

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

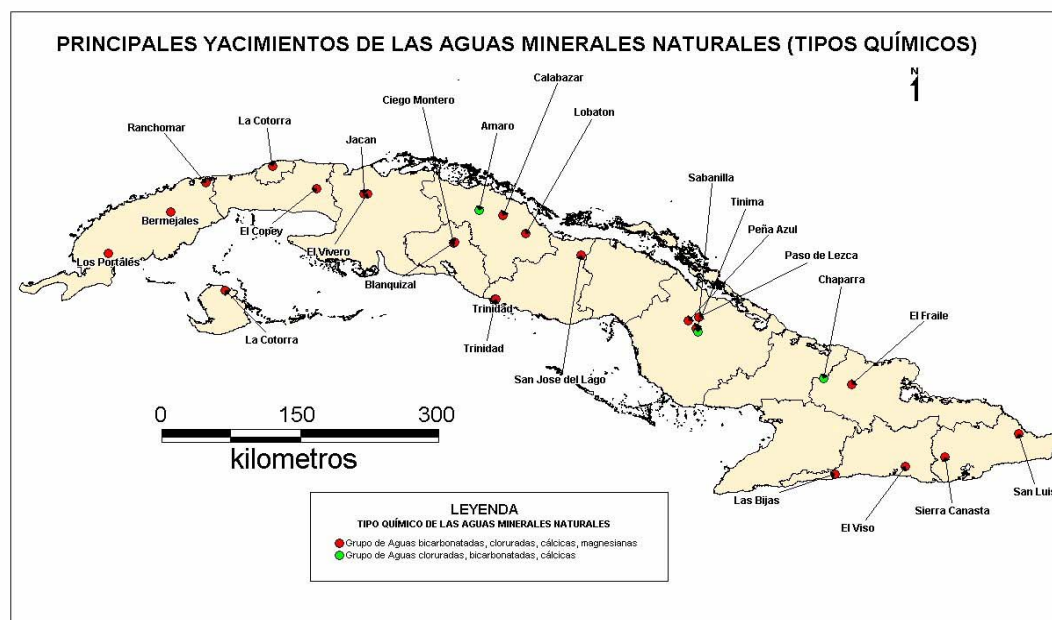


Figura 37 Principales yacimientos de aguas minerales naturales de Cuba
Fuente: Proyecto ramal 005 del MINSAP, 2001 -2003.

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.

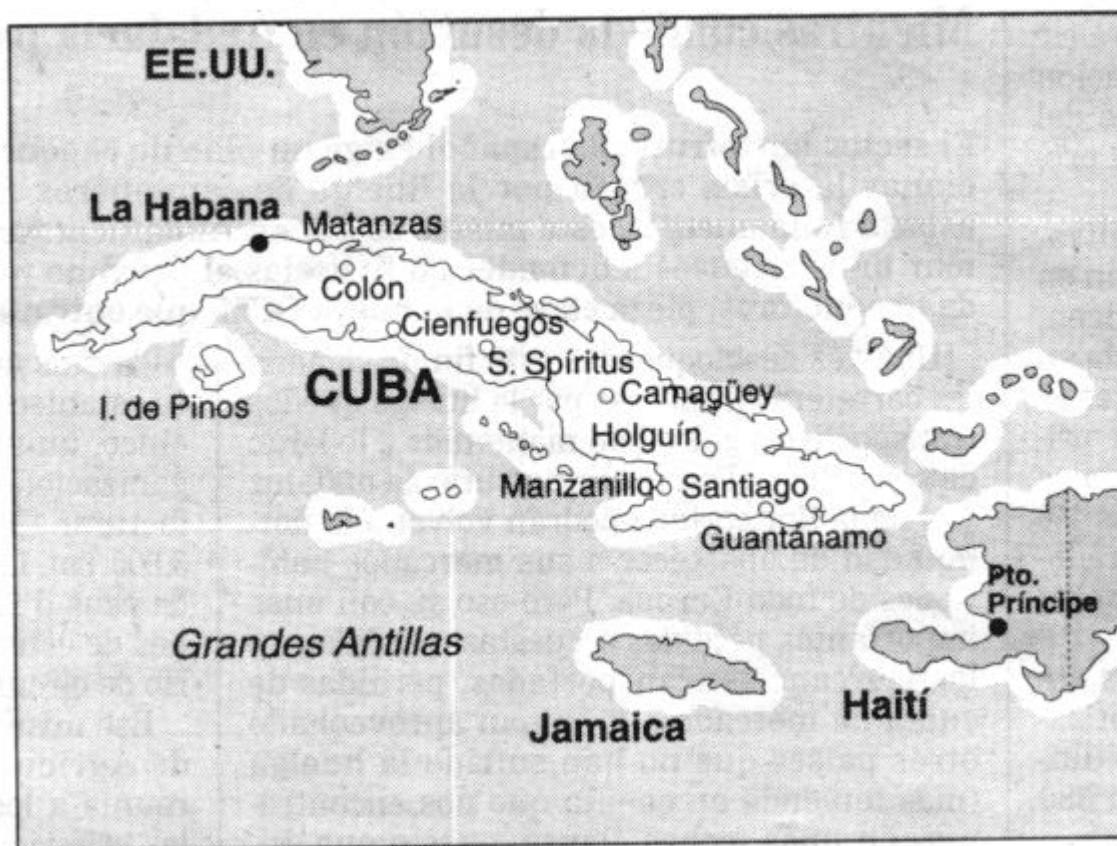


Figura 41 Mapa General de Cuba con itinerarios de los balnearios

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 Lucía, 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 Lucía, 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 fértidas 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 minero - 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.