En la zona de Orozco las aguas subterráneas están relacionadas con la corteza de intemperismo de las rocas del complejo vulcanógeno que se caracteriza por su baja acuosidad. Son fundamentalmente agua de grietas dulces del tipo bicarbonatadas calcicas con una mineralización que no sobrepasan los 0,5 g/l exceptuando las aguas minerales y la zona costera donde bajo la influencia de la intrusión marina la mineralización de las aguas alcanza de 3,5 g/l. la dirección del movimiento de las aguas subterráneas es hacia el mar aunque localmente los horizontes acuíferos se descargarán por los ríos y arroyos que atraviesen la zona.

En esta región está ampliamente extendido el complejo acuífero de J₃-K₁ representado por los depósitos carbonatados de las formaciones Artemisa y Polier, son aguas de tipos de grietas a veces cárcicas, predominan en la región las aguas del tipo bicarbonatadas-cárcicas dulces, con una mineralización de 0.5-0.6g-l exceptuando las aguas minerales que tienen una mayor mineralización. En el área abundan las salidas naturales de las aguas subterráneas (manantiales), con caudales que oscilan entre fracciones de 1 l/s hasta 10 l/s.

Las mismas clasifican como minerales, hipotermas, sulfuradas mixtas, con reacción neutras.

En términos de patrones hidroquímicos, la composición química de las aguas corresponde al patrón de tipo 163 – 271 (Tabla 6 del capítulo III). La citada composición es explicada mediante los siguientes procesos: disolución congruente de halita, calcita y dolomita, disolución incongruente de plagioclasa (albita), así como oxidación de pirita con reducción

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

En la composición química de esta agua están presentes los sulfatos, el sulfhídrico, los cloruros, y el sodio, pero se clasifican como bicarbonatadas cálcica –magnesianas, con una mineralización de 0,6g/l, con temperatura de 27 0c y un caudal de 1l/s.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Son indicadas como tanto como aguas de bebida de mesa y en las distintas formas de balneación, para la rehabilitación de las afecciones gastrointestinales, hepatobiliares y urinarias. Pueden aplicarse en pacientes con procesos reumáticos, neuralgias, algunas dermatopatías, procesos metabólicos y afecciones ginecológicas, elevando la temperatura artificialmente y cuando brota el agua de forma espontánea.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

Posee buena capacidad habitacional, debido a que dispone de 49 modernas cabañas distribuidas por las alturas del lugar. Desde su creación se construyeron algunas pocetas para baños cuyo uso ha sido discontinuado. Hoy está programado el rescate y remodelación de la unidad balneológica.

VI.3.5. YACIMIENTO SANTA MARÍA DEL ROSARIO.

MARCO GEOGRAFICO.

Este yacimiento se encuentra en un área colinosa que esta poblada desde el siglo XVIII y muy cerca de la ciudad de La Habana -véase la figura 47. Cuenta con un paisaje asimilado por la agricultura, en este caso de pequeñas propiedades, a pocos cientos de metros se encuentra la Catedral del Campo, y la Autopista Nacional Pasa a unos 200 metros al norte de estos baños. En los alrededores del balneario existe un pequeño bosque con plantas exóticas y nativas, y los manantiales se encuentran en una cañada que se encuentra en el borde de este pequeño poblado.



RESEÑA HISTÓRICA.

El poblado que le da nombre a los manantiales fue fundado en 1702 por el Conde de Casa Bayona en los terrenos del Ingenio Quiebra Hacha y en el año 1863 fue construido el edificio alrededor de los baños. Posteriormente, a finales de ese siglo, comienza la utilización de las fuentes como baño, aunque se desconoce exactamente la fecha de su descubrimiento. Estas fuentes dieron origen a la fundación del pueblo y es en 1870 cuando aparece el primer trabajo donde se recogen datos acerca de las aguas de Santa María del Rosario, el autor del mismo fue Francisco Vidal Reinola, médico que ejercía su profesión en esta zona, a lo que se le agrega la publicación de Federico Horstman sobre el análisis químico de estas aguas. Dos años después, Juan García Zamora contribuye al conocimiento de las propiedades de dichas aguas por estudios que realiza, los resultados fueron publicados por José A. Fernández Benítez.

GEOLOGIA.

La geología del área de estudio, se caracteriza por tener un relieve ondulado, ligeramente diseccionado, la misma pertenece a las alturas de Habana- Matanzas, las cotas máximas en su parte central y sureste son del orden de los 120m y las máximas se registran al Norte y oscilan entre los 30 y 40 metros. En su estructura geológica intervienen rocas de las formaciones Martín Mesa, Chirino, y Vía Blanca, y en la región existe un buen desarrollo del tectonismo, por lo cual las investigaciones realizadas se centraron en la zona de fallas de dirección aproximada Norte-Sur, con presencia de rocas encajantes entre ellas tobos duros y compactos y agrietados.

HIDROGEOLOGIA.

La hidrogeología del área de estudio se encuentra representada por diferentes complejos acuíferos:

-Zona acuífera del Arco Volcánico.

Se encuentran las rocas del arco volcánico del Cretácico, esta formación tiene una representación pobre en el territorio y sólo aparece en forma de bloque tectónico elevada en la parte suroeste del área donde precisamente se originan el alumbramiento de las aguas minerales sulfurosas, silíceas que dan origen al yacimiento.

-Zona acuífera del complejo ofiolítico.

La difusión de las aguas del complejo ofiolítico es insignificante, las rocas presentes están compuestas por serpentinitas y diferentes variedades de ultramafitas serpentinizadas por su composición química las aguas son bicarbonatadas magnesianas, con contenido de SO₄, cloro y sodio.

-Zona acuífera Filoniana.

En esta zona existe un buen desarrollo del tectonismo, las rocas encajantes son tobos duros y compactos agrietados con presencias de hidrocarburos más o menos oxidados en la superficie de las grietas y una piritización relativamente intensa.

CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS.

Las características físico químicas de estas aguas es variada, donde aparecen las sulfuradas, sulfhídricas, bicarbonatos-sódicas, clorosulfatada, con una mineralización, total 1.875g/l oscilando su temperatura entre 27-29°C, con un caudal de 4.0 l/s.

INDICACIONES TERAPÉUTICAS.

Se utilizan en forma de balneación en afecciones de la piel, procesos reumáticos crónicos, y otras afecciones del aparato locomotor, además de las curas hidropinicas y en una amplia gama de afecciones del aparato gastrointestinal y hepatobiliares y como agua de bebida de mesa.

DESARROLLO BALNEOLÓGICO.

Actualmente se encuentra prestando servicios como centro provincial de medicina natural y tradicional, no uso del agua mineral por estar contaminada.



Santa María del Rosario



**Figura 47. Captación de los manantiales para baños y como agua de bebida y
Figura 48. Ubicación geográfica del Yacimiento Santa María del Rosario**

VI.3.6. YACIMIENTO MADRUGA

MARCO GEOGRÁFICO.

Se encuentra situado en las proximidades del poblado de Madruga (coordenadas $x = 410400$, $y = 343150$) a una cota de 145 metros de altura donde brotan una serie de manantiales de aguas minerales en un área colinosa notablemente accidentada en el borde norte de dicho poblado de donde se aprecia por la parte Este la loma del Grillo,

interesante mogoterio cubierto por su vegetación original –véase figura 49. En la parte más alta del área de la colina se divisa un extenso paisaje llano, y escasos bosques locales que existen por la repoblación forestal, además se encuentra un paisaje cañero. El centro de este pequeño pueblo presenta una atractiva arquitectura típica de finales del siglo XIX, con la carretera central que lo atraviesa.

