

## FUENTES TERMALES Y SULFUROSAS DEL FLANCO NORANDINO, ESTADOS TRUJILLO, MÉRIDA Y TÁCHIRA. VENEZUELA

### HOT AND SULPHUR SPRINGS OF THE NORTHANDEAN FLANK, TÁCHIRA, MÉRIDA AND TRUJILLO STATES, VENEZUELA.

*Franco Urbani <sup>\*1,3</sup> y Federico Galarraga <sup>2</sup>*

---

#### RESUMEN

Durante un estudio de las emanaciones de hidrocarburos en el Flanco Norandino que abarcó los estados Táchira, Mérida y Trujillo, se localizaron siete fuentes de aguas termales y sulfurosas, nunca previamente publicadas. Los manantiales fueron estudiados y ubicados en mapas geológicos, en cuatro de ellos las aguas fueron analizadas físico-químicamente. Las aguas son de tipo sulfatadas sódico a magnesianas y bicarbonatadas cálcicas a sódicas. Entre las fuentes estudiadas está un grupo de 19 brotes ubicados en la cuenca del río Onia, con temperaturas variables de 25° a 62°C, siendo la fuente termal más cálida del estado Mérida, con gran caudal y potencialidad para establecer algún centro con fines médico-turísticos. Este trabajo constituye un aporte al Inventario Geotérmico Nacional.

#### ABSTRACT

During a study of the hydrocarbons emissions of the North Andean Flank covering Táchira, Merida and Trujillo states, a number of thermal and sulfur water springs never previously studied were located. The sources were located in geological maps and partially studied, in four water samples physical-chemical analysis were performed. The waters are sodium to magnesian sulfated and calcium to sodium bicarbonated. In the Onia river basin there is an outstanding group of 19 springs with temperatures ranging from 25° to 62°C, which is the warmest hot spring of Merida state, with a large flow and therefore with potential to establish a center for medical-tourism use. This work is a contribution to the National Geothermal Inventory.

---

**Palabras claves:** Geotermia, hidrogeología, hidrogeoquímica, manifestaciones geotérmicas.

**Key words:** Geothermics, hydrogeology, hydrogeochemistry, geothermal manifestations.

#### INTRODUCCIÓN

Durante los años 1989 y 1990 el personal del Departamento de Geología y del Instituto de Geoquímica de la Universidad Central de Venezuela, llevó a cabo el proyecto *Estudio Geológico Integrado del Flanco Norandino* para la

empresa Maraven S.A. Dentro de las múltiples facetas del proyecto, los autores estuvieron a cargo del estudio de los menes de crudo, tanto en la fase de campo como de posteriores análisis de geoquímica orgánica (e.g. Tocco *et al.* 1995, Galarraga *et al.* 2010, y referencias allí contenidas).

Previo a la campaña de campo se hizo una extensa búsqueda en los centros de documentación de las empresas Lagoven y Maraven, consultando cerca de un centenar de informes inéditos elaborados entre 1913 y 1958, en cuyos mapas aparecían ubicadas emisiones de hidrocarburos, como menes de crudo, gas, rocas impreg-

---

\* Individuo de número de las academias de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Universidad Central de Venezuela. <sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. Dept. de Geología. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias., ICT. Caracas. <sup>3</sup> Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, El Llanito. Caracas.

nadas de o por simple olor, a petróleo. En muchos de esos informes también aparecían localizados y descritos manantiales de aguas sulfurosas y termales. Con las copias de estos notables mapas se procedió a la etapa de campo. Debe indicarse que cuando apenas se había alcanzado un 60% de avance del trabajo sobre los menes, por razones de prioridades, la empresa Maraven reasignó a los autores para continuar el mismo tipo de trabajo pero en el flanco de la Sierra de Perijá (Urbani y Galarraga 1991), quedando la exploración del Flanco Norandino incompleta e inédita.

Como un subproducto del trabajo de campo, se ubicaron varias fuentes termales y/o sulfurosas, algunas aisladas y otras relacionadas con las emisiones de hidrocarburos (Fig. 1). Debido a que el trabajo de campo no estuvo dirigido específicamente a este tipo de manifestaciones, no se realizó un estudio adecuado de las mismas, pero a pesar de ello, se pudo reunir suficiente información que consideramos un aporte útil al conocimiento geotérmico del país, ya que ninguna de las manifestaciones que ahora publicamos había sido incluida en el Inventario Geotérmico Nacional, ni aparecen citadas en publicaciones formales previas.

Para mayor información sobre las manifestaciones geotermiales de los Andes venezolanos pueden consultarse los trabajos de Burguera (1988, 1989) para Táchira, Burguera *et al.* (1983) para Mérida, y Carrillo *et al.* (2015) para Trujillo, así como Urbani (1984, 1992) para una visión integral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como convención, en el texto utilizamos la siguiente clasificación: aguas *frías* las que tienen una temperatura igual o menor a la temperatura media anual, *tibias* aquellas con temperaturas mayores a la media anual pero menores de 37°C, *calientes* aquellas entre 37° y 70 °C, y *sulfurosas* aquellas que ya sea tengan olor a H<sub>2</sub>S, un alto contenido de sulfato, o que precipiten algún

compuesto de azufre. Luego del nombre de cada manifestación, se presenta un código constituido por las dos primeras letras del estado, seguido de un número secuencial correspondiente a la continuación de las siglas del Inventario Geotérmico Nacional previamente publicado en Urbani (1991).

## RESULTADOS

### 1. AGUA CALIENTE, RÍO PAJITAS, TÁCHIRA (Agua tibia, sulfurosa, Ta.19)

*Trabajos previos:* Esta manifestación geotérmica no se encuentra ubicada en ninguno de los numerosos informes de las empresas petroleras. En el trabajo de Schaub (1943) aparece localizado un mene de crudo a unos 300 m aguas abajo del manantial tibio. Fue precisamente durante la búsqueda de este mene, que siguiendo las indicaciones del baqueano encontramos este minúsculo manantial que los lugareños denominan “Agua Caliente”.

*Ubicación:* Se localiza a 10,5 km al SSO de Boconó, un poblado ubicado en la carretera Panamericana, entre La Fría y El Vigía. Desde el pueblo se toma un camino de tierra que llega hasta Pajitas Arriba. Esta vía tiene un puente metálico sobre el río Pajitas, allí debe dejarse el vehículo y proseguir caminando aguas arriba en el cauce del río por unos 900 m (Fig. 2). El manantial se encuentra a 415 m s.n.m.

*Descripción:* El agua mana de una oquedad de apenas 5 cm de diámetro, ubicada a 1,5 m sobre el cauce del río en la pared casi vertical de un afloramiento de arenisca. El agua tiene 26,5°C, mientras que en el río adyacente se midió 23°C. El caudal estimado es de 0,5 L/s y al circular sobre la roca crecen algas verdes.

*Geología:* La arenisca pertenece a la Formación Mirador y en ella se forma un encajonamiento del río. Unos 300 m antes de llegar al manantial hay un mene de crudo que brota de la Formación Carbonera (ubicado por Schaub 1943).