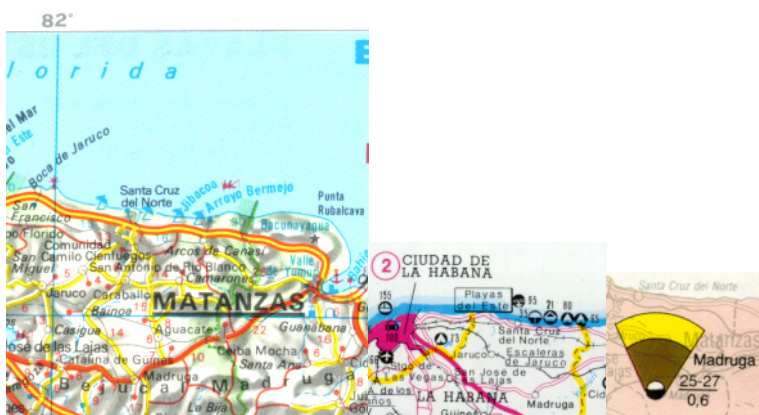
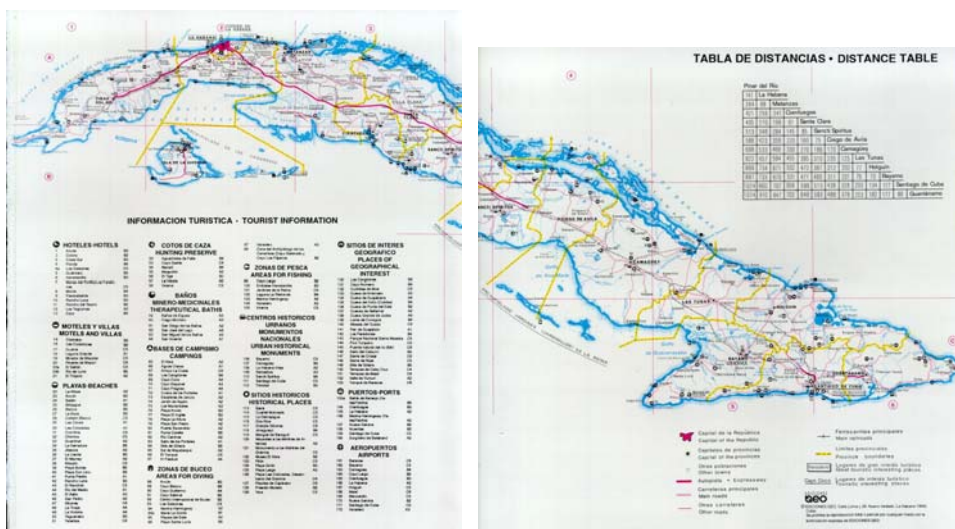


Figura 49. Ubicación geográfica del Yacimiento Madruga, provincia Habana

RESEÑA HISTÓRICA.

Este balneario fue uno de los primeros estudiados, influyendo en esto su cercanía a la Habana. Según las referencias estas aguas son utilizadas antes de 1800 y a principios del siglo XIX era propiedad de la familia ÓFarrill, asentados en esa localidad. Posteriormente José Ricardo ÓFarrill dona la fuente para uso público. Desde fechas tempranas comenzaron los análisis de las aguas de estas fuentes. En 1802 el Coronel Francisco Ramírez realiza un estudio químico del manantial la Paila. Durante este siglo se realizaron

otros estudios, físico-químicos de Pons y Condenac en 1982 y de Antonio Caro y Joaquín Aenlle.

Estas aguas se explotan desde hace muchos años con fines terapéuticos y actualmente se hacen esfuerzos por parte del gobierno municipal para reactivar la instalación balneológica.

GEOLOGÍA.

Presencia de cuatro tipos de litologías: rocas de la asociación ofiolítica, compuesta por harzburgitas peridotitas, las cuales ocupan la parte basal del yacimiento. Se componen de serpentinitas, con grietas rellenas de sílice, carbonatos, crisotelo y en menor grado de diabasas y gabrodiabasas.

Sedimentos vulcanógenos de edad cretácica (Fm. Vía Blanca), constituidos por conglomerados areniscas, aleurolitas y argilitas de composición vulcanomíctica – tobáceas, así como ocasionalmente capas de tobas.

Rocas terrígenas – carbonatadas del Paleógeno, constituidas por calizas y dolomitas de las formaciones Husillo, Nazareno y Perla.

Rocas representadas por carbonatos (calizas y dolomitas) de las formaciones Peñón (Paleógeno) y Güines (Neógeno).

HIDROGEOLOGÍA

Complejo acuífero de la asociación ofiolítica

Este constituye el núcleo central del polígono horst-anticlinal Madruga, abarcando casi la mitad del área estudiada y al cual se encuentra relacionado los yacimientos de aguas minerales presentes en este territorio. La alimentación de este acuífero es a través de las precipitaciones atmosféricas que caen en esta zona.

Complejo acuífero confinado.

Aparece a una profundidad que va desde los 43-80 metros con una longitud de unos 650 m orientada de NO a SE. Las aguas circulan por las zonas de silicificación y carbonización, tienen presión sus aguas y sus alturas piezométricas aumentan

Con relación a las aguas minerales, son de interés los complejos acuíferos asociados a las rocas ultrabásicas y las rocas vulcanógenas del Cretácico. En el contacto entre estos dos tipos de rocas aparecen las denominadas listvenitas, las cuales se originaron como resultado de los movimientos de sobrecoimiento y posteriores procesos hidrotermales y metasomáticos. En estas rocas están presentes los minerales calcita, dolomita, serpentinita, cuarzo, pirita y cromita. Precisamente, asociadas a las listvenitas, se encuentran las aguas mineromedicinales

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Son aguas con temperaturas cercana a 26 °C, una mineralización entre 0.5 y 0.7 g/l, del tipo bicarbonatadas, cálcicas, sódicas, magnesianas, sulfuradas y sulfatadas.

Sus aguas en los diferentes manantiales tienen diversos usos, tanto para envasar como aguas minerales naturales de mesa-El Copey-véase la tabla --- del acápite VI.2 de este capítulo, como para su uso mineromedicinal en el balneario de la localidad.

Las aguas de este último tipo clasifican como hipotermas, sulfuradas mixtas, silícicas, con reacción alcalina, cuyos patrones hidrogeoquímicos son 136-163, 351-271 y 127-172 (Tabla 3 del capítulo III).

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Enfermedades el sistema osteomioarticular.

Enfermedades del sistema gastrointestinal.

Enfermedades del sistema urológico.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

En la actualidad se prestan servicios de rehabilitación con esas aguas en un balneario de la localidad, además existe una embotelladora de agua mineral natural de mesa.

VI.3.7. SAN MIGUEL DE LOS BAÑOS

MARCO GEOGRÁFICO.

El área de estudio, según la figura 50, se encuentra ubicada en los alrededores del poblado de San Miguel de los Baños, municipio de Jove llanos, Provincia Matanzas, a unos 30 Km. de Varadero, entre las coordenadas $x = 461\ 790$, $y = 337\ 285$. Comprende 25 km^2 , definiéndose para su explotación los sectores: San Miguel de los Baños, El Vivero, La Paila y El Jacán (Vega et al, 1990).



Figura 50. Ubicación geográfica del Yacimiento San Miguel de los Baños

La temperatura media del aire oscila entre $18\text{-}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el invierno y entre $26\text{ y }30\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el verano. La humedad relativa media anual es de un 80%. Durante el período lluvioso las máximas precipitaciones alcanzan 1400 mm en la parte más elevada y 1200 mm en las zonas bajas. En el período seco varían entre $300\text{ y }400\text{ mm}$. (Rojas et al, 1995). El relieve de la región es medianamente elevado, colinoso, con laderas de pendientes moderadas y cimas medianamente redondeadas. Hacia el Norte y el Sur se desarrollan sistemas de elevaciones cárnicas, dentro de los que encuentran cuatro cuencas donde alumbran las aguas mineromedicinales y naturales. Estas cuencas se denominan: San Miguel de los

Baños-El Jacán, La Purísima (El Vivero), Santa Ana-La Paila y Hatillo-Yince-La unión. No existen grandes ríos ya que hay predominio de la infiltración sobre el escurrimiento.