**Figura 1.** Mapa de localización. Los recuadros enumerados ubican a las figuras siguientes.

*Geoquímica:* Ésta es el agua con más bajo Total de Sólidos Disueltos (44 ppm) de las muestras analizadas (Tabla 1) resultando de tipo sulfatada-magnesiana. Probablemente el acuífero que la alimenta no exceda de 30°C.

## 2. RÍO AGUAS CALIENTES, CUENCA DE ONIA, MÉRIDA (Aguas tibias y calientes, sulfurosas, Me.23)

*Trabajos previos:* Esta zona fue estudiada por muchos geólogos de la empresa The Caribbean Petroleum Co. desde 1912. Los primeros resultados aparecen en el informe compilado por G. Jeffreys (1913), donde menciona que en el Río Aguas Calientes hay varios menes y fuentes termales. En el mapa de Argabrite (1922) se ubican tanto a los menes como las fuentes

termales. En ese mismo año, Albert Oschner (1922) cartografía la zona a escala 1:5.000 utilizando plancheta, ubicando detalladamente los menes de crudo y las fuentes termales (sin indicar temperaturas). Este mapa fue utilizado en nuestro trabajo de campo confirmando la exactitud de las ubicaciones de dicho autor (Fig. 3B). El mismo autor (Oschner 1925) presenta un mapa síntesis a escala 1:50.000 indicando una temperatura de 112,5 °F [44,8 °C]. Posteriormente, Bong (1928), Schaub (1943), Wolcott (1943) y Sharp (1955) vuelven a ubicar o mencionar estas fuentes.

*Ubicación:* Las fuentes se localizan a 11 km al SSO de El Vigía, en la cuenca del río Onia, específicamente en el cauce del Río Guayabones que en este sector se denomina Aguas Calientes, si bien los lugareños apenas a un par de kilóme-

**Tabla 1.** Análisis físico-químicos de las aguas termales.

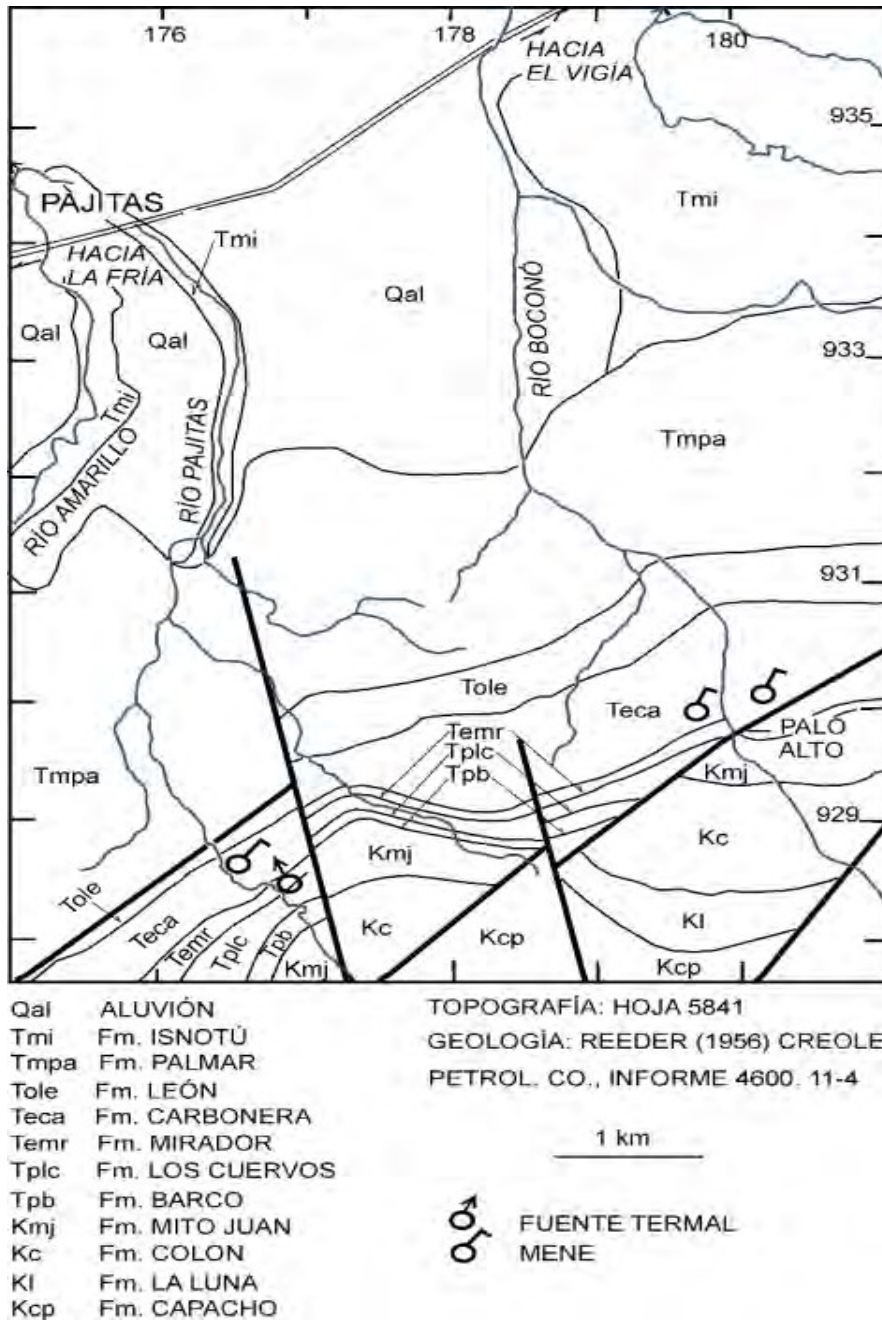
No. inventario Localidad'	Me.21 Las Virtudes	Me.22 Río Culebra	Me.23 Río Aguas Calientes	Ta.19 Río Pajita
<b>Fecha</b>	28-7-89	3-9-90	28-22-89	11-9-90
<b>t°C fuente (màx.)</b>	28,0	33,5	62,0	26,5
<b>t°C río</b>	18,0	24,0	23,0	24,0
<b>Cond.</b>	73,0	-	-	-
<b>pH lab.</b>	8,5	9,3	8,0	4,3
<b>Na</b>	40,0	12,0	14,0	1,9
<b>K</b>	1,5	1,9	28,0	0,74
<b>Ca</b>	26,0	34,0	20,0	1,9
<b>Mg</b>	4,7	2,1	6,8	1,7
<b>HCO<sub>3</sub></b>	78,0	144,0	174,0	0,0
<b>Cl</b>	14,0	2,1	2,9	3,4
<b>SO<sub>4</sub></b>	81,0	1,1	1,0	23,9
<b>NO<sub>3</sub></b>	1,8	-	-	-
<b>SiO<sub>2</sub></b>	21,0	14,0	38,0	10,0
<b>T.S.D.</b>	268	211	285	44
<b>Tipo</b>	SO <sub>4</sub> -Na	HCO <sub>3</sub> -Ca	HCO <sub>3</sub> -Na	SO <sub>4</sub> -Mg
<b>Geotermómetros (redondeados a 5°C)</b>				
<b>Cuarzo (cond.)</b>	65	50	90	40
<b>Na-K-Ca-Mg</b>	30	20	130	30