RESEÑA HISTORICA.

Desde principios de siglo XIX son conocidas las características medicinales de esta agua, los baños eran utilizados por los vecinos de la zona, aunque en sus inicios como era habitual de forma espontánea y empírica. En 1868, Joaquín Aenlle, Decano de la Facultad de Farmacia de la Universidad de La Habana, analizó las aguas de estos manantiales y estableció de forma científica las propiedades terapéuticas de las mismas, las que fueron oficialmente reconocidas de utilidad pública por la diputación de la provincia de Matanzas en 1892. Los manantiales son nombrado: La Salud, El Tigre, El Hierro, la Magnesia, y Los Nervios.

El hotel balneario fue fundado en 1863, con 48 habitaciones y 27 viviendas, se encuentra aproximadamente al Este Sudeste del pueblo en la cumbre de la loma del Jacán.

GEOLOGIA

La geología está representada por una litología de rocas de la asociación ofiolítica, serpentinitas y en menor grado grabo- diabasas, con sedimentos vulcanógenos de edad Cretácica (Fm. Vb), constituida por conglomerados, areniscas, aleurolitas, argilitas de composición vulcanomíctica tobáceas, así como ocasionalmente, capas de tobas, rocas terrígenas carbonatadas del Paleógeno, constituidas por calizas y dolomitas de las Formaciones Husillo, Nazareno y Perla, y rocas representadas por carbonatos (calizas y dolomitas) de la Fm. Peñón del Paleógeno y Fm. Güines, del Neógeno.

HIDROGEOLOGIA

En esta región se destacan las siguientes unidades hidrogeológicas:

1. Complejo acuífero del Neógeno
2. Complejo acuífero del Paleógeno
3. Complejo acuífero del Cretácico
4. Complejo acuífero de las rocas ultrabásicas
5. Zona acuífera mineral

De estos complejos acuíferos los dos últimos son los más importantes con relación a las aguas minerales que se utilizan con fines terapéuticos y para bebida. Estos yacimientos tienen su origen a partir de las aguas pluviales, por infiltración y circulación a través del macizo de rocas serpentiniticas y del contacto entre éstas y la cobertura de rocas vulcanógenas del Cretácico (Rojas et al, 1994).

Las características de estas unidades son las siguientes:

1. Complejo acuífero del Neógeno: se localiza al Norte de la región. Está constituido por calizas masivas organógenas, calizas dolomitizadas y dolomitas carsificadas de la formación Güines. Sus aguas son del tipo bicarbonatada cálcicas con.
2. Complejo acuífero del Paleógeno: cubre la porción Sur del área. Está constituido por calcarenitas, calizas detríticas, calcilitas, aleurolitas, calizas margosas y argilitas de las formaciones Hatillo, Perla, Nazareno y Peñón. Son aguas también del tipo bicarbonatadas cálcicas con mineralización media de 0.5 g/l. Los caudales, sin embargo, son menores, del orden de 0,1 a 10 l/s. Se utilizan para abasto a la ganadería y pequeñas estaciones agrícolas.
3. Complejo acuífero del Cretácico: está representado por conglomerados, areniscas, aleurolitas y argilitas de origen vulcanógeno, perteneciente a las formaciones Perla y Vía

Blanca. Las aguas poseen diferente composición, predominando las bicarbonatadas magnesianas, sódicas o cálcicas con mineralización inferior a 1 g/l y caudales inferiores a 1 l/s.

Las rocas de este complejo constituyen el techo impermeable del yacimiento de aguas minerales. Dichas rocas afloran en el sector La Paila del yacimiento y en el mismo se originan una serie de manantiales.

4. Complejo de rocas ultrabásica, de edad Cretácica: ocupa la mayor parte del territorio. Está compuesto principalmente, por harzburgitas serpentinizadas y serpentinitas esquistos arcillosas. El macizo presenta un sistema de fallas y fracturas que facilitan el ascenso de las aguas minerales a la superficie. Las aguas de los horizontes acuíferos de este complejo son del tipo bicarbonatadas magnesianas algo silíceas con mineralización del orden de 0.4 g/l y caudales que varían entre 0.1 y 1 l/s.

5. La zona acuífera mineral se localiza en el contacto entre las rocas del complejo ultrabásico y los depósitos vulcanógenos del Cretácico. A ella se encuentran asociados los pozos PH10A y PH12, así como los principales manantiales de aguas mineromedicinales. Esta zona acuífera posee rocas alteradas por los flujos hidrotermales, denominadas listvenitas. Las aguas presentan propiedades artesianas, son del tipo bicarbonatadas magnésicas silíceas con mineralización del orden de 0,8 g/l, contenidos de H₂S de 10 g/l y la temperatura media de 25.4 °C.

En la figura IV.9 se pone de manifiesto que el componente más importante desde el punto de vista terapéutico es el H₂S y se encuentran cercanos a los valores establecidos en la norma de agua mineral el TSS, SiO₂ y los iones SO₄²⁻ y Mg²⁺.

Estas últimas aguas son muy parecidas en su composición a las utilizadas en el balneario de San Diego de los Baños (manantiales) con fines terapéuticos.

En general, la composición química del yacimiento de San Miguel de los Baños es consecuente con el proceso geoquímico de interacción de las aguas meteóricas con los minerales presentes en las rocas ultrabásicas serpentinizadas, propias del macizo por donde se infiltran las precipitaciones locales en esta región.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

Para la caracterización de las aguas minerales de San Miguel de los Baños se tomaron los datos hidroquímicos de los pozos PH10 y PH12, perforados durante los trabajos de prospección realizados por la Empresa Geólogo Minera del Centro (Rojas et al, 1994) en el período comprendido entre el 27/06/95 y el 16/07/95 (PH10) y en el período del 16/07/95 al 30/07/95 (PH12).

El procesamiento de los datos de la composición química permite determinar, a partir de los valores medios y las desviaciones estándar las siguientes regularidades:

Las aguas del pozo PH10 son bicarbonatadas magnesianas cálcicas (patrón hidrogeoquímico 028-181), con un contenido de minerales disueltos (TSS) de 777 ± 13 mg/l, con temperaturas del orden de 26 °C (aguas frías según la clasificación de Urbani, 1991), presentan un pH cercano a la neutralidad (7.41 ± 0.12), un contenido de CO₂ típico de aguas subterráneas (28.1 ± 7.5 mg/l), relativamente alta dureza (510 ± 11 mg/l) y altos contenidos de HCO₃⁻ (543 ± 9 mg/l), Mg²⁺ (98 ± 3) y Ca²⁺ (43 ± 3 mg/l). Esta composición es muy estable, tal como se infiere de la poca variación temporal de los sólidos solubles totales (coeficiente de variación 1.85 %).

Las aguas del pozo PH12 son bicarbonatadas sulfatadas magnesianas cálcicas (patrón hidrogeoquímico 127-073), con un contenido de minerales disueltos (TSS) de 904 ± 20 mg/l, con temperaturas del orden de 26 °C (aguas frías según la clasificación de Urbani,

1991), presentan un pH algo más básico que las anteriores (7.66 ± 0.36), un contenido de CO_2 típico también de aguas subterráneas (18.0 ± 7.4 mg/l), relativamente alta dureza (554 ± 11 mg/l) y altos contenidos de HCO_3^- (531 ± 5 mg/l), SO_4^{2-} (150 ± 17), Mg^{2+} (100 ± 3) y Ca^{2+} (56 ± 3 mg/l). Esta composición es muy estable, tal como se infiere de la poca variación temporal de los sólidos solubles totales, la cual presenta un coeficiente de variación = a 2.47 %.