Análisis cortesía del Dr. Armando Ramírez<sup>†</sup>, UCV. Los geotermómetros químicos fueron calculados con la hoja de cálculo de Urbani (1986).

tros aguas arriba lo llaman Río Mata de Plátano (Fig. 3A). Desde El Vigía se toma la carretera rumbo a la represa de Onia, pasando al lado del relleno sanitario de dicha población, prosiguiendo por una carretera de tierra que continúa hacia Los Giros y Zea. Luego se desvía por una carretera que cruza el río Culegría y llega el río Guayabones. En tiempos de sequía se puede continuar aguas arriba hasta una casa localizada muy cerca de los manantiales. De allí se continúa caminando por el río, estando las fuentes ubicadas tanto en el propio cauce el río, como en ambas márgenes.

*Descripción:* Consideramos que esta es la manifestación geotérmica más importante del estado Mérida, con más de 20 manantiales de temperatura variable desde 25 °C hasta un máximo de 62 °C (Figs. 3B y 4). Los caudales son variables desde poco perceptibles hasta unos 4 L/s, el olor a H<sub>2</sub>S va desde muy ligero a imperceptible y presentan pequeños depósitos de calcita (identificada por DRX).

*Geología:* En la zona de manantiales afloran rocas de las formaciones Palmar e Isnotú, estan-



**Figura 2.** Mapa de ubicación de la fuente del río Pajitas (Ta.19). Las coordenadas de éste y de todas los mapas siguientes son UTM zona 19P, datum La Canoa.

do cruzadas por varias fallas que pueden facilitar el ascenso del agua desde los acuíferos más profundos. En algunos de los manantiales el agua brota directamente de fracturas y planos de estratificación de areniscas, mientras que otros brotan en el aluvión del río.

*Geoquímica:* Se colectó una muestra del manantial más caliente (Tabla 1), resultando ser de baja mineralización y tipo bicarbonatada-sódica. Los geotermómetros químicos aportan estimados de temperaturas relativamente altos para él o los reservorios que alimentan estas fuentes, a saber 90 °C (cuarzo) y 130 °C (Na-K-Ca-Mg). Se interpreta que esta última temperatura corresponda al reservorio más profundo, con etapas someras donde ocurre mezcla con agua fría diluida, para así formar las numerosas fuentes con tan variables temperaturas.

Esta es la más caliente de todas las aguas termales conocidas del estado Mérida, con 62°C contra los 52 °C del manantial de Jají (Burguera *et al.* 1983), igualmente tiene la mayor temperatura estimada de su reservorio en el subsuelo. Se recomiendan investigaciones más detalladas, para lo cual se deberían analizar muestras de todos los manantiales y con ello ensayar los modelos de mezcla. La localidad puede tener potencialidad para establecer algún centro médico-turístico.

### 3. CAÑO SALADO, CUENCA DEL RÍO PLAYA GRANDE, MÉRIDA (Agua tibia)

*Trabajos previos:* Esta localidad aparece ubicada en los mapas geológicos de Schaub (1943), pero como mene de crudo.

*Ubicación:* Caño Salado es un afluente del río Playa Grande (Fig. 5), a su vez localizado a unos 18 km al SO de Caja Seca. El manantial está a 225 m s.n.m.

*Descripción:* En el aluvión de la margen derecha del Caño se encuentran tres brotes de agua a 5,5 °C, la cual sale a presión junto con gas inflamable y ocasionales gotas de crudo que se

acumula en la poza principal adyacente (Fig. 5B, sitios A, B y C), siendo el brote central el más activo. En la margen opuesta hay un afloramiento de caliza y de una pequeña oquedad brota agua tibia a 27,5 °C sin gas (Fig. 5B, sitio D). No tienen olor a H<sub>2</sub>S. Esta manifestación fue visitada el día 21-7-89 que fue un mes muy seco y el caño aguas arriba de la manifestación no tenía agua, resultando que el manantial constituía la naciente del caño.

El crudo que mana junto al agua se acumula sobre en la poza adyacente, es de color negro y muy espeso.

*Geología:* Los afloramientos corresponden a una caliza del Miembro Guayacán de la Formación Colón.

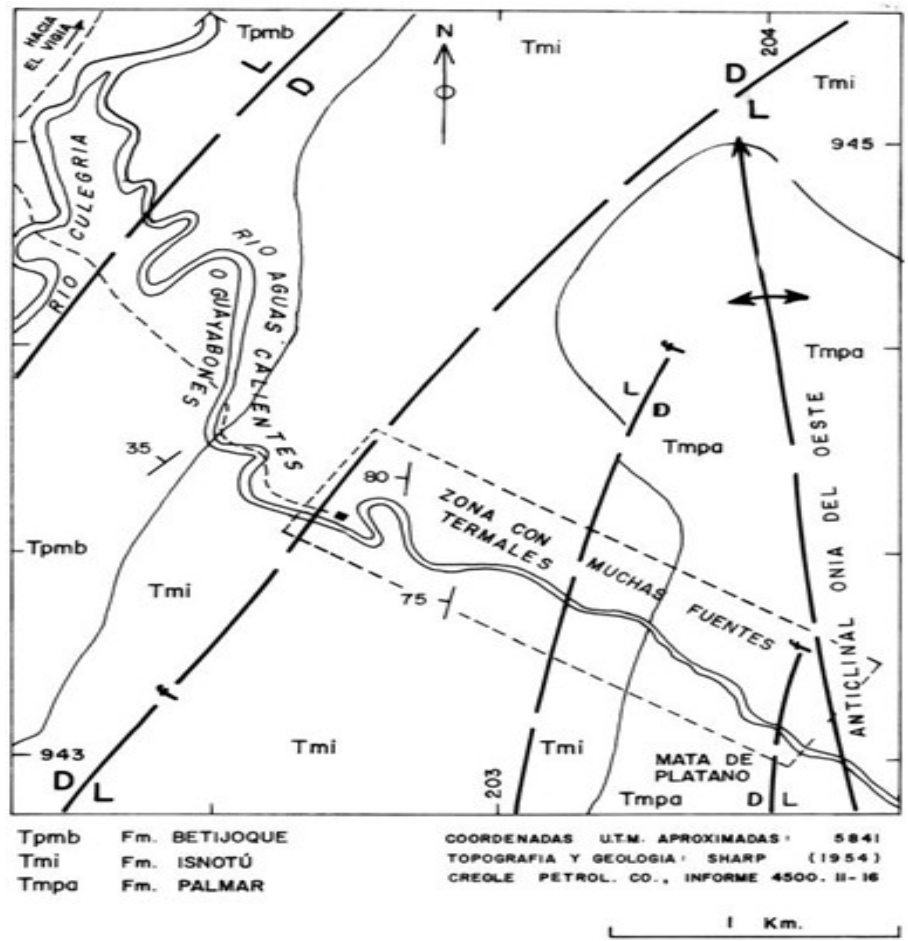
Aproximadamente a 1 km al SO de la manifestación anterior, en el río Curval o El Azufre también afluente del río Playa Grande, hay varios manantiales de aguas sulfurosas (Fig. 5A) que aparecen ubicados en los mapas geológicos de Schaub (1943) y Sharp (1954). Estos fueron confirmados por los habitantes de la zona, pero no fueron visitados por los autores.