Con una mineralización del orden de 0.5 g/l y caudales superiores a 40 l/s. Estas aguas se utilizan para el abasto a la población de San Miguel de los Baños

INDICACIONES TERPEUTICAS.

Enfermedades gastrointestinales.

Enfermedades dermatológicas.

Enfermedades genito-urinarias.

Enfermedades del sistema nervioso.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

En estos momentos se encuentran sin prestación de servicio, en un futuro se implementara un programa de recuperación del mismo-

VI.3.8 YACIMIENTO MENÉNDEZ

MARCO GEOGRÁFICO.

En la década del 80 el yacimiento de aguas minerales (mineromedicinales) Menéndez fue estudiado con el objetivo de evaluar sus propiedades balneológicas e industriales mediante estudios realizados por E. Viciado et al., 1983 y W. Marsall et al., 19870.

El yacimiento Menéndez se encuentra ubicado en un terreno llano, en el borde del manglar en la costa norte del Municipio de Martí provincia de Matanzas, cerca de extensos herbazales que se extienden hasta el Sur, entre las coordenadas $x = 520\ 100$, $y = 359\ 025$.

La avifauna es rica y variada y abundan las aguas salobres en sus alrededores - véase la figura 51.

La región está formada por una llanura marítima inclinada, las cotas predominantes de la superficie oscila a 0-30 m sobre el nivel del mar, en la parte meridional se encuentran pequeñas colinas, extensos herbazales que se extienden al sur de estos yacimientos.



Figura 51. Ubicación geográfica del Yacimiento Menéndez Martí, Matanzas.

El clima de la región es característico para la costa norte de la isla de Cuba con temperatura media del aire anual desde 25⁰C a 27⁰C máximas y la avifauna es muy rica y variada.

RESEÑA HISTORICA.

Este es uno de los balnearios más antiguo en su utilización, cuenta la leyenda que en la época precolombina un indio llamado Sibriane que preocupado por encontrar agua potable para su tribu, se encontró con un torrente de agua tan caliente (42 0c), y con un olor tan extraño (huevo podrido), que le atribuyó que era un extraño poder maléfico. Comentan que el resto de la tribu india no tardó mucho tiempo en descubrir que el ambiente húmedo que los rodeaba eran manantiales medicinales,

GEOLOGÍA

Existen algunas pequeñas colinas en la parte meridional del área formada por sedimentos miocénicos N₁²

Cretácico Superior Maestrichtiano:

A esta edad corresponden las formaciones San Pedro y Esperanza que constituyen una secuencia transgresiva depositada en las depresiones causadas en la formación Rosita por los movimientos tectónicos ocurridas en el Cretácico entre en el Santoniano y antes del Maestrichtiano.

Fm San Pedro:

Localizada en la zona central del área, está constituida por los sedimentos transgresivos y una pequeña fase de estuario distribuida en el centro sur del área, constituyéndose prácticamente con secuencia transgresiva. La fase estuarina están constituida por sedimentos terrígenos arrastrado por un antiguo cause que fueron depositados a la vez que ocurría la transgresión, no apreciándose por este motivo el contenido típico de esta fase.

La parte baja está compuesta por conglomerados, gravas y areniscas y gravas gruesas, medias y finas, calizas arenosas y una capa de aleuolitas con aspecto carbonoso y con carbón vegetal fosil. También aparecen calizas arenosas fosilíferas, calizas organógenas y fragmentaria con restos de fósiles de mayor tamaño con oquedades y porosidad en alguna parte sobre la caliza se observan arcillas compactas muy carbonatadas con fósiles que transicionan a una arcilla margosa.

La secuencia transgresiva la continúan las calizas pelitomórfica de color blanco pertenecientes a formación Esperanza. La potencia de la Fm. San Pedro varía de 10 a más de 80 m, y se observan planos de fricción en las proximidades la de zona de falla donde se encuentran la s aguas mineromedicinales

Fm Esperanza:

Esta formación completa la frecuencia transgresiva del área, yace sobre las calizas arcillosas de la Fm San Pedro y está constituida por calizas blancas pelitomórficas en ocasiones silicificadas y con intercalaciones de calizas margosas. En profundidad estas calizas son un tanto brechosas y las rocas se encuentran distribuidas hacia el norte de la zona y su límite superior son las calizas del Paleógeno.

Paleógeno:

Las rocas de esta edad en el área están constituidas por calizas organodetríticas, pelitomórficas y en ocasiones recristalizadas que se encuentran yaciendo sobre la Fm San Pedro y Esperanza. Estas rocas fueron depositadas posteriormente en la transgresión y han sido meteorizadas y lixiviadas, encontrándose en la actividad en muchas ocasiones en forma de relictos. Esta edad esta compuesta por las siguiente formación-Formación Damují.

Fm Damují

Esta formada por calizas órgano-detríticas con restos fósiles y detritos de rocas carbonatadas. En estas rocas aparecen fragmentos de otras calizas recristalizadas y restos fósiles.

Cuaternario:

Los sedimentos cuaternarios en el área están constituidos por arcillas de diferentes coloraciones. Los niveles de las aguas en este complejo tienen un comportamiento muy similar al de la zona de agrietamiento secundario aunque en este caso la influencia de las precipitaciones atmosférica es más notable, manifestándose una mezcla con las aguas de grietas. El movimiento de esta agua tiene una dirección hacia el las aguas se mueven hacia el Sureste.

HIDROGEOLOGÍA.

En esta área de estudio podemos diferenciar dos zonas acuíferas con característica hidrogeológicas muy específicas.

a) Zona acuífera de agrietamiento secundario

Esta zona se vincula directamente con la falla Baños y el agrietamiento presenta una forma alargada, en la misma dirección de la falla. Las tobas, brechas, son las rocas que predominan en esta zona en sectores de agrietamiento que están vinculados directamente a la falla que además es la distribuidora de las aguas mineromedicinales. La potencia de esta zona acuífera es superior a los 600 m.

b) Zona acuífera de agrietamiento principal

Las aguas presentes en esta zona acuífera son cloro-sódicas calientes, con una temperatura hasta 43,7⁰ C, ligeramente sulfhídricas (10-19 mg/l) y con presión +2.22 m de circulación profunda, originadas a partir de la infiltración de aguas provenientes de horizontes superiores, las precipitaciones y las corrientes superficiales en la zona de alimentación a través de grietas y zonas de debilitamiento tectónico hasta profundidades superiores a 1000 m. El aumento de las temperaturas de estas aguas está relacionado directamente con el gradiente geotérmico.

CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS.

Estas aguas se clasifican como cloruradas, sódicas, sulfuradas y brómicas, con temperaturas entre 34 y 40 0c, con una mineralización total de 59-71 g/l. y con un caudal 30, 000 metros cubicos/ día.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Enfermedades del sistema osteomioarticular.

Enfermedades reumatológicas.

Enfermedades respiratorias.

DESARROLLO BALNEOLÓGICO.

En la actualidad da prestación de algunos servicios de salud, con aguas y fangos medicinales. En la figura 52 se ofrece una vista de las instalaciones del antiguo balneario de Menéndez.



Figura 52. Balneario Menéndez

VI.3.9. YACIMIENTO ELGUEA

MARCO GEOGRÁFICO.

En la década del 80 el yacimiento de aguas mineromedicinales Elguea fue estudiado con el objetivo de evaluar sus propiedades balneológicas e industriales mediante estudios de exploración orientativa (Viciedo et al., 1983) y detallada (Marsall et al. 1987).

El yacimiento Elguea se encuentra ubicado en la llanura marítima septentrional que se extiende entre los ríos Las Palmas y Cañas-véase la figura 53.



Figura 53. Ubicación geográfica del Yacimiento Elguea

La región limita al Norte con la bahía de Santa Clara y al Sur con la carretera Corralillo-Martí (circuito Norte). El yacimiento se localiza entre las coordenadas $x = 539\ 750$, $y = 357\ 050$. La temperatura media anual es de $24.2\ ^\circ\text{C}$ y varía entre 17.1 y $31\ ^\circ\text{C}$. La

humedad relativa oscila entre 79 y 83%. El promedio de precipitaciones anuales es de 1075 mm.

El relieve es de llanura suave, con ríos de poco desarrollo que discurren por una zona pantanosa. La cota media es 0,3 m sobre el nivel del mar, donde sobresalen pequeñas colinas con cotas entre 30-95 m. Los terrenos están constituidos por depósitos arcillo-arenoso-cenagosos de edad Cuaternaria.

RESEÑA HISTORICA.

Posiblemente los baños de Elguea eran conocidos por los aborígenes, ya que en una de las pocetas (San Juan Bosco), fueron encontrados objetos fabricados por los indígenas, según trabajos encontrados en el Instituto de Hidrología y Climatología Médica en marzo 1947 (según el autor).

En ese año en los laboratorios de dicho Instituto y bajo la competencia y dirección del Dr. Juan Embil, se realizaron análisis de estas aguas por los Dr. Jorge Guerra y Francisco Trelles. En la figura 54 se ofrece una vista de una de las instalaciones del balneario Elguea, el cual en la actualidad posee modernas instalaciones para el turismo nacional.



BALNEARIO ELGUEA

Figura 54. Instalaciones del balneario Elguea, Corralillo, Villa Clara.

GEOLOGIA.

La región se caracteriza por la presencia de sedimentos carbonatados, silíceo-carbonatados y terrígeno-carbonatados con edades comprendidas entre el Jurásico Superior y el Cuaternario, así como la presencia de un sistema de grietas y fallas que facilitan el proceso de infiltración de las aguas de lluvia hasta las grandes profundidades y el ascenso a la superficie de las aguas termales.

HIDROGEOLOGIA

La estructura hidrogeológica del yacimiento se caracteriza por ser una estructura abierta con aguas con presión-artesianas, perteneciente a la zona de agrietamiento del Jurásico

superior. Los manantiales tienen una característica peculiar y es su alineación que se corresponden con las fallas secundarias.

Las rocas acuíferas son de dos tipos: Calizas agrietadas con oquedades y calizas agrietadas con zonas de trituración. Ambas rocas contienen las aguas mineromedicinales con elevada temperatura, cercana a los 40° -48 grados centígrados, con una estabilidad en la composición físico-química en todos los manantiales y pozos de explotación del yacimiento.

CARACTERISTICAS FISICO –QUIMICAS.

Para la caracterización de las aguas mineromedicinales del balneario de Elguea se tomaron por un lado, los datos del muestreo realizado por la Empresa Geólogo Minera del Centro (Marshall et al 1987) en el período comprendido entre el 16/06/85 y el 25/12/85 en los manantiales conocidos como: Suave, Belleza, Hongo, Guapo y Carabaña, y por el otro datos del mismo autor en trabajos de Explotación del 2000, de los pozos PE-1 y PE-2 procesados por los autores del proyecto de investigación ramal 005 del MINSAP en el período 2001 al 2003 y reflejados en la tabla 24.

Tabla 24. Composición físico-química característica de los pozos de explotación Gemelos PE – 1 y PE - 2.

Parámetros, g/l	Pozos de Explotación PE – 1 y PE – 2 Valores Promedios
Mineralización total (Residuo seco)	51
Sales Solubles totales (S.S.T.)	50
Cl ⁻	28
HCO ₃ ⁻	0,22
SO ₄ ²⁻	3,9
Na ⁺	15
Ca ²⁺	1,6
Mg ²⁺	1,3
K ⁺	0,5
NH ₄ ⁺ , mg/L	–
NO ₃ ⁻ , mg/L	–
NO ₂ ⁻ , mg/L	–
Br ⁻ , mg/L	103
I ⁻ , mg/L	–
Sr ²⁺ , mg/L	–
B (H ₃ BO ₃), mg/l	35
Al, mg/l	1,0

Ti, mg/l	0,3
V, mg/l	0,3
Zr, mg/l	0,4
Mn ²⁺ , mg/L	0,2
Ni ²⁺ , mg/L	0,5
Zn ²⁺ , mg/L	–
Radón (Rn 222), nCi/l	4
Fe (Total), mg/L	1,0
Parámetros, g/l	Pozos de Explotación PE – 1 y PE – 2 Valores Promedios
Cd ²⁺ , mg/L	–
Cu ²⁺ , mg/L	0,7
Li ⁺ , mg/L	–
Ag ⁺ , mg/L	–
Pb ²⁺ , mg/L	–
Hg, mg/L	–
S ²⁻ (SH ₂ + SH), mg/L	30
H ₂ SiO ₃ (SiO ₄ H ₄), mg/L	25
F ⁻ , mg/L	–
Cr ⁶⁺ , mg/L	0,4
Composición iónica básica	Clorurada- Sulfatada / Sódica- Magnesiana- Cálcida
Tipo de agua (> 20 % equivalente)	Clorurada /Sódica [Cl (91) / Na (77)]
Error del análisis, %	< 3
PH	7,3
Temperatura de surgencia, °C	44
Clasificación del agua mineral	Agua mineromedicinal, clorurada, sulfatada, sódica, cálcida, magnesiana, sulfurada, bromurada, salmueras radioactiva-radónica de composición clorurada sódica con reacción alcalina, hipertermal con caudales de bombeo de 12,0 l/seg.

Como puede apreciarse todas estas aguas son del tipo cloruradas sódicas con un mismo patrón hidrogeoquímico (811-901). En general, todas ellas son similares entre sí, diferenciándose fundamentalmente en sus temperaturas que varían entre 31 y 48 °C (aguas calientes). Aplicándose una prueba de Duncan, basada en un test de Fisher, se comprobó que no existían diferencias significativas entre las principales variables hidroquímicas (TSS, dureza, Cl^- , Na^+ , CO_2) en los manantiales estudiados.

Todas estas aguas presentan una composición química muy estable, tal como se deduce de los bajos valores de los coeficientes de variación de los minerales disueltos (TSS). La comparación de la composición química de las aguas de Elguea (tomando como referencia el manantial El Guapo) con la establecida por las normas cubanas de agua mineral, mediante el diagrama de DeFrancesco muestra que la acción terapéutica de estas aguas está dada por su mineralización total (TSS) y por el contenido de Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Sr^{2+} , Br^- , As^{3-} , H_2S , y en cantidades muy cercanas a la norma, SiO_2 , I^- y F^- .

Las aguas del balneario de Elguea son utilizadas para tratamientos terapéuticos que son coherentes con sus propiedades químicas físicas (Gómez et al, 1993; Lantigua, 1996).

El origen de estas aguas puede estar relacionado con la presencia de aguas marinas pretéritas, con la concentración de sales producida en un acuífero profundo asociado a un foco de origen geotérmico.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Enfermedades del sistema osteomioarticular.

Enfermedades reumatológicas.

Enfermedades respiratorias.

Enfermedades neurológicas.

Enfermedades metabólicas.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

El balneario consta de un complejo de edificaciones, entre las que cuenta las dedicadas al tratamiento, con una edificación dividida en pocetas y albercas con aguas mineromedicinales dedicada al tratamiento y otras áreas se encuentran dedicadas a los tratamientos llamados método egipcio con fango medicinal. La unidad de salud cuenta con persona médico y para médico especializado, con locales de consultas de fisioterapia, y otras dedicadas a diferentes técnicas hidrotermales, además se utiliza la talasoterapia como tratamiento adicional. Así cuenta con un moderno hotel de más de 100 habitaciones y 20 cabañas distribuidas en forma de estrellas que garantizan una capacidad de alojamiento para alrededor de 320 usuarios, con un restaurante, cafetera, y parrillada que aseguran la alimentación; completan la instalación, locales para actividades recreativas, dentro de las que sobresalen una piscina rodeada de mesas con sombrillas, canchas de tenis, baloncestos voleibol, sala de videos y juegos de mesa.