### 4. RÍO CULEBRA, MÉRIDA (Agua tibia, sulfurosa, Me.22)

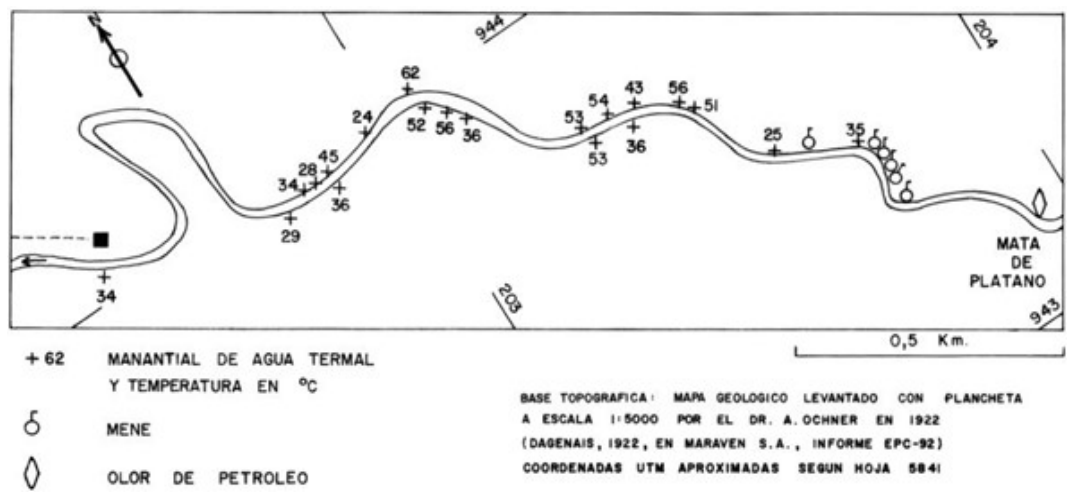
*Trabajos previos:* Jeffreys (1913) indica que en este río hay un pequeño mene asociado con agua tibia. Sharp (1954, 1957) ubica la manifestación en su mapa geológico y en el texto indica que hay varios manantiales de «agua sulfurosa tibia junto a la cual se emiten glóbulos dispersos de bitumen asfáltico negro semi-sólido».

*Ubicación:* El Río Culebra cruza la carretera Panamericana a unos 13 km al SO de la población de Caja Seca. El manantial se localiza a unos 1.700 m al SE de la citada carretera, aguas arriba por el cauce Río (Fig. 6). Está a 110 m s.n.m.

*Descripción:* En el lugar de la manifestación el cauce del río tiene grandes bloques sueltos de arenisca y en su margen derecha aflora un pa-

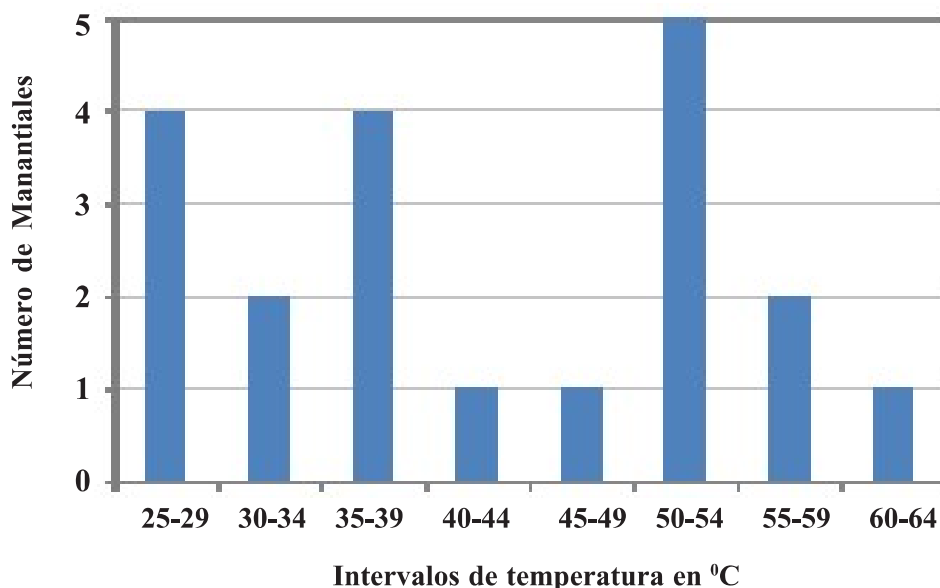


A



B

Figura 3. Mapa geológico y de ubicación de las fuentes del Río Aguas Calientes (Me.23). A: Mapa general. B: Mapa detallado basado en Oschner (1922), abarca el recuadro indicado en la parte A.



**Figura 4.** Gráfico mostrando la distribución de temperatura de los 19 manantiales medidos. Río Aguas Calientes (Me.23).

quete de arenisca de 6 m de espesor, con capas individuales de hasta 2 m con buzamiento moderado hacia el SE. El agua tibia brota de los planos de estratificación y fracturas desde una altura de 1,5 a 2 m sobre el nivel del río, cayendo como chorros sobre él. Hay tres chorros principales con 5 m de separación entre ellos, en los cuales se midieron las siguientes temperaturas: 29,5 °C, 25,5 °C y 25,5 °C el día 28-7-1989, mientras que el 13-9-90 la temperatura era mayor, a saber: 33,5°C, 33,0 °C y 31,0 °C. El caudal total se estima en 3 L/s. El agua presenta un ligero olor a H<sub>2</sub>S y con ella salen ocasionales gotas de crudo negro emulsificado que se acumula como bolas de brea sobre la superficie de una poza adyacente.

*Geología:* La manifestación aparece cerca de la cresta de un pequeño anticlinal y la arenisca corresponde a la Formación Paují.

*Geoquímica:* El agua es poco mineralizada de tipo bicarbonatada-cálcica (Tabla 1). Los geotermómetros químicos aportan valores entre 50 °C (cuarzo) y 20 °C (álcalis), lo que sugiere que la máxima temperatura en el reservorio que alimenta a esta fuente no sobrepase la estimada por el geotermómetro de cuarzo.

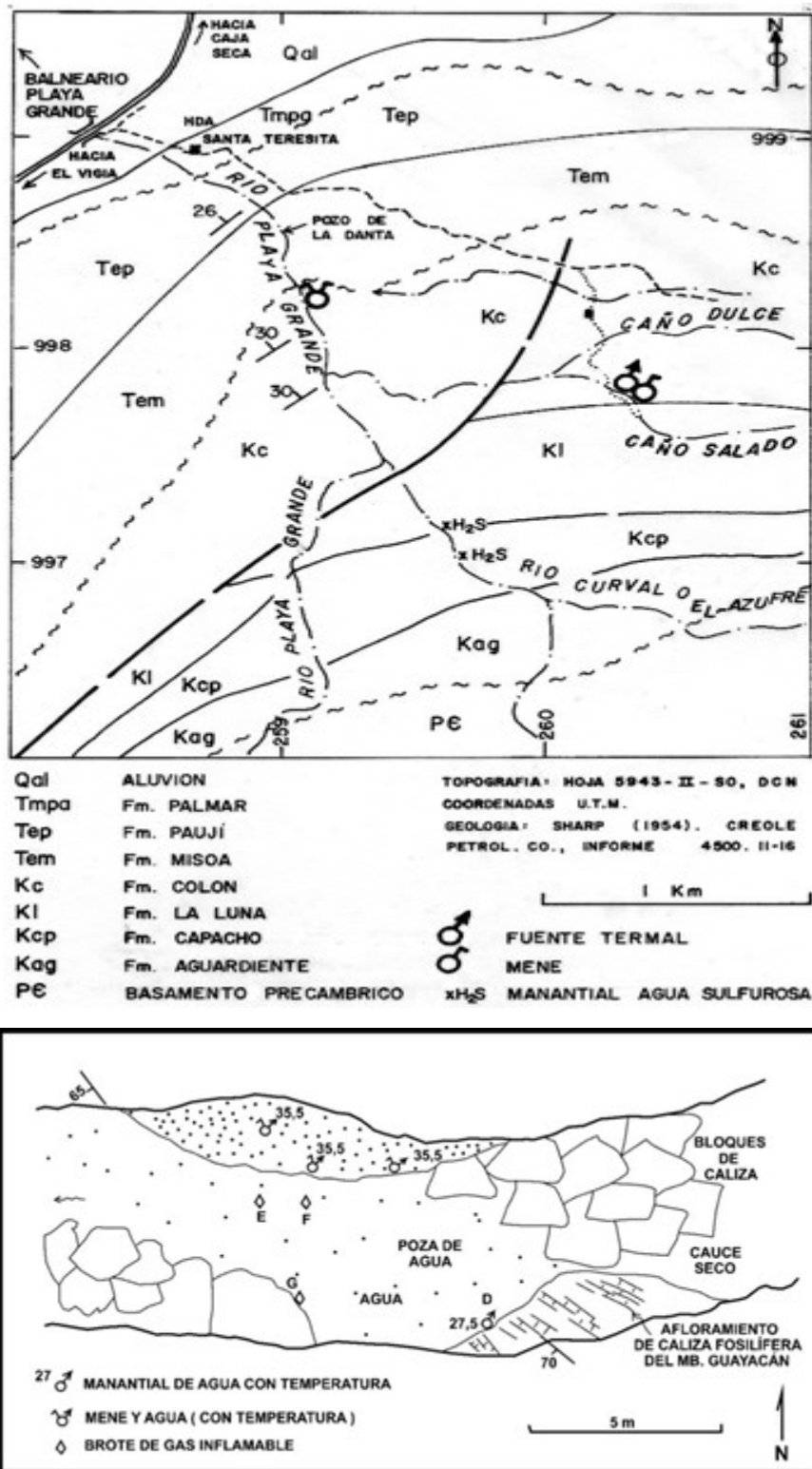
En la margen derecha del mismo río antes de llegar al sitio arriba mencionado, se localizan dos manantiales de agua fría sulfurosa, que aparecen como charcos del aproximadamente 0,5 x 0,8 m. Presentan un ligero olor a H<sub>2</sub>S y se observan zonas con algas blanquecinas.

## 5.. RÍO CHIRURÍ, LAS VIRTUDES, MÉRIDA (Agua tibia, sulfurosa, Me.21)

*Trabajos previos:* Este manantial fue mencionado por Sievers (1895) y aparece ubicado en los mapas geológicos de Argabrite (1921a,b, 1922), Wolcott (1942), Schaub (1943) y Bayley (1953), sin indicación de su temperatura.

*Ubicación:* Se encuentran en el sitio conocido como Mesa Libre a 2,2 km al SE del pueblo de Las Virtudes, a su vez ubicado a 15 km al ESE de Caja Seca. La fuente brota de un afloramiento de gneis en la margen derecha del río Chirurí, entre 25 y 35 m aguas arriba medidos desde el puente de la carretera Las Virtudes-San Cristóbal sobre el mismo río. La fuente se haya a 630 m s.n.m. (Fig. 7).





**Figura 5.** Mapa geológico y de ubicación de las fuentes de la cuenca del Río Playa Grande. A: Mapa general. B: Croquis de las manifestaciones de Caño Salado.