VI .3.10 YACIMIENTO CIEGO MONTERO

MARCO GEOGRÁFICO.

Se encuentra ubicado aproximadamente a 11 km del poblado de la cabecera municipal Palmira, en un área llana, además de encontrarse ubicada la fábrica de refresco y agua mineral Ciego Montero-véase la figura 55.

Se comunica con la Ciudad de la Habana y Cienfuegos por una línea férrea, las precipitaciones son del orden de 1528 mm, con máxima de 2400 mm y mínimas de 250 mm, comportándose el período húmedo de mayo a noviembre y el seco de diciembre a abril.

RESEÑA HISTORICA.

Se desconoce la fecha y circunstancias en que fueron descubiertos estos manantiales, pero su existencia fue divulgada a partir de 1835 por Eugenio Entenzas dueño del ingenio que allí existía y desde ese entonces se reportan la efectividad de esas aguas.

El uso organizado de esta agua comienza en 1952, cuando Andrés López Samper adquiere la finca y levanta las primeras edificaciones dirigidas a la explotación de los baños, además del embotellamiento de las mismas.



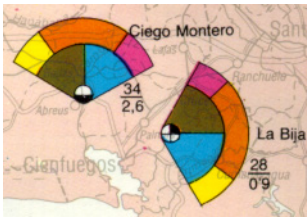


Figura 55. Ubicación geográfica del Yacimiento Ciego Montero

GEOLOGÍA

La geología del área de estudio está compuesta de rocas volcánicas y sedimentarias del Cretácico. Las rocas volcánicas están compuestas por diabasas, andesitas, tobas, de composición andesíticas y aglomerados de lava (Grupo Perseverancia) integrado por la Formaciones m Guanajay, Esperanza y otras del K₂. Están presentes depósitos de la formación Managua del K₁, constituidos por areniscas tobáceas, aleurolitas y en ocasiones calizas arrecifales y las rocas sedimentarias están constituidas de aleurolitas, areniscas, calizas compactas y capas de arrecifes y conglomerados. También afloran en el área intrusiones de granitoides representadas superficialmente por dioritas muy erosionadas.

HIDROGEOLOGÍA

Se encuentra estructurada por las cuencas superpuestas de Cienfuegos y Santo Domingo, presentando dos complejos acuíferos:

a). Complejo acuífero del K₁

Constituido por rocas volcánicas, vulcanógeno-sedimentarias de la Fm. Rosita. Se caracteriza por presentar gastos inferiores a 1 l/s

b) Complejo acuífero del K₂. maestrichtiano- Paleógeno:

Constituido por rocas terrígenas-sedimentarias de las Formaciones San Pedro, Esperanza y Damují

c) Complejo acuífero relacionado con las rocas del arco volcánico Cretácico.

Ocupa $\frac{3}{4}$ partes de la porción norte y centro del territorio estudiado relacionado con los depósitos miocénico, rocas terrígenas carbonatadas asociadas a las rocas vulcanógenas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

Para la caracterización de las aguas mineromedicinales del balneario de Elguea se tomaron los datos del informe de exploración geológica realizado por la Empresa Geólogo Minera del Centro (Almaguer et al 1987) en los manantiales conocidos como: Mn-1 y Mn-2, así como en los pozos de perforación PC-1, PC-5 y PC-12 procesados por los autores del proyecto de investigación ramal 005 del MINSAP en el período 2001 al 2003 y reflejados en la tabla 25.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Esta agua se utilizan tanto en forma de baños, como para los tratamientos hidropónicos como bebida en:

Enfermedades gastrointestinales.

Enfermedades dermatológicas.

Enfermedades del sistema osteomioarticular.

DESARROLLO BALNEOLÓGICO.

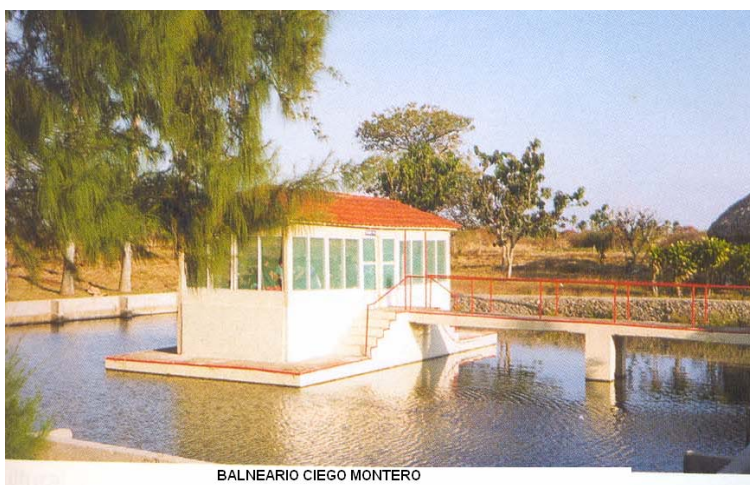
En estos momentos está prestando servicio como centro balneológico.

Tabla 25. Características físico –químicas tipo de los manantiales y pozos.

Parámetros, mg/l	Pozos PC-1, PC-5, PC-12 y Manantiales Mn-1 y Mn-2 (promedio)
Mineralización total (Residuo seco)	2080
Sales Solubles totales (S.S.T.)	Ausencia de datos
CO ₃ ²⁻	Ausencia de datos
Cl ⁻	1070
HCO ₃ ⁻	240
SO ₄ ²⁻	179
Na ⁺	708
Ca ²⁺	69
Mg ²⁺	4
K ⁺	6
NH ₄ ⁺	0
NO ₃ ⁻	< 10
NO ₂ ⁻	Ausencia de datos
Br ⁻	0.62
I ⁻	0
Sr ²⁺	Ausencia de datos
Mn ²⁺	0.031
Ni ²⁺	0.071
Zn ²⁺	Ausencia de datos
Radón (Rn 222), nCi/l	Ausencia de datos
Fe (Total)	0.03
Cd ²⁺	Ausencia de datos
Cu ²⁺	0.03
Li ⁺	Ausencia de datos
Ag ⁺	0.01
Pb ²⁺	0.06
Hg	Ausencia de datos
S ²⁻ (SH ₂ + SH)	13
H ₂ SiO ₃ (SiO ₄ H ₄)	47
F ⁻	Ausencia de datos
Cr ⁶⁺	Ausencia de datos
Al ³⁺	0.066
Mo	0.027
W	Ausencia de datos
Ti	0.007
B	Ausencia de datos
Ba	Ausencia de datos

PARÁMETROS, MG/L	Pozos PC-1, PC-5, PC-12 y Manantiales Mn-1 y Mn-2 (promedio)
V	Ausencia de datos
Ga	Ausencia de datos
Se	Ausencia de datos
Composición iónica básica	Clorurada.Bicarbonatada/Sódica.Cálcica
Tipo de agua (> 20 % equivalente)	[Cl (80) / Na (89)]
Error del análisis, %	4%
PH	7,8
Temperatura de surgencia, °C	33 – 34°
Clasificación del agua mineral	Agua mineromedicinal sulfurada, silíceas, con contenidos anómalos de Bromo, de baja mineralización, de composición iónica Clorurada Sódica, de reacción ligeramente alcalina, mesotermal, con caudal de surgencia natural en los pozos y en el manantial de unos 6,5 l/seg, con presencia de microalgas del grupo de las cianofíceas (cianobacterias)

Como se puede apreciar estas aguas se clasifican como cloruradas sódicas, sulfuradas silíceas, poseen una elevada estabilidad en su composición química, tienen una mineralización total de 1.87-2.2g/l, con temperaturas que varían entre 32-43 0C, con un caudal de 388.8 metros cúbicos /día.