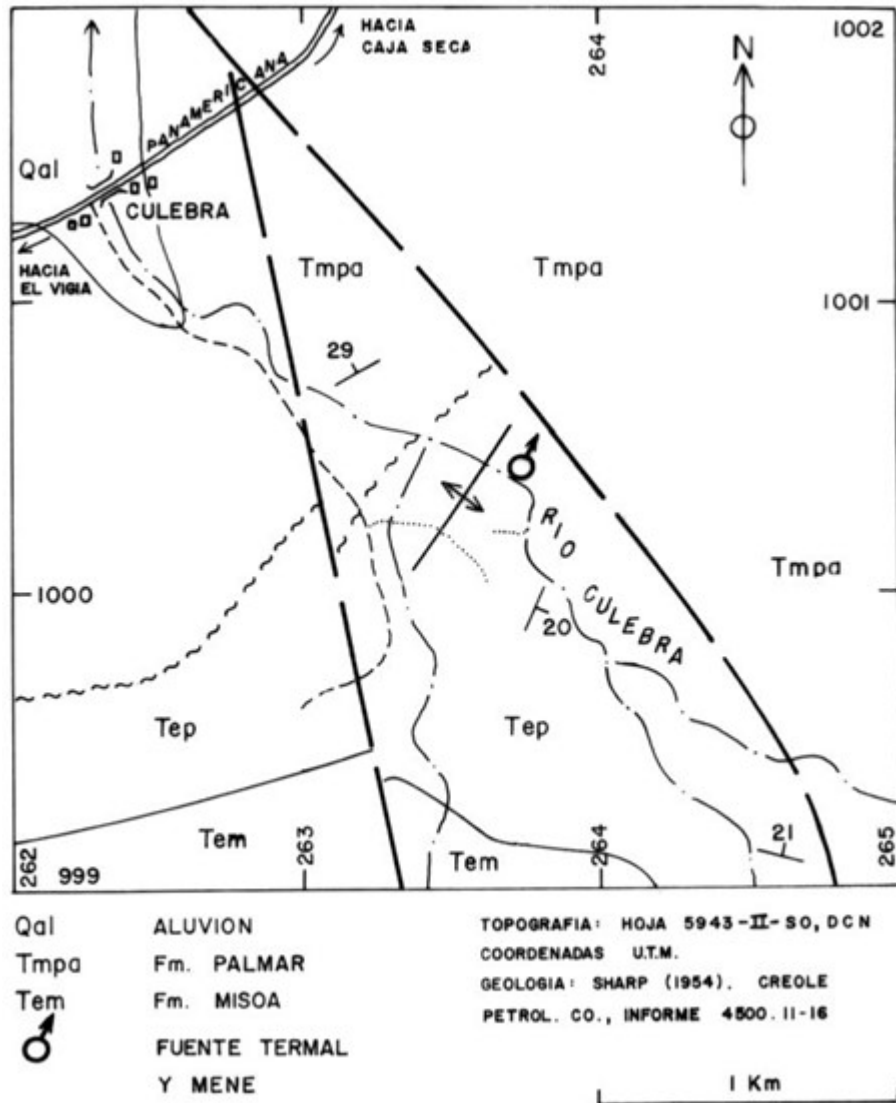


Figura 6. Mapa geológico y de ubicación de la fuente del Río Culebra (Me.22).

*Descripción:* Varios manantiales brotan en forma difusa a lo largo de unos 15 m de la margen del río, con dos manantiales principales, el mayor de los cuales es el más alejado del puente y brota de las fracturas de la roca a 4 m sobre el nivel del río en la pared sub-vertical del afloramiento. La temperatura máxima medida en las dos oportunidades en que fueron visitadas (5-6-89 y 7-7-89) fue de 28 °C, contra 18 °C del agua del río adyacente. La fuente presenta un

leve olor a H<sub>2</sub>S. Dado que el agua brota a través de varios manantiales, se dificulta la medición del caudal total pero se estima en unos 3 L/s.

En la pared rocosa se observan depósitos de calcita (identificada por difracción de rayos X), con hasta 1 cm de espesor a veces formando pequeñas represas centimétricas, similares a los “gours” de las cavernas. Los cristales en estas costras crecen perpendicularmente a la superficie externa.

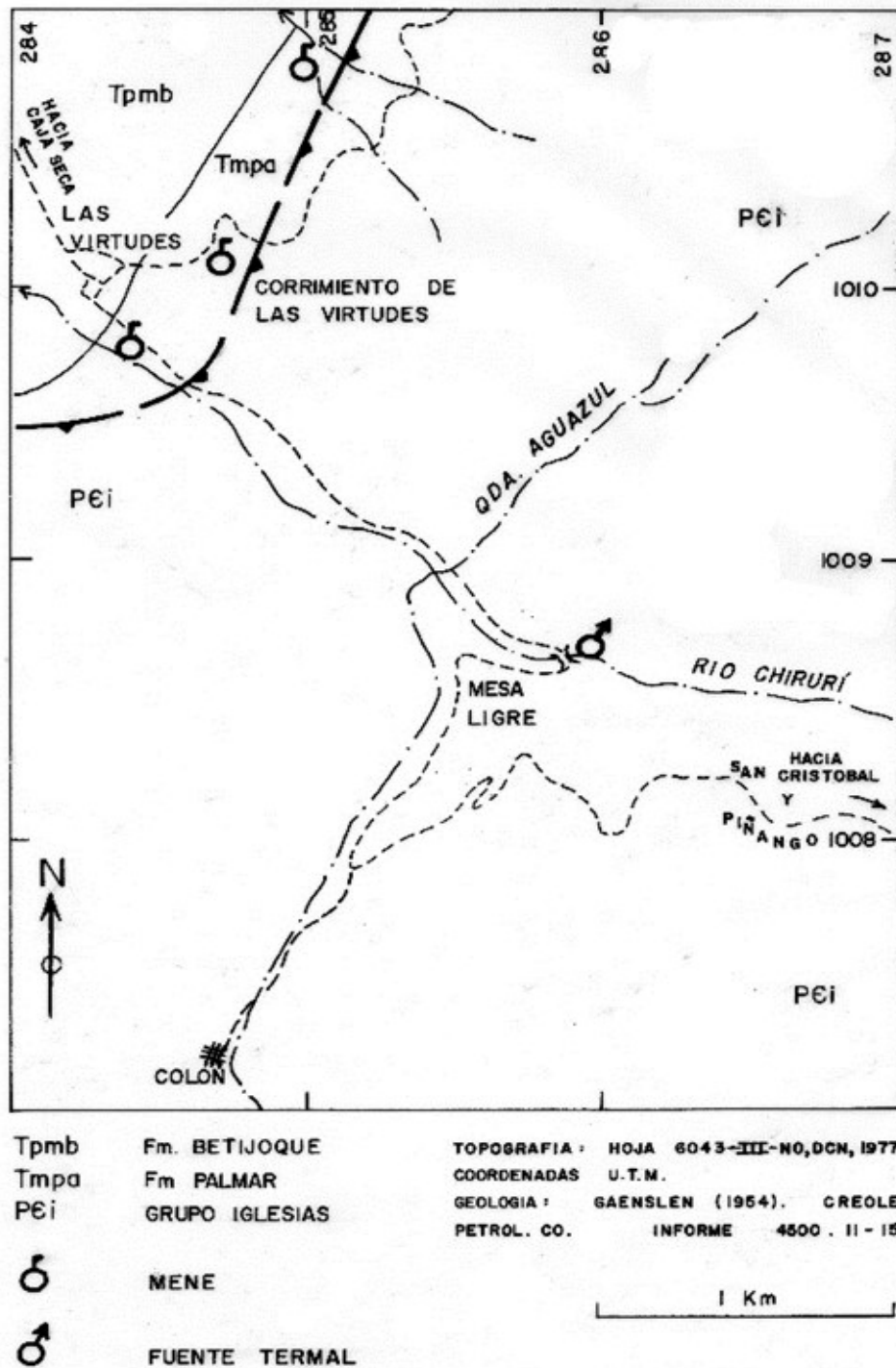


Figura 7. Mapa geológico y de ubicación de la fuente del río Chirurí (Me.21).

**Geología:** El agua brota de las fracturas de un afloramiento de gneis del Complejo Iglesias de edad Neoproterozoico. En los mapas geológicos no se indica la existencia de fallas en esta localidad, pero todo este bloque de basamento cristalino está muy fracturado, por haber sido sometido a transporte tectónico hacia el NO por efecto del corrimiento de Las Virtudes, cabalgando sobre rocas más jóvenes del Cretácico y Terciario. El fracturamiento facilita tanto la infiltración, como el ascenso del agua.

**Geoquímica:** El agua es sulfatada-sódica (Tabla 1) y los geotermómetros químicos permiten estimar temperaturas de 65 °C (cuarzo) y 30 °C (álcalis), lo que sugiere que la máxima temperatura en el reservorio que alimenta a esta fuente no sobrepase la estimada por el geotermómetro de cuarzo.

Además de este manantial, los habitantes indican que a un kilómetro aguas arriba en la quebrada Aguazul (Fig. 7) hay otro manantial de agua tibia con olor a H<sub>2</sub>S.

## 6. RÍO GUARURÍES, ZEA, MÉRIDA (Agua caliente, sulfurosa)

Esta fuente fue estudiada y analizada por Burguera *et al.* (1983) quien indica una temperatura máxima de 49,0 °C. Durante el día 17-07-1989 tuvimos la oportunidad de visitarla y en el brote de mayor temperatura medimos 49,5 °C. Se pudo constatar que a pesar de la gran tradición pasada de uso de esta manifestación, documentada desde el viaje de W. F. Sievers en 1888 (Urbani 1991), hoy en día no se puede ni debe usar esta agua termal, ya que brota adyacente y dentro del cauce del río Guaruríes, el cual está altamente contaminado por las aguas servidas del poblado de Zea y por un botadero de basura cercano. Es algo verdaderamente vergonzoso que se dañe un lugar de tan singular belleza y que se anule la posibilidad de uso de una importante fuente termal merideña, y todo frente la mirada indiferente de las autoridades ambientales.

## 7. CUENCA DEL RÍO CAÚS TRUJILLO (Aguas tibias y frías, sulfurosas)

En esta región se conocen varias localidades de aguas termales o frías sulfurosas (Fig. 8):

**Quebrada Zanjón Seco** (Agua fría, sulfurosa). En la quebrada Zanjón afluente de la quebrada Blanca hay un manantial de agua sulfurosa junto al cual van saliendo esporádicas gotas de crudo. El agua es fría (22,5 °C, 4-6-89) y con olor a H<sub>2</sub>S, se presentan algunas algas filamentosas blancas y el sedimento es un poco más oscuro que en los alrededores, lo cual es un fenómeno común en manantiales sulfurosos de todo el país. Las rocas aflorantes corresponden a la Formación La Luna.

**Puente Charal** (Agua fría, sulfurosa). Este manantial se ubica en la margen izquierda del río La Palma a escasos 10 m aguas arriba de su intersección con la quebrada Pedregal. El manantial está a 20 m al SE del puente sobre el río La Palma de la carretera de tierra La Palma-Escuque. El sitio se denomina Puente Charal. El agua brota casi a nivel del río a partir de fracturas en lutitas negras carbonáticas de la Formación La Luna. En día 4-6-1989 se midió una temperatura de 24°C, contra 22,5°C del agua del río adyacente. El manantial tiene un leve olor a H<sub>2</sub>S y en su breve cauce desde el manantial hasta caer al río presenta algas filamentosas blancas.

**Mesa de Las Pavas** (Agua caliente, sulfurosa). Es la fuente termal más conocida por los lugareños, esta ubicada en la margen derecha del río Caús aproximadamente a 0,5 km al NNE del caserío La Mesa de Las Pavas. Al caserío se tiene acceso desde la carretera que conduce a Monte Carmelo. Los habitantes del caserío la Pueblita de Caús nos indicaron que hay tres manantiales, uno muy caliente y los otros de agua tibia y fría. Esta manifestación geotermal aparece localizada en los mapas geológicos de Gevaerts (1935) y Wolcott (1942). Por su parte Gaenslen (1953) la describe como:

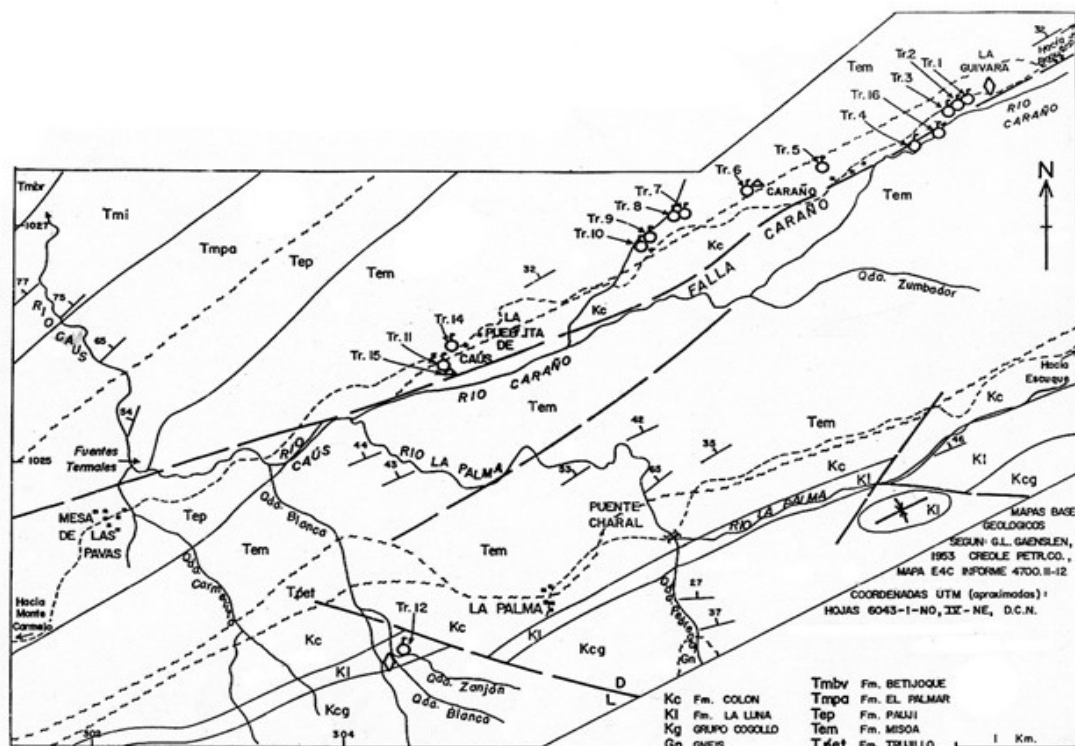
“una serie de fuentes termales brotan de un talud de la Formación Misoa a lo largo de la falla Caraño. Al menos dos de estas fuentes fluyen con un caudal de aproximadamente medio barril de agua por minuto, con una temperatura estimada de 130 °F [57 °C]. El agua es dulce con olor sulfuroso. Una cobertura gelatinosa de algas sulfurosas blancas cubre las rocas adyacentes a los manantiales”.

Por la temperatura y el caudal indicado, esta fuente es prometedora para un uso médico-turístico formal. Ni este manantial, ni los

dos siguientes pudieron ser visitados por los autores.

**Quebrada Zumbador** (Agua fría, sulfurosa). Esta quebrada es un afluente del río Caraño y los habitantes del caserío homónimo indican que a poca distancia aguas arriba por esta quebrada se encuentra un manantial de agua fría con fuerte olor de H<sub>2</sub>S.

**La Palma** (Agua tibia, sulfurosa). Los habitantes de La Palma señalan que en la margen izquierda del río La Palma al NO del caserío hay un manantial de agua tibia.