BALNEARIO CIEGO MONTERO

Figura 56. Balneario Ciego Montero

VI.3.11. YACIMIENTO SAN JOSÉ DEL LAGO

MARCO GEOGRÁFICO.

Ubicado al suroeste del poblado de Mayajigua en el municipio Yaguajay, provincia de Sancti Spíritus en la llanura norte de la presa, con un clima fresco, con una temperatura media anual del aire entre 25 y 26° C, para los meses de verano e invierno son más bajas, 22-23° C, con un relieve suave en la mayor parte del área y en el extremo sur aparecen unas elevaciones con cotas de hasta 225 msnm, con vegetación arbustivas. Las precipitaciones con dos períodos bien diferenciados.

RESEÑA HISTÓRICA.

La historia de este balneario se remonta hasta el siglo XVI, según la literatura, a principios del siglo XIX, la hacienda donde se encuentra ubicado el actual motel "Los lagos de Mayajigua", pertenecía a Don Luis Miguel de Rojas y Loyola, rico propietario, que tuvo noticias de la existencia de los manantiales por boca de los esclavos que a menudo se bañaban en las tibias aguas que brotaban allí cerca, para aliviar el dolor de su cuerpo cuando eran sometidos a castigos; y observaban asombrados como sus heridas sanaban con extraordinaria rapidez.

Ya en la primera mitad del siglo XIX se construyeron dos cabañas para hospedajes y la piscina termal. El lugar era visitado desde entonces por ilustres personalidades de la época, como el Obispo de Espada, y el Conde de Bellamar.

GEOLOGIA

En la región existen 4 Formaciones geológicas distribuidas en la zona estructuro-faciales, relacionada:

Fm. Palenque:

Está constituido por calizas ofaníticas, presentando dentro de ellas aparecen calizas macrocristalinas porosas organógenas y algunas afectadas por la dolomitización

Fm. Tobas:

Representadas por rocas litoclastica de granos finos a medio esta formación es de K₁-K₂, Su potencia sobrepasa a los 2000 m.

Fm. Vega:

Representa un complejo potente de rocas fundamentalmente terrígenas con presencia de rocas carbonatadas, calizas fragmentarias, brechas poligénicas, conglomerados brechosos, areniscas polinícticas, tufitas aleurolitas, margas y calizas. Dentro de esta formación se localiza el yacimiento de aguas minerales San José del Lago asociado a una zona de intenso agrietamiento provocado por las fallas Calienes, San José y La Chucha, teniendo una potencia de 500 m de edad que va desde el Oligoceno hasta el Mioceno medio. Predominan los sedimentos arcillosos del Cuaternario de diferente granulometría.

Fm. Mata:

Representada por una alternancia de calizas microgranulares aporcelanadas, fragmentarias de capa fina a medias, pedernales fragmentarios, se observan las intercalaciones de conglomerados brechosos, calcáreos y arcillosos, la edad es Cretácico Inferior Albiano al Cretácico Superior Cenomaniano.

HIDROGEOLOGÍA

Se encuentran presente los horizontes y zonas acuíferas siguientes:

a) Horizonte acuífero del P₁-P₂²

Pertenciente a la roca de la formación Vega, se localizan en la parte sur. En este horizonte se localizan agua del tipo estrato intersticial que constituyen la formación Vega, este horizonte está constituido por brechas carbonatadas, calizas más o menos fragmentarias, brecha polimicticas débilmente segmentadas, areniscas polimícticas y tufogénica, aleurolitas, margas y arcilla.

b) Horizonte débilmente permeable del K₁-K₂¹

Constituido por la formación Tobas, se localiza en la parte central algo hacia el Norte, son encontradas aguas del tipo estrato fisurales. Este horizonte constituye una frontera semi-impermeable que limita el drenaje de las aguas del yacimiento hacia el norte.

c) Zona acuífera San José del Lago

Constituye la zona hidogeológica donde se encuentra el yacimiento, posee un área de 0.22 km², se encuentra directamente relacionado con el agrietamiento principal y secundario ocasionado por la fallas Calienes, Zanjase y la Chucha en el horizonte P₁-P₂² hasta la profundidad donde se encuentra el yacimiento San José del Lago. Las aguas son del tipo estrato-fisura y se considera la zona acuífera un triangulo entre las fallas antes mencionadas. En estas zonas se desarrolla un intenso agrietamiento y gran cantidad de carso vertical y horizontal profundo, ambos fenómenos se encargan de controlar y distribuir las aguas

CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS.

Para la caracterización de las aguas mineromedicinales del yacimiento y balneario de San José del Lago se tomaron los datos del informe de exploración geológica realizado por la Empresa Geólogo Minera del Centro (Rodríguez y Pérez Conde et al 1989) en los manantiales conocido como Mn-1 y en los pozos de explotación PB-1 y PB-2, procesados por los autores del proyecto de investigación ramal 005 del MINSAP en el período 2001 al 2003 y reflejados en la tabla 26.

Tabla 26. Características físico –químicas tipo de los pozos y manantial.

Parámetros, mg/l	Pozos PB – 1 y PB – 2 y Manantial Mn – 1 Valor Promedio
Mineralización total (Residuo seco)	500
Sales Solubles totales (S.S.T.)	Ausencia de datos
Cl ⁻	35
CO ₃ ²⁻	Ausencia de datos
HCO ₃ ⁻	330

SO ₄ ²⁻	25
Na ⁺	25
Ca ²⁺	70
Mg ²⁺	26
K ⁺	3
NH ₄ ⁺	Ausencia de datos
NO ₃ ⁻	0
NO ₂ ⁻	0
Br ⁻	2.2
Parámetros, mg/l	Pozos PB – 1 y PB – 2 y Manantial Mn – 1 Valor Promedio
I ⁻	0.018
Sr ²⁺	0.47
B (H ₃ BO ₃), mg/l	Ausencia de datos
Al, mg/l	Ausencia de datos
Ti, mg/l	Ausencia de datos
V, mg/l	Ausencia de datos
Zr, mg/l	Ausencia de datos
Mn ²⁺	0.06
Ni ²⁺	0.05
Zn ²⁺	0.1
Radón (Rn 222), nCi/l	0.25
Fe (Total)	4.5
Cd ²⁺	0.05
Cu ²⁺	0.05
Li ⁺	0.02
Ag ⁺	Ausencia de datos
Pb ²⁺	0.1
Hg	Ausencia de datos
S ²⁻ (SH ₂ + SH)	Ausencia de datos
H ₂ SiO ₃ (SiO ₄ H ₄)	26
F ⁻	0.4
Cr ⁶⁺	Ausencia de datos
W	Ausencia de datos
Sn	Ausencia de datos

Ga	Ausencia de datos
Se	Ausencia de datos
Ba	0.2
Composición iónica básica	Bicarbonatada-Clorurada / Cálctica- Magnesiana
Tipo de agua (> 20 % equivalente)	[HCO ₃ (78) / Ca (52). Mg (32)]
Error del análisis, %	1%
Parámetros, mg/l	Pozos PB – 1 y PB – 2 y Manantial Mn – 1 Valor Promedio
PH	7,5
Temperatura de surgencia, °C	26 – 30°C
Clasificación del agua mineral	Agua mineromedicinal con contenidos anómalos de Hierro, Bromo, Estroncio y ácido silíceo (H ₂ SiO ₃), oligomineral, de composición iónica bicarbonatada cálcica magnesiana, con reacción ligeramente alcalina, hipo y mesotermal con caudales de surgencia natural en los pozos y el manantial de hasta 16.0 l/seg.

Las aguas presentan una elevada estabilidad en su composición química son oligominerales, hidrocarbonatadas-cálcicas, nitrogenadas, débilmente radónicas, con temperaturas de 30-35 Oo, una mineralización total de 0.5g/l y con un caudal de 8.25l/s.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Enfermedades gastrointestinales.
 Enfermedades del sistema circulatorio.
 Enfermedades del sistema osteomioarticular.
 Enfermedades dermatológicas.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

Cuenta con una unidad médica atendida por personal profesional y técnico con calificación, especialización y experiencia, dotado con un equipamiento necesario para la aplicación de procedimientos terapéuticos complementarios a las técnicas hidrotermales habituales. Dispone de 72 cabañas plenas de modernas comodidades y un restaurante con productos apropiados atendido por un personal de elevada profesionalidad. Parte de estas instalaciones se pueden apreciar en la figura 57.



BALNEARIO SAN JOSE DEL LAGO

Figura 57. Balneario San José del Lago.

VI.3.12. YACIMIENTO EL CEDRÓN.

MARCO GEOGRÁFICO.

Ubicado cerca del río Cruces de los Baños con un relieve accidentado cerca del poblado del mismo nombre perteneciente al municipio Tercer Frente, situado en una localidad baja de la vertiente norte de la Sierra Maestra rodeada de fincas con cultivos de café y bosques semidecíduos, según se puede apreciar en la figura 58.

Hacia el Sur se disfruta del majestuoso paisaje de la Sierra Maestra.



Figura 58. Ubicación geográfica del Yacimiento El Cedrón

RESEÑA HISTÓRICA.

Estos manantiales fueron descubiertos en la primera mitad del siglo XIX por un colono (cultivador de la caña de azúcar), Ramón de Guaninao. En 1849, Francisco Beltrán analizó sus aguas y las clasificó como “Salinas excitantes y medicinales meritoriamente”. Utilizando el lenguaje y conceptos de la época, en 1965 se publica un folleto anónimo en que se relacionan las propiedades terapéuticas de esta agua.

Sin embargo no es hasta la década del 50 de ese siglo, cuando se logra organizar su uso. En esos años la propietaria de esos baños era una farmacéutica, y de aquí surge el nombre de los baños de la doctora, motivado por la aceptación que tenían esas aguas, comienza la construcción de un hotel, que continúa con el triunfo de la Revolución.

GEOLOGÍA

Predominan las secuencias vulcanógenas sedimentarias de miles de metros de espesor con abundantes cuerpos abisales, y pavisales y subvolcánicas. Se desarrollan fundamentalmente las rocas de las formaciones El Cobre, Charco Redondo, Río Macío; así como los cuerpos de dioritas, dacita y andesitas

Fm. El Cobre:

Está representada fundamentalmente por rocas efusivas y vulcanógeno-sedimentarias, que incluyen andesitas lavas, en forma de mantos y cuerpos hipavisales, presencia de tufitas con intercalaciones en forma de lentes y capas de calizas organogénicas, tobáceas y miembro cubitas, representado por lentes de caliza de diferentes dimensiones que aparecen indistintamente separados en las rocas de la formación Cobre. Su estructura es a veces brechosas con espesor hasta de 60 metros de edad Paleoceno superior a Eoceno inferior

Fm. Charco Redondo:

Constituida por calizas compactas órgano-detríticas, fosilífera, de color muy variable. Predominan dos tipos fundamentales de caliza, una conglomerática con abundantes algas coliarías y forameníferas.

Fm. Río Macío:

Esta formación está constituida por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, arcilla derivados de la erosión fluvial de los macizos rocosos presentes en la región.

HIDROGEOLOGIA.

Las aguas subterráneas que se encuentran más difundida en la región de los trabajos están asociadas a las rocas de la formación El Cobre, representadas en su mayor parte por rocas efusivas y vulcanógenas - sedimentarias que incluyen lavas, aglomerados tobáceos, tobas, tufitas e intercalaciones de calizas organógenas.

La permeabilidad vertical es muy pequeña en comparación con la horizontal lo que se debe a espacios vacíos entre capas superpuestas, mientras en la vertical se debe a las fracturas tectónicas.

Por otra parte las aguas de las zonas tectónicas salen a la superficie en forma de manantiales, desapareciendo algunos en la época de seca.

CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS.

Las aguas son generalmente dulces, de baja mineralización (0.4-1g/l, y por su composición química son hidrocarbonatadas, sódicas magnesianas y a veces cálcica.

INDICACIONES TERAPEUTICAS.

Enfermedades gastrointestinales.
Enfermedades del sistema circulatorio.
Enfermedades del sistema osteomioarticular.
Enfermedades dermatológicas.

DESARROLLO BALNEOLOGICO.

En la actualidad cuenta con la cercanía de un centro turístico nombrado el Saltón” con magníficas condiciones estructurales, lo que puede ofrecer potencialmente alojamiento a los que visitan el balneario.

VI.3.13. YACIMIENTO LA CUQUITA.

MARCO GEOGRÁFICO.

Ubicada al Sur de la provincia Santiago de Cuba a unos 90 Km al Oeste de la ciudad capital provincial y aproximadamente 15 km al Oeste del poblado de Chivirico, el cual forma el principal grupo poblacional del municipio Guamá, según se puede apreciar en la figura 59.



Figura 59. Ubicación geográfica del Yacimiento La Cuquita

Los manantiales se ubican aproximadamente a 15 km al Oeste del poblado de Chivirico. La zona posee un excelente acceso a partir de la cantera “Costa Sur” en el tramo entre los ríos Bayamito (al Este) y Vijas (al Oeste de los manantiales), con aproximadamente 200 m de terraplén.

RESEÑA HISTORICA.

Es el primer balneario construido en la región oriental, se inauguró en homenaje al 38 aniversario del victorioso combate del Uvero.

GEOLOGÍA

Los manantiales brotan en la base de una pequeña elevación entre las cotas 5 y 6m, formando un pequeño arroyo, el cual a unos 50 m al sur formó una zona pantanosa aproximadamente de 2 Ha.

Las rocas presentes en la zona corresponden a las vulcanitas y rocas vulcanógeno sedimentarias con intercalaciones de calizas marmolizadas del Cretácico, pertenecientes a la formación EL Cobre.

Existen fallas subverticales con predominio de las direcciones NE y NW. Se supone que las aguas termominerales estén asociadas a una falla subvertical con dirección NE (25 grados/ subvertical) a través de una zona de fallas de menor tamaño con dirección NW (320 grados/subvertical).

HIDROGEOLOGÍA.

Los manantiales brotan en tres puntos alineados con una dirección aproximada E-W y a distancia entre 30x50m. De estos solamente poseen caudal medible los dos extremos, en las cuales se obtuvieron gastos de 0,2 l/seg (extremo este) y 0,5 l/seg (extremo oeste), este último el más importante de todos.

Los manantiales poseen una temperatura de 35,5⁰ C y se observan intermitencias de gases con una frecuencia de 10 seg.

Las aguas son cristalinas, salobres, mantienen una mineralización y caudal prácticamente constantes, por lo que se considera como provenientes de relativamente grandes profundidades.

Los resultados de los análisis revelan a esta agua como mineralizadas (mineralización total 9,1 g/l) del tipo cloruradas sódico-cálcicas, con un PH = 7,4.

INDICACIONES TERAPÉUTICAS

Según los resultados obtenidos estas aguas podrán utilizarse como aguas mineromedicinales para uso balneológico en varias patologías entre las cuales se encuentran, tuberculosis, afecciones quirúrgicas terapéuticas, afecciones reumáticas, ginecológicas, rinitis, laringitis, enfermedades crónicas de la piel, etc.

DESARROLLO BALNEOLÓGICO.

Este balneario representa una opción para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los moradores de este territorio, y al propio tiempo, para brindar atención al turismo internacional.