**Figura 8.** Mapa geológico y de ubicación de las fuentes termales y sulfurosas de la cuenca del río Caús, Trujillo.

## DISCUSION

Nótese que todas las citas de trabajos previos corresponden a informes técnicos inéditos de la Compañía Shell de Venezuela (The Caribbean Petroleum Corporation) y Creole Petroleum Corporation. Estos trabajos que abarcan desde 1913 hasta 1957 son de gran calidad y contienen mapas muy minuciosos, donde siguiendo la metodología de la época, ubicaban todo tipo de emanaciones, ya sea de crudo, gas y también de aguas sulfurosas frías o calientes. De estos trabajos destacan aquellos de los doctores en geología Albert Oshner y H. P. Schaub, suizos, con sus detallados mapas a escalas 1:25.000 y hasta 1:5.000 levantados con plancheta. Fue precisamente siguiendo estos mapas previos que se acometió la búsqueda de menes objeto primario de este trabajo, donde se observaron también los manantiales aquí incluidos. Si bien nuestro trabajo no siguió las pautas adecuadas desde el punto de vista geotérmico, la información reunida constituye una adición al Inventario Geotérmico Nacional, ya que no habían sido mencionadas en publicaciones previas.

Los manantiales son muy variados, desde fríos a calientes, con o sin olor a  $H_2S$ , con caudales

desde casi imperceptibles hasta muchos litros por segundo. La fuente más pequeña brota de una oquedad de apenas 5 cm de diámetro, mientras que el grupo de manantiales del Río Aguas Calientes, en la cuenca del Onia abarca 1,5 km a lo largo del cauce del río, siendo la más extensa del país y con la mayor temperatura para el estado Mérida.

Tanto las fuentes de la Mesa de las Pavas, Trujillo (no visitadas por los autores), como aquellas del Río Aguas Calientes, Mérida, en razón del gran caudal y las temperaturas elevadas, pueden considerarse como potencialmente útiles para construir en ellos establecimientos formales de uso médico-turístico.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de los centros de documentación de las empresas LAGOVEN (Los Chaguaramos) y MARAVEN (Chua), por las facilidades de consulta de numerosos informes inéditos durante 1989 y 1990. Se agradece a Marina Peña (FUNVISIS) y Pedrimar Diaz (FUNVISIS) por la elaboración de las figuras que acompañan este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARGABRITE W. G.  
 1921a. *Geologic report on Virtudes structure*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-3.  
 1921b. *Geological report Concession 516, Torondoy, Mérida*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-5.  
 1922. *Geological reconnaissance of the Tertiary between the rios Mucujepe and Culegre, St. of Mérida, including Concessions 514 and 515*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-6. (Mapa fechado 14 agosto).
- BAYLEY B. H.  
 1953. *Progress report on the northern Mérida and Westernmost Trujillo*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-14.
- BONG C. P.  
 1928. *Geology of Western Mérida and Southern Zulia*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-9.
- BURGUERA JOSÉ LUIS  
 1988-1989. Estudio de las fuentes termales del estado Táchira. Parte 1. *Geotermia*, UCV, Caracas, 22: 1-63, 1988. Parte 2. *Geotermia*, 23: 64-136, 1989.
- BURGUERA JOSÉ L., M. BURGUERA, R. ANDRESSEN & M. SAMPOL DE REYES.  
 1983. *Aguas termales en el estado Mérida*. Mérida: ULA. Facultad de Ciencias Forestales.
- CARRILLO E., F. URBANI & A. RAMÍREZ.  
 2015. Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela. *Bol. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 29: 36-74.
- DAGENAIS L. E.  
 1922. *Memorandum covering the report of A. Oschner on his study of the Caño Grande Spur in the region of Onia, State of Onia*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC-92.
- GAENSLER G. J.  
 1953. *Progress report on Southwestern Trujillo*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4700.11-12.
- GALARRAGA F., F. URBANI, M. ESCOBAR, G. MÁRQUEZ,  
 M. MARTÍNEZ & R. TOCCO  
 2010. Main factors controlling the compositional variability of seepage oils from Trujillo state, western Venezuela. *Journal of Petroleum Geology* 33(3): 255-268.
- GEVAERTS E. A.  
 1935. *Geology of the area between the Caus valley - Escuque - Valera and the Rio Motatan in the Trujillo foothills*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC--208.
- JEFFREYS G.  
 1913. *Compiled report, Valera - Táchira zone*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC-24.
- OSCHNER ALBERT  
 1922. *Geological report on Caño Grande Spur, Onia Region, state of Mérida*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC-3017. También en: Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-1. Fechado en Maracaibo el 8 de julio. Los mapas a escala 1:50.000 también aparecen en Dagenais (1922).  
 1925. *Geological report on the foothills of the state of Mérida (west of Caño Grande Spur - Onia Region)*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC-119.
- REEDER L. R.  
 1956. *Geology of the NW flank of the Venezuelan Andes in Táchira and westernmost Merida*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4600.11-4
- SHARP W. W.  
 1954. *Progress report on the area between Rio Torondoy and Rio Capazon, states of Mérida and Zulia*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-16.  
 1955. *Preliminary evaluation report on the Onia anticlines, Mérida*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.106-2.  
 1957. *Geology of the northern flank of the Venezuelan Andes*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4000.11-7.

SHAUB H.P.

1943. *Geologic report on the Northern foothills of the Andes (states of Mérida and Trujillo)*. The Caribbean Petroleum Corporation. En: Centro Doc. Explor. y Produc. MARAVEN S.A., informe no. EPC-401. (Mapa parcialmente reproducido en Urbani 1984: 136).

SIEVERS WILHELM

1895. Das erdbeben in Venezuela am 28 april 1894. *Mitteilungen der Geographischen Gesselchaft in Hamburg*, 10: 237-244.

TOCCO R., M. ESCOBAR, A. RUGGIERO & F. GALÁRRAGA

1995. Geochemistry of oil seeps and rock samples of the Early Tertiary section from the Northandean Flank of the Venezuelan Andes. *Organic Geochemistry* 23: 311-327.

URBANIF.

1984. *Evaluación de los recursos geotérmicos de Venezuela*. Caracas: Edic. Geotermia (UCV, Centro Documentación e Información geotérmica Nacional), Colección Libros no. 5, 3 vols.
1986. *G THERM, a spreadsheet setup for geothermal exploration. Users guide*. Los Alamos National Laboratory, Earth & Space Science Division, New Mexico. Informe, 85 p. (Reimpreso en *Geotermia*, UCV, Caracas, 20: 1-76, 1987).

URBANIF.

1991. Fuentes termales, minas y cuevas en algunos mapas de W. Sievers. *Geotermia*, UCV, Caracas, 27: 12-14.
1992. Geotermia en Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, 31: 1-347.

URBANIF. & GALARRAGA F.

1991. *Inventario de menes de la Sierra de Perijá*. UCV-MARAVEN, informe, 83 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 36: 98 + 83 p. en carpeta 2.6 de CD, 2003

WOLCOTT P. P.

1942. *Geological survey of Western Trujillo, Southeastern Zulia and Northwestern Mérida*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4700.11-7
1943. *Geologic studies along the southeastern rim of the Maracaibo basin*. Creole Petroleum Corporation. En: Archivo Geología LAGOVEN S.A., informe no. 4500.11-11